

Discussion Paper

Discussion Paper No. 96-10

Technologietransfer von Hochschulen:

Ein Insider-Outsider-Effekt

Marian Beise und Alfred Spielkamp

27. JUNI 1996 Weltwirtschaft

↳ 636 (96-10) mi 95. 58 Ja

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Industrial Economics and
International Management
Series

Discussion Paper No. 96-10

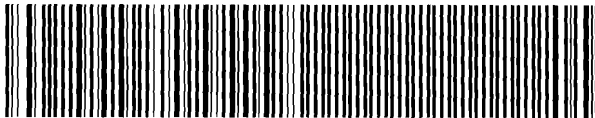
Technologietransfer von Hochschulen:

Ein Insider-Outsider-Effekt

Marian Beise und Alfred Spielkamp

684 733

W 636 (96.10)



Technologietransfer von Hochschulen: Ein Insider-Outsider-Effekt

von

Marian Beise und Alfred Spielkamp

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

April 1996

Abstract

This paper deals with the conditions of effective transfer of technology from Universities and public research institutions to small and medium-sized enterprises. The theoretical and empirical analyses lead to the conclusion that the chances of improving the technology transfer does not lie in a perfect market setting but in a socio-economic network. We find that there are companies which learned to use contacts to scientists of public research institutions to derive highly innovative products and processes and others which did not, although they are technologically advanced enough to cope with the development of innovations. We call the former insiders and the latter outsiders since the most important obstacle for the outsiders is to overcome the barrier of getting to know each other and to join the scientific network. This is in our opinion the main challenge for politics to support the transfer of technology to companies besides sufficient public funds for federal science and technology.

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei allen Unternehmen und Wissenschaftlern bedanken, die ihre Erfahrungen bei der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft mit uns geteilt haben. Für die wissenschaftliche Unterstützung bedanken wir uns besonders bei Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. König. Diese Untersuchung wurde vom Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Baden-Württemberg gefördert.

1. Einführung

In der Ökonomie wird heute allgemein angenommen, daß das Wirtschaftswachstum hochentwickelter Volkswirtschaften zu einem guten Teil auf den nationalen Anstrengungen basiert, die Produktivität mit Hilfe von Prozeß- und Produktinnovationen zu steigern. Zunächst sind damit die Innovationsaktivitäten der Unternehmen gemeint, die mit ihren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten (FuE) die Voraussetzungen für die Generierung neuen Wissens und darauf aufbauend neuer Produkte oder Produktionsverfahren schaffen. Allerdings wird auch von der nicht profitorientierten Forschung Wissen für neue Güter und Produktionsverfahren erstellt. Im Gegensatz zu dem Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen der Unternehmen und Produktivität der Volkswirtschaft ist die direkte Wirkung der Forschung öffentlicher Einrichtungen auf den Innovationserfolg von Unternehmen bisher kaum nachgewiesen.

Die ökonomische Ratio öffentlich finanzierter Forschung basiert traditionell auf der Annahme des unzureichenden Engagements privater Akteure in der Grundlagenforschung, wie auch bei besonders risikoreichen oder finanziell aufwendigen Projekten. Die Forschungsergebnisse staatlich finanzierter Forschung sollen als öffentliches Gut der Allgemeinheit zukommen, der Transfer zu den Unternehmen also hauptsächlich über Veröffentlichungen erfolgen. Eine ausreichende Unterstützung der Innovationsfähigkeit der Unternehmen durch den Staat ist daher nicht nur von der Qualität der Forschung an öffentlichen Einrichtungen abhängig, sondern auch von der Effektivität der Transfermechanismen. Bei letzterem setzt die Kritik nicht nur in Deutschland vor dem Hintergrund wissenschaftlich herausragender Leistungen der Forscher an. So heißt es im Grünbuch zur Innovation der Europäischen Kommission: „Eine wesentliche Schwäche Europas ist (demnach) seine mangelnde Fähigkeit, seine Forschungsergebnisse und technologische Kompetenz in Innovationen und Wettbewerbsvorteile umzusetzen.“¹ Im Rahmen des sich verschärfenden internationalen Technologiewettbewerbs und des gleichermaßen intensivierten internationalen Technologietransfers soll daher vor allem eine schnellere Nutzung der Forschungsergebnisse durch die inländischen Unternehmen gefördert werden. Die Technologietransferförderung reicht von der Finanzierung vorwettbewerblicher Forschung mit dem Ziel der Erstanwendung in neuen Forschungsfeldern bis zur diffusionsorientierten Unterstützung bei der Anwendung neuer Technologien.

Das Haupthindernis des Technologietransfers wird dabei oft in der geringen Anwendungsnähe öffentlicher Forschung gesehen. Um den Transfer neuen technischen Wissens von forschenden öffentlichen Institutionen zu Unternehmen zu verbessern, wird zunehmend von der traditionellen Arbeitsteilung abgegangen und eine stärkere Überlappung öffentlicher und privater Forschung angestrebt. Konkret ist damit ein stärkerer

¹ Europäische Kommission (1995), S. 6.

res Engagement öffentlicher Wissenschaftseinrichtungen in der angewandten Forschung und Entwicklung gemeint und das Gebot der Vorwettbewerblichkeit öffentlich finanzierter Forschung wird zunehmend aufgeweicht. Gefördert und institutionalisiert wird dies z.B. mit den Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft. Zusätzlich werden neue Aufgaben der Bildungseinrichtungen gesehen. So soll auch in den Hochschulen eine verstärkte FuE-Auftragsforschung und Dienstleistungen für Unternehmen die intensivere Zusammenarbeit und inhaltliche Abstimmung von Wissenschaft und Wirtschaft gewährleisten.

Die Diskussion über die Effektivität des Technologietransfers von öffentlichen Forschungseinrichtungen zu Unternehmen hält indes unvermindert an. Dabei wird in allen Industrieländern von den Regierungen immer wieder auf die Chancen hingewiesen, die sich aus den hohen Forschungsaufwendungen der öffentlichen Hand für die Industrie ergeben, wenn Forschungsergebnisse letztlich in neue Produkte und Verfahren umgesetzt werden können.² Begleitend gibt die Politik regelmäßig Gutachten in Auftrag, die die Hemmnisse und Verbesserungsmöglichkeiten des Technologietransfers herausfinden und konkrete Förderinstrumente entwerfen sollen. In Folge davon werden Stiftungen ins Leben gerufen, Technologietransferbeauftragte ernannt und Technologiezentren eingeweiht. Eine Erfolgskontrolle dieser Einrichtung ist bislang wegen fehlender Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe wenig erfolgt,³ so daß ein aufmerksamer Beobachter überspitzt formulierte: „At present time, it appears that the only industrial sector that seems to be benefiting financially from the government’s initiative in technology transfer have been the organizers of conferences whose themes have been ‘Competitiveness’ and ‘Technology Transfer’“⁴.

Ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Untersuchung ist es, die Bedingungen für einen erfolgreichen Technologietransfer von der Wissenschaft zu den Unternehmen herauszuarbeiten. Dabei geht es zunächst um die Diskussion des theoretischen Fundaments dieser Beziehung und eine Beantwortung der Frage, inwieweit die Wissenschaftskooperation mit der Funktionslogik des Marktes erklärt werden kann. Die neue Institutionenökonomie hat gezeigt, daß kooperative und hierarchische Beziehungen den Marktaustauschmechanismen überlegen sein können. Hier scheint es geboten, das Marktparadigma zu verlassen oder um wesentliche Aspekte zu modifizieren und die Zusammenarbeit von universitärer Forschung und ökonomisch kalkulierenden Unternehmen im Lichte eines sozio-ökonomischen Netzwerkes zu betrachten. Unternehmer wie Wissenschaftler, die sich in diesem Netzwerk bewegen, dessen Vorteile nutzen

2 In den USA kommen seit 1984 Universitäts- und Industrievertreter zu einem „runden Tisch“ zusammen, siehe NAS (1991). Für Großbritannien siehe HMSO (1993).

3 Vgl. Fromhold-Eisebith (1992), S. 117.

4 Baron (1989), S. 1.

und die Regeln der Zusammenarbeit beherrschen, bezeichnen wir als Insider und stellen diese den Outsidern gegenüber, also denjenigen Unternehmen, die noch keinen Zugang zum Wissenschaftsnetzwerk gefunden haben.

Die theoretischen Überlegungen werden durch empirische Ergebnisse ergänzt, die einerseits die Reichweite des Technologietransfers in Bezug auf die Verteilung der Unternehmen nach Kooperationspartnern und Wirtschaftszweigen verdeutlichen und andererseits Hinweise auf die Größenordnung von Unternehmen geben, die als potentielle Kandidaten für den Technologietransfer aus der Wissenschaft eingestuft werden können. Die empirischen Ausführungen bleiben indes auf der deskriptiven Ebene. Der Beitrag schließt mit einigen Anmerkungen zu einer effektiven Technologietransferpolitik. Hier wird auf die Chancen für eine verantwortungsvolle, flexible und dezentral ausgerichtete Technologiepolitik hingewiesen, die sich aus den charakteristischen Merkmalen der Wissenschaftskooperation ergeben.

2. Instrumente und Motive des Technologietransfers

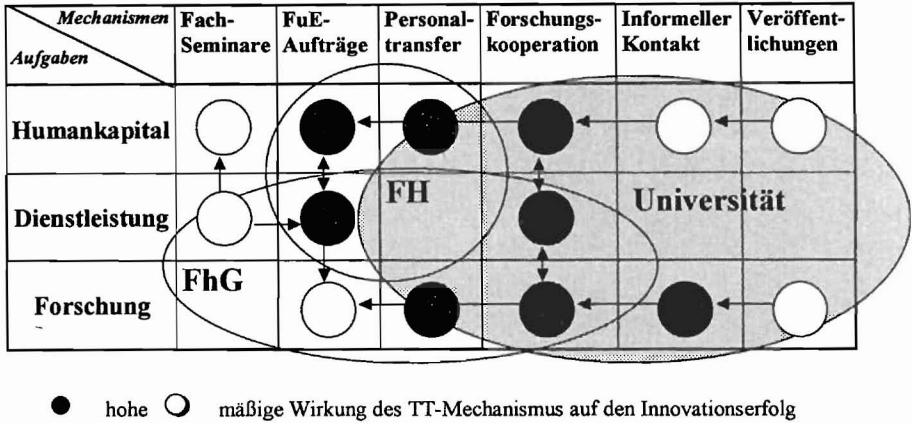
2.1 Typologie des Technologietransfers von Wissenschaftseinrichtungen

Die Übertragung neuen Wissens kann über verschiedene Kanäle erfolgen. Leistungen der öffentlichen Forschungsinstitutionen entstehen vor allem in drei Sektoren, von wo aus sie auf den industriellen Innovationserfolg ausstrahlen: Im Bereich der Lehre und Ausbildung über die Erhöhung des innovativen *Humankapitals*, durch die Generierung und Veröffentlichung neuen Wissens aus der *Forschung* und die direkte Unterstützung von Unternehmen bei der Lösung industrieller Problemstellungen im Rahmen von *Dienstleistungen*.

Der Transfer von Wissen an die Unternehmen beinhaltet dabei vor allem technologisches Wissen, das sich von rein wissenschaftlichem Wissen dadurch abgrenzt, daß es auf die Herstellung oder das Verständnis von Artefakten und technischen Prozessen gerichtet ist. Die Beziehung zwischen Forschung und Technologie ist nach Brooks (1994) in der Regel komplex und interaktiv, sie unterscheidet sich aber auch zwischen Wissenschaftsgebieten und nach Reifegrad einer Technologie. So geht z.B. aus den Ergebnissen der Forschung in der Astronomie oder der Chaostheorie weniger technologisches Wissen hervor als in den Werkstoffwissenschaften oder der Laserphysik. In vielen Untersuchungen des erfolgreichen Technologietransfers wird indes deutlich, daß unter den Begriff 'Technologietransfer' nicht nur der Transfer technologischen Wissens fällt, sondern der gesamte Bereich der 'Wissenschaftskommunikation'. So kann auch Wissen, das auf das Verständnis natürlicher Prozesse gerichtet ist, Unternehmen in die Lage versetzen, neue Produkte und Verfahren zu entwickeln. Deshalb umfaßt der Technologietransfer deshalb das gesamte Spektrum des Forschungswissens, das für Innovationen genutzt werden kann.

Abbildung 1 stellt den Aufgaben der Hochschulen und öffentlicher Forschungseinrichtungen mögliche Transfermechanismen gegenüber und bewertet deren Effekt auf den Innovationserfolg mit zwei qualitativen Ausprägungen: einer mäßigen und einer relativ höheren Wirkung. Die Bewertung erfolgte auf Grundlage unserer analytischen Untersuchung des Technologietransfers und unserer Interviews mit Unternehmen und Wissenschaftlern, die auf den Ergebnissen mehrerer US-amerikanischer Untersuchungen u.a. von Cohen, Florida und Goe (1994) und Dohoney-Farina (1992) aufbauen. Beispielhaft ist eine Zuordnung der Aufgabenschwerpunkte der wissenschaftlichen Institutionen - Universitäten, Fachhochschulen (FH) und den Instituten der Fraunhofer Gesellschaft (FhG) - hinzugefügt. Diese Graphik soll die Vielfalt des Technologietransfers, die Arbeitsteilung der einzelnen wissenschaftlichen Einrichtungen und die Wirkungen der Leistungen untereinander verdeutlichen.

Abbildung 1: Aufgaben wissenschaftlicher Institutionen und Transfermechanismen



Quelle: Eigene Darstellung

Von Anfang an muß betont werden, daß Technologietransfer mehr umfaßt als Auftragsforschung und daß die Bedingungen, unter denen Auftragsforschung effektiv ist, nicht immer von den Wirkungen anderer Technologietransferarten getrennt werden können. Transferiert werden in vielen Fällen nicht Technologien oder Produkte, sondern Wissen, das es den Unternehmen ermöglicht, selber eigene marktnahe Innovationen zu entwickeln, mithin ihr eigenes Innovationspotential zu erweitern. Die Effektivität der verschiedenen Transfermechanismen und die Qualität der von den Forschungseinrichtungen erbrachten Leistungen (Lehre, Forschung, Service) bedingen sich gegenseitig. Diese Wirkungen sollen anhand der Pfeile verdeutlicht werden. So führen informelle Kontakte oft zu FuE-Aufträgen und Kooperationen (horizontale Wirkung).

Es besteht allgemein Konsens darüber, daß die Bereitstellung von Humankapital die wichtigste Hochschulleistung ist. Entscheidend für die Wirksamkeit des Humankapitals ist aber auch der Gesamtzusammenhang, also Rückkopplungen sowie Interdependenzen zwischen Humankapital, Forschung und Dienstleistung. So ist für Lewis Branscomb (1995), langjähriger Technologieberater mehrerer US-Präsidenten, letztlich die auf Innovationen gerichtete Ausbildung der Studenten der wichtigste Garant für die effektive Verknüpfung zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen. Die vertikalen Kombinationen zwischen Dienstleistung und Humankapital in den Spalten *FuE-Auftrag* und *Forschungsk Kooperation* weisen auf positive Wirkungen einer praxisorientierten Ausbildung auf das Humankapital hin, da das auf diese Weise

gebildete Humankapital anschließend den Unternehmen zur Verfügung steht. Die Unternehmen profitieren direkt - während der Auftragsarbeit oder Kooperation - und mit zeitlicher Verzögerung ein weiteres Mal vom Humankapital.

Die Verbindung von Humankapital und Personaltransfer steht für den Technologietransfer „über Köpfe“. Beiderseitiger Personalaustausch und der Wechsel von Hochschulabsolventen in Betriebe sowie von Praktikern in den Wissenschaftsbereich verweisen auf die Leistungsfähigkeit dieses Mechanismus. Hierunter fallen auch die technologieorientierten Unternehmensgründungen von Wissenschaftlern, die einen direkten Transfer von Innovationsideen in Forschungseinrichtungen und deren Umsetzung in Unternehmen darstellen. Kennzeichen für die Bedeutung von persönlichen Kontakten und Vertrauen, das im Rahmen von Forschungsarbeiten aufgebaut wird, sind die Koordinaten von *Forschung* mit *Personaltransfer*, *Forschungsk Kooperation* und *informellen Kontakten*. Über diese Beziehungen gelangt man zu Ansprechpartnern, zu denen Vertrauen besteht oder aufgebaut werden kann.

Gegenstand der Debatte über die neuen Aufgaben der Hochschulen sind vor allem die Dienstleistungen und ihr Beitrag zum Innovationserfolg der Unternehmen. Auftragsarbeiten wie die Fertigung eines Prototyps sind ein einseitiges, zugleich wirkungsvolles Instrument, Wissen zu übertragen und die Innovationskraft der Wirtschaft zu stärken. So erheben Vertreter der Wirtschaft verstärkt die Forderung nach Hochschulen als technische Dienstleister, z.B. Schmidheiny (1987). Dies wäre eine Ausdehnung des Dienstleistungs- auf den Forschungsbereich in Abbildung 1. Hier setzt die Kritik der Volkswirte ein, die die volkswirtschaftliche Bedeutung öffentlicher Forschung vor allem in der Produktion eines freien Gutes sehen. Die Forderung nach kommerzieller Verwertung der Forschungsergebnisse widerspricht zudem der geringen Aneignbarkeit, die die ursprüngliche Motivation für öffentliche Forschung war. Dasgupta und David (1994) und Feller (1990) warnen davor, daß intensivere Abstimmung der öffentlichen Forschung mit der Industrie mehr und mehr Hochschulressourcen von der Grundlagenforschung wegzögen und damit langfristig soziale Kosten verursachen. Rosenberg and Nelson (1994) und Brooks (1994) verweisen dagegen auf die gegenseitige Befruchtung von anwendungsorientierter Forschung und Grundlagenforschung. Ihnen zufolge stimuliere eine stärkere Zusammenarbeit der Hochschulen mit der Industrie langfristig auch den Fortschritt in der Grundlagenforschung. Diemel (1995) zeigt diese Wechselwirkung von theoretischer Forschung und praktischer Anwendung an der Beziehung von Thermodynamik und Kältetechnik in Deutschland. Gluck, Blumenthal und Stoto (1987) betonen am Beispiel der Biotechnologie die Bedeutung der Zusammenarbeit der Industrie mit öffentlichen Forschungseinrichtungen bei der Erschließung neuer Forschungsrichtungen.

Gerade im Falle neuartiger Technologien wird aber auch die Gefahr einer einseitigen von der Wirtschaft bestimmten Forschung deutlich. Es wird dabei nämlich nicht nur unterstellt, daß die Unternehmen immer wissen, welchen technologischen Entwicklungen sie folgen wollen, sondern auch welche Entwicklungspfade sich weltweit durchsetzen werden. Zufällige Entdeckungen aus der freien Forschung ohne Anwen-

dungsziel werden dabei von vornherein als nicht relevant für eine mögliche Umsetzung in Produkte und Prozesse eingeschätzt. Die Frage nach der Relevanz akademischer Forschung in Bereichen, in denen bestehende Unternehmen nicht aktiv sind, geht auch dann in falsche Richtung, wenn die Neugründung technologieorientierter Unternehmen als wichtiger Transfermechanismus für Innovationsideen neuer Technologien fungieren sollen.⁵ Die in den siebziger Jahren aufgekommene Vorstellung von der „Technologiehalde“ öffentlicher Forschung, die nur noch von der (zurückhaltenden) Wirtschaft genutzt zu werden bräuchte, kann allerdings nicht mehr aufrechterhalten werden. Gefragt werden muß nach den Bedingungen für eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die Anreize und Ziele beider Seiten nutzt, um den langfristigen volkswirtschaftlichen Nutzen zu erhöhen.

2.2 Zielsysteme von Wissenschaft und Wirtschaft

Die Analyse der Beziehungen zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen und Unternehmen hat in den letzten Jahren verstärkt die Aufmerksamkeit von Wissenschaft und Politik auf sich gezogen. In einer Reihe von Untersuchungen wurde auf die Bedeutung einer engeren Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft hingewiesen und Empfehlungen zur Verbesserung des Wissens- oder Technologietransfers ausgearbeitet.⁶ Die Erwartungen an Bildung, Forschung und Innovation als Bestimmungsfaktoren für Wachstum und Beschäftigung sind dabei stetig gestiegen, während die Anpassungsfähigkeit der öffentlichen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen an eine sich wandelnde Welt verstärkt diskutiert wird.⁷

Aus allzu großer Ferne betrachtet, kann der Eindruck entstehen, zwischen den Seiten Wissenschaft und Wirtschaft lägen Welten und eine tiefe Kluft verhindere eine fruchtbare Zusammenarbeit. Als Hemmnisse einer intensiveren Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und einer stärkeren Nutzung der wissenschaftlichen Ergebnisse öffentlicher Forschungseinrichtungen durch eine größere Anzahl von Unternehmen werden bürokratische Barrieren, hohe Kosten und vor allem die fehlende Marktnähe der Wissenschaftler genannt. Den staatlich finanzierten Forschungseinrichtungen wird zudem eine mangelhafte Koordination und ein unüberschaubares Leistungsangebot bescheinigt. Im Gegenzug verweisen Wissenschaftler auf eine Hol-

⁵ Wie z.B. im ZVEI-Gutachten (1994) diskutiert.

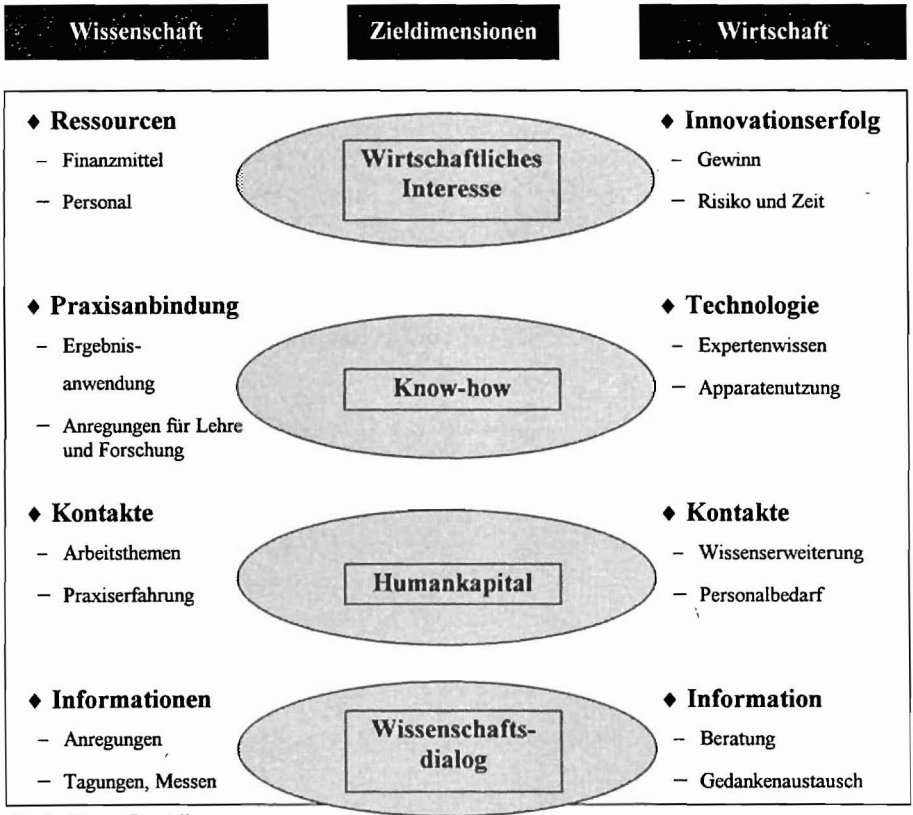
⁶ Neuere Arbeiten zum Technologietransfer von Forschungseinrichtungen in Deutschland sind von Prognos (1993), Reinhard und Schmalholz (1996), Staudt et al. (1991), GOPA (1994), McKinsey & Co (1989), Schroeder, Fuhrmann und Heering (1991) und GIB (1993) erstellt worden. Für einen Überblick internationaler Arbeiten siehe OECD (1993).

⁷ Siehe Bildungs- und forschungspolitische Schwerpunkte der bundesdeutschen Regierung, BMBF (1995a).

Schuld und Berührungängste der Unternehmen und, was noch schwerwiegender ist, daß die Betriebe ihr Interesse unpräzise oder gar nicht äußerten. Obendrein wird den Unternehmern oft ein mangelhaftes Innovationsmanagement attestiert.

Die gegensätzlichen Standpunkte und Meinungen verdeutlichen eine Reihe von Problemen, die bei der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse für die industrielle Nutzung auftreten; sie sind jedoch angesichts der Fülle von Beispielen einer erfolgreichen Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Unternehmern nicht unüberwindbar. Bei den Zielvorstellungen von Wirtschaft und Wissenschaft wird deutlich, daß beide Bereiche von gleichartigen Motiven geleitet werden, die sich zwar in den Ausprägungen unterscheiden, gleichwohl miteinander vereinbar sind.

Abbildung 2: Zielkonflikt versus Zielharmonie



Quelle: Eigene Darstellung

Beim Transfer technologischen Wissens in marktgängige Produkte stehen für beide Seiten, wie in Abbildung 2 angedeutet, primär *wirtschaftliche Interessen, der Erwerb von Know-how, die Qualifizierung des Humankapitals und der wissenschaftliche Dialog* als Ziele im Vordergrund. Die Harmonisierung der bestehenden Ausprägungsunterschiede dieser Merkmale und die Erarbeitung einer von beiden Seiten akzeptierten Leitlinie ist vor allem eine Frage des Lernens und der Erfahrung.

Eine Reihe erfolgreicher Kooperationen belegt eindrucksvoll die fruchtbare Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft und macht gleichzeitig deutlich, daß beim Teamwork von Unternehmer und Forscher Interessenskonflikte auftreten, die auch bei der innerbetriebliche Koordination verschiedener Unternehmenseinheiten, etwa von Vertrieb und Entwicklungsabteilung, zu beobachten sind. Gerade wenn es darum geht, Mitarbeiter in den betrieblichen Innovationsprozeß zu integrieren, deren vordringliche Aufgabe das Entdecken neuer Produkte und Prozesse und nicht der Markterfolg ist, sind besondere Koordinationsanstrengungen und Managementfähigkeiten gefragt. Erfolgreiche Unternehmer sind sich dieser Herausforderungen bewußt und bringen in der Regel ein hohes Maß an Verständnis für die Arbeitsweise der Wissenschaftler auf. Sie vermögen mit der Spezifik wissenschaftlichen Arbeitens umzugehen und greifen steuernd ein. Letztlich wird nicht nur das wirtschaftliche, sondern auch das wissenschaftliche Interesse der Forscher bei der Generierung neuer Produkte und Verfahren für das Unternehmen ausgenutzt.

Deshalb verwundert es auch nicht, daß es für viele Betriebe mittlerweile zu einer Selbstverständlichkeit geworden ist, bei technischen Problemen und Entwicklungsfragen den Rat der Wissenschaft einzuholen. Die Anfrage bei einem ihm persönlich bekannten Professor ist für manche Unternehmer nicht ungewöhnlicher als der Anruf bei einem Geschäftsfreund. Firmenbesitzer wie Manager, die so vorgehen, schätzen bald den direkten, vertrauensvollen Kontakt zu Wissenschaftlern. Mit der Zeit wächst das Verständnis für die Arbeitsweise der Wissenschaft und manche Praktiker finden Gefallen am strategisch orientierten Denken, das über das Tagesgeschäft hinausgeht. Erkenntnisse aus der Forschung werden so ohne Umweg in den betrieblichen Innovationsprozeß eingespeist.

Unternehmen, die erfolgreich vom Technologietransfer profitieren, sind in einen Netzwerk sozio-ökonomischer Beziehungen eingebettet, das ihnen einen besseren Zugang zu Forschungsergebnissen der Hochschulen bietet als Unternehmen, die sich außerhalb des Netzwerks befinden. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Übertragung von neuem, technisch verwertbarem Wissen überhaupt den Gesetzmäßigkeiten des Marktes folgt oder ob nicht ein Netzwerk-Ansatz geeigneter ist, die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktfähige Produkte zu beschreiben.

3. Technologietransfer von Hochschulen: Insider und Outsider

3.1 Marktprozeß oder Kooperationsnetzwerk?

In der Diskussion über die optimale Form des Zusammenwirkens von öffentlicher Forschung und Unternehmen treten zwei unterschiedliche Positionen auf: *Markt und Netzwerk*. Erstere geht von der Effektivität des Marktmechanismus für den Transfer von Forschungsergebnissen öffentlicher Forschung zu den Unternehmen aus. So wie technologisches Wissen, das in hochwertigen Maschinen oder forschungsintensiven Vorleistungen verkörpert ist, über den Gütermarkt gekauft wird, soll auch der Erwerb von unverkörpernten technischen Wissen, das aus den Ergebnissen der Forschung in öffentlichen Forschungseinrichtungen gewonnen werden kann, über einen „Markt für technologisches Wissen“ abgewickelt werden. Auf diesem Markt fungieren die Forschungseinrichtungen als Anbieter und die Unternehmen als Nachfrager für technisches Wissen, z.B. technische Problemlösungen. Dies geht einher mit dem nützlichen Effekt der optimalen Koordination von Angebot und Nachfrage. Im Marktsystem sorgen nämlich Anreiz- und Sanktionsmechanismen dafür, daß sich die Wirtschaftssubjekte aus eigenem Antrieb heraus Informationen beschaffen und die Entscheidungen treffen, die zu einer gesamtwirtschaftlich optimalen Abwicklung der Handlungen erforderlich sind. Zum anderen bildet sie den Rahmen für die Effizienzanalyse des Technologietransfers zu Unternehmen, u.a. bei den Studien von McKinsey & Co. (1989) und Staudt et al. (1991). Das Ergebnis der Analyse fällt dann in der Regel zu Lasten der Hochschulen aus, die nicht anwendungs- oder marktorientiert genug forschten, um einen effizienten Technologietransfer der Forschungsergebnisse an Unternehmen zu gewährleisten.

Gründe für das Nichtfunktionieren eines Marktes sind Störeinflüsse und Marktunvollkommenheiten vor allem Informationsdefizite. Im Fall des Technologietransfers werden hauptsächlich die Intransparenz des Angebotes und unzureichende Anreize der Wissenschaftsseite, ihr Angebot auf die Nachfrage einzurichten, dafür verantwortlich gemacht, daß Angebot und Nachfrage nicht zueinanderfinden. Die Befürworter des Marktmodells fordern dementsprechend einen Ausgleich dieser Marktunvollkommenheiten zur Verbesserung des Technologietransfers. Wege in diese Richtung wären zum einen eine stärkere Markttransparenz durch Informationsversorgung und Unterstützung des Austauschs durch Makler, die Angebot und Nachfrage koordinieren könnten, und zum anderen die Erhöhung der ökonomischen Anreize der Wissenschaftler, damit sie in ihre Forschungsprojekte Unternehmen einbeziehen.

Bei der Anwendungsorientierung geht es vorrangig um den Aspekt der Transferierbarkeit von technologischem Wissen. Die Forschungseinrichtungen verweisen auf ihre Veröffentlichungspraxis der Forschungsergebnisse, die es den Unternehmen, die willens und dazu in der Lage sind, ermöglicht, die Erträge öffentlicher Forschung für ihre Innovationen zu nutzen. Von der Unternehmensseite wird aber bemängelt, die

Forschungsergebnisse besonders der Hochschulen seien nicht anwendungsbezogen genug und daher für kleine Unternehmen ohne eigene Aktivitäten in der angewandten Forschung nicht adaptierbar und wenig hilfreich. Die Marktverfechter begründen dieses Transferhemmnis mit den zu geringen Anreizen der Wissenschaftler, ihre Ergebnisse in eine anwendungsnahe Form zu bringen. Den Unternehmen wird dabei meistens unterstellt, daß ihre Innovationsziele Anreiz genug sind, nach geeigneten externen Informationsquellen für Innovationen zu suchen. Die Forderung nach Nachfrageorientierung öffentlicher Forschung geht noch einen Schritt weiter. Hier wird von den Forschungseinrichtungen erwartet, auch dem bestehenden Bedarf für Problemlösungen bei den Unternehmen zu entsprechen.

Die andere Position sieht die Zusammenarbeit der öffentlichen Forschung mit den Unternehmen als *Kooperation*, bei der die gemeinsame Arbeit an einem Forschungsprojekt unter langfristigem Ausgleich der unterschiedlichen Interessen von Wissenschaftlern und Unternehmen gegenüber einer kurzfristigen Austauschbeziehung überwiegt. Vor allem beim Transfer von neuem oder implizitem Wissen eignet sich der Markt nur bedingt.⁸ Das Marktmodell des Technologietransfers greift zu kurz, wenn die Beziehungen zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen Kooperationsformen annehmen und die langfristige Zusammenarbeit als Erfolgsfaktor eines effektiven Technologietransfers identifiziert wird. Über die Effizienz von Forschungskoperationen entscheiden eine Reihe von ökonomischen und sozialen Faktoren, die in ein Marktmodell integriert werden müßten. Bei der Analyse der Informationsversorgung der Unternehmen stellt sich neben den Informationsdefiziten über Leistungsangebot und -bedarf gravierender das Problem der Asymmetrie des Wissens und der Furcht vor opportunistischem Verhalten des Kooperationspartners.

Die Ursache der Ineffizienz ist in der Existenz asymmetrischer Informationen begründet, die einzelnen Marktteilnehmern Freiräume gestattet und die Kontrolle der Handlungen erschwert.⁹ Das Phänomen *asymmetrischer Information* ist dadurch charakterisiert, daß von zwei Parteien, die miteinander kooperieren, eine über bessere Informationen verfügt als die andere. Die asymmetrischen Informationen sind dabei eine spezielle Erscheinungsform des Problems der unvollkommenen Information. Diese bestehen, da es nicht möglich ist bzw. zu nicht vertretbaren Kosten führt, alle relevanten Umweltzustände einer Handlung in einem (Kooperations-)Vertrag festzuhalten. Dadurch entstehen Unsicherheiten, die auf die Effizienz der Handlungen zurückfallen. Die asymmetrische Information wird deshalb auch als Verhaltensunsicherheit der Marktteilnehmer bezeichnet. Kann der besser Informierte sein Verhalten oder seinen

⁸ Vgl. Powell (1990), S.302 ff.

⁹ Vgl. auch den Übersichtsartikel von Spremann (1990).

Informationsvorsprung individuell formen, handelt es sich um *Moral Hazard*.¹⁰ Ein Unternehmen ist z.B. eine schlechter informierte Partei, da der Wissenschaftler in der Regel bessere Informationen hat und das Ergebnis eher beeinflussen kann als der Unternehmer. Bei Moral Hazard besteht die Möglichkeit, daß sich das Verhalten des besser Informierten nach Vertragsabschluß bzw. während der Zusammenarbeit ändert.

Innovationsprojekte sind mit einem hohen Risiko für die Unternehmen verbunden. Zum einen ist der Erfolg, d.h. die Entwicklung eines vermarktungsfähigen Produktes oder produktiveren Prozesses, nicht gewährleistet. Zum anderen ist die ausschließliche Nutzung oder teilweise exklusive Verwertung von Forschungsergebnissen durch die Beteiligten nicht immer gesichert, solange die Forschung im nicht patentierbaren Stadium verbleibt oder rechtlicher Schutz von Konkurrenten leicht umgangen werden kann. Zusätzlich zu diesen grundsätzlichen Unsicherheitsfaktoren bei Innovationsprojekten haften Austauschbeziehungen Verhaltensunsicherheiten der Technologienehmer an. Bei einem Austausch von technischem Wissen ist die Information über Qualität und Beschaffenheit der Leistung im Gut selbst enthalten. Diese asymmetrische Informationslage über das angebotene technologische Wissen kann durch den Informationsvorsprung des Technologiegebers opportunistisch ausgenutzt werden. Ein typisches Beispiel für Moral Hazard.

Aus diesen Gründen sind beim Transfer von technologischem Wissen höhere Kosten zu berücksichtigen, die zu den üblichen *Transaktionskosten* auf einem Markt materieller Güter durch den Aufwand bei der Kontaktaufnahme, der Geschäftsanbahnung, der Abwicklung und Risikostreuung sowie der Leistungskontrolle hinzukommen. Probleme der Organisation und Kommunikation treten auf, die durch Unsicherheiten im Handeln der Akteure hervorgerufen werden. Deshalb hat sich die Beziehung zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen bei erfolgreichen Technologietransferprojekten häufig lange vor dem Austausch entwickelt. Daraus folgt, daß bei praktisch allen Formen der Koordination des Technologietransfers erhöhte Anfangskosten für Zeitaufwand, Informationsversorgung, Organisation, Anpassung und Abwicklung der Tausch- und Kaufhandlungen sowie zum Aufbau einer Vertrauensbasis anfallen. Diese Kosten tragen wesentlich dazu bei, daß eine einfache Abwicklung des Technologietransfers auf einem Markt nicht möglich ist, sondern die Parteien eine langfristig angelegte Rentabilitätsrechnung unter Berücksichtigung all dieser Elemente und Unsicherheiten durchführen müßten. Zudem müßte die komplexe Kalkulation auf der Basis eines unbestimmten Planungshorizontes durchgeführt werden, da der Endzeitpunkt des Vorhabens, das wie auch immer definierte 'erfolgreiche' Ende, gerade bei anspruchsvollen FuE-Projekten nur schwer terminiert werden kann.

¹⁰ Der Begriff des "Moral Hazard" findet in der Literatur unterschiedliche Verwendung. Eine Übersicht über die in der Literatur verwendeten unterschiedlichen Definitionen bietet Mahr (1972).

Ein Marktsystem ist dann der beste Koordinationsmechanismus, wenn keine spezifischen Güter gehandelt werden, eine Vielzahl von geeigneten Partnern zur Verfügung steht, Informationsdefizite in Grenzen gehalten werden können und der Interessenaustausch ein Routinevorgang ist. Daraus wird deutlich, daß ein effizienter Koordinationsmechanismus um so eher gefunden werden kann, je allgemeiner die Verwendbarkeit der Güter, je größer die Zahl geeigneter Partner ist und je weniger Erfahrung und Vertrauen mit dem Partner unmittelbar verbunden sein müssen. Diese Anforderungen sind am ehesten bei relativ ausgereiften Produkten oder Verfahren zu erwarten; Voraussetzungen, die beim Technologietransfer nicht zugrunde liegen. Hierin liegt ein eher technisches Argument für den erfolgreichen Technologietransfer aus einer langfristigen Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen heraus. Die neuere Innovationsforschung hat erkannt, daß der reale Innovationsprozeß in der Regel nicht mehr als lineares Modell aufeinanderfolgender Innovationsphasen dargestellt werden kann, bei dem die Forschungsphase, die Produktentwicklung und das Produktdesign unabhängig voneinander nacheinander ablaufen.¹¹ Bei der Mehrzahl der Industrien oder Technologien sind die Phasen und Unterprozesse vielmehr rekursiv miteinander verwoben, bedingen sich gegenseitig und wiederholen sich in Reaktion auf die Lernergebnisse der folgenden Innovationsphasen. Dieses rekursive Modell des Innovationsprozesses impliziert eine langfristige Interaktion aller an der Innovationsentwicklung Beteiligten. Der Innovationsprozeß ist also nicht als reine Technologieübertragung zu verstehen, bei der Forschung und Innovation trennbar sind; Produkt und Prozeßentwicklungen, die zur Serien- bzw. Marktreife hinführen sollen, müssen dazu erst die Voraussetzungen erarbeiten, die in der Überlappung und der Rückkopplung mit den Forschungs- und Inventionstätigkeiten liegen.

Bei der Kooperation kann zwischen zwei Konzepten unterschieden werden. Werden die Kooperationspartner von unterschiedlichen Zielen geleitet, die sie aber durch einen Tausch innerhalb einer gemeinsamen Arbeit mit dem Partner jeweils realisieren können, liegt eine tauschorientierte oder *reziproke Kooperation* vor. Verfolgen die Partner dagegen gemeinsame Ziele und legen dazu Ressourcen zusammen, um den entstehenden Ertrag nach erfolgreicher Beendigung unter den Partnern aufzuteilen, kann von einer *redistributiven Kooperation* gesprochen werden.¹² Das erste Kooperationsmodell wird bevorzugt, wenn hohe Transaktionskosten zwischen Marktakteuren auftreten, die nicht in einem Unternehmen integriert werden können. Dieser Kooperationsstyp bleibt also eine ökonomische Austauschbeziehung zwischen Anbietern und Nachfragern. Der Unterschied zum reinen Markt besteht hier lediglich in der Längerfristigkeit der Beziehung und dem Verdrängen des Preises als entscheidendes Koordinationsinstrument.

¹¹ Vgl. Kline und Rosenberg (1986).

¹² Vgl. Roterling (1993), S. 53 f.

Die Aufnahme von technologischem Wissen aus Hochschulen durch Unternehmen entspricht etwa einer vertikalen FuE-Kooperation zwischen Lieferanten und Kunden. Der Verweis auf die Kooperation als Koordinationstyp zwischen Technologieanbietern und -nachfragern hebt das Verhaltensmodell des ökonomisch und eigennützig Handelnden also noch nicht auf. Erst dann, wenn der kulturelle und soziale Kontext der Kooperationen ins Spiel gebracht wird, entfernen sich die kooperierenden Akteure von dem reinen Transaktionskostenminimierer. Beim Wissenschaftstransfer befinden wir uns also nicht auf einem Punkt zwischen Markt und Hierarchie, sondern können dieses Kontinuum verlassen.¹³ Es geht auch nicht ausschließlich um die Verantwortungsfrage zwischen Hol- und Bringschuld. Der entscheidende Schritt beim Netzwerkansatz ist vielmehr, die einfache Architektonik hinter sich zu lassen und Lösungen jenseits der Markt-Hierarchie- und Hol-Bringschuld-Dichotomien zu suchen. Hier nimmt die Rede vom Netzwerk darauf Bezug, daß die im Unternehmen handelnden Personen eingebettet sind in Beziehungen zu ihrem sozialen Umfeld, z.B. zu Kunden und Lieferanten, die ihr wirtschaftliches Verhalten beeinflussen. Dieses sozio-ökonomische Netzwerk bezieht nach Thierstein und Egger (1995) auch Verbände und öffentliche Akteure wie Behörden und Wirtschaftsförderungseinrichtungen stärker ein.¹⁴

Daß diese soziale Komponente eine Rolle spielt, wird besonders bei der Analyse der Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Unternehmen deutlich. Bei der Durchsicht verschiedener Studien und Evaluationsgutachten zum Technologietransfer von Forschungseinrichtungen zu kleinen und mittleren Unternehmen wird immer wieder - unabhängig von der institutionellen Ausgestaltung des untersuchten Technologietransfers - der Erfolgsfaktor der persönlichen Beziehung zwischen Wissenschaftlern und Unternehmensvertretern hervorgehoben. So kommt bei Corsten (1986) dem Faktor „Persönliche Interaktion und Vertrauen“ die größte Bedeutung bei der Zusammenarbeit mit Universitätsinstituten zu. Die Unternehmensberatung McKinsey kommt bei ihrer Unternehmensbefragung zum Schluß: „In allen Fällen kommt dem direkten persönlichen Kontakt zwischen Technologiegeber und -nehmer eine entscheidende Be-

¹³ Das Netzwerkmodell unterscheidet sich u.a. vom Transaktionskostenansatz dadurch, daß die sozio-ökonomischen Beziehungen des Netzwerkes strenggenommen nicht eine Zwischenform zwischen Markt und Hierarchie sind, sondern sich in allen Organisationsformen herausbilden und diese überlagern. Siehe dazu Johanson und Mattsson (1987).

¹⁴ Als extreme Variante des sozio-ökonomischen Netzwerkes ist ein Nationales bzw. Internationales Innovationssystem denkbar, wie es in den Arbeiten von Freeman, Lundvall, Nelson oder Porter geschieht. So spricht beispielsweise Lundvall (1992) von einem Innovationssystem als der Verflechtung von Elementen und Beziehungen, die bei der Generierung, Diffusion und der Anwendung von neuem, ökonomisch relevantem Wissen aufeinander wirken. Zu Arbeiten, die sich dem nationalen Innovationssystem widmen, vgl. auch Freeman (1974), (1988), (1990), Nelson (1988), (1993), Nelson und Rosenberg (1993), Porter (1990), McKelvey (1991), Patel und Pavitt (1994).

deutung zu“. Die OECD schließlich faßt Studien verschiedenen Ländern über Kooperationen zwischen Hochschulen und kleinen und mittleren Unternehmen so zusammen: „the SMEs much prefer personal and informal links to formal systems for satisfying their needs for technological information.“¹⁵ In von uns durchgeführten Fallstudien¹⁶ verwiesen mittelständische Unternehmen bei der Frage, warum Sie keine Bedenken davor hätten, daß ihr Kooperationspartner gemeinsames Wissen an andere Unternehmen weitergibt, häufig auf das Vertrauen, daß sie dem Wissenschaftler entgegen brächten und nicht auf vertragliche oder transaktionskostenanaloge Bedingungen. Granovetter (1985) weist darauf hin, daß Vertrauen nicht dadurch gebildet wird, daß die ökonomische Beziehung wegen hoher Transaktionskosten längerfristig angelegt ist und damit der Schutz vor opportunistischem Verhalten des Kooperationspartners gewährleistet ist. Vielmehr bilden Kostenkalküle ein Substitut für Vertrauen.

Wenn aber das Vertrauen bei der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftler und Unternehmen besonders wichtig ist, gehört die vertrauensbildende persönliche Interaktion, bei der erst ein sozialer Kontext zwischen den Partnern aufgebaut wird, notwendig dazu. Es spielen also sowohl ökonomische und technische Gründe als auch der soziale Kontext beim erfolgreichen Technologietransfer in Form von Kooperationen mit öffentlichen Forschungseinrichtungen eine Rolle. Zusammengefaßt ist die Wissensübertragung in die Unternehmen in einer langfristigen persönlichen Beziehung besser, da sie

- a) in der Regel billiger ist;
- b) in einem rekursiven Innovationsprozeß eingebettet ist und das Wissen nicht formalisiert sein muß;
- c) es in einer kontinuierlichen Beziehung einen ökonomischen Anreiz gegen opportunistisches Verhalten gibt;
- d) neben den ökonomischen Motiven die soziale Komponente das für b) und c) notwendige Vertrauen schafft.

Den Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Unternehmen allein mit den Transaktionskosten für die Kontaktaufnahme, die Abwicklung, den Risikoschutz und die Leistungskontrolle zu erklären, reicht jedoch nicht aus. Das Zielsystem der Wissenschaftler in Abbildung 2 spart gerade die persönlichen pekuniären Interessen aus. Wissenschaftler sind nicht typisch als Prototyp des opportunistischen Einkommensmaximierers, obwohl auch sie materielle Interessen haben. Vielmehr darf vermutet

¹⁵ OECD (1993), S. 45.

¹⁶ Beise, Licht und Spielkamp (1995), S. 47-58.

werden, daß bei den Forschern die wissenschaftliche Erkenntnis zumindest ebenso wichtig ist wie der finanzielle Anreiz. Es bleibt also zu fragen, ob genug Anreize für Wissenschaftler bestehen, mit Unternehmen zu kooperieren. Daraus ergeben sich auch Hinweise für die Gestaltung der Förderung des Technologietransfers auf seiten der Wissenschaft. Wenn die bestehenden Anreize nicht ausreichen, folgt daraus, daß die Finanzierung der Forschung an öffentlichen Forschungseinrichtungen stärker an eine Zusammenarbeit mit Unternehmen zu koppeln ist. Es soll hier jedoch auch gezeigt werden, daß die Zielsysteme von Wissenschaft und Wirtschaft nicht nur in der finanziellen Dimension vereinbar sind, sondern vielmehr die Zusammenarbeit in der Regel auch wissenschaftliche Ziele unterstützt, mithin für den Wissenschaftler auch unter diesem Aspekt attraktiv ist.

3.2 Unternehmenstypen im Insider-Outsider-Ansatz

Es bleibt neben allen Modellvorstellungen der Beziehung zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen die Frage, wie das Kooperationsnetzwerk zu einem intensiven Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen führt und wie es sich erweitern läßt. Technologietransfer funktioniert in vielen Fällen gut und die beteiligten Wissenschaftler und Unternehmen sehen dabei wenig Probleme, die sich nicht aus dem grundsätzlichen Spannungsfeld von wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Prioritäten ergäben. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Unternehmen, die durchaus von der öffentlichen Forschung profitieren wollen, aber etliche Hemmnisse beim Zugang zu Forschungseinrichtungen vorbringen, wie z.B. Informationsdefizite und geringe Anwendungsnahe der Forschung.

Die zu beobachtende Spaltung der Betriebe, insbesondere der kleinen und mittleren Unternehmen in jene, die erfolgreich am Technologietransfer partizipieren, und andere, die noch keinen Anschluß an den Wissenschaftsbereich gefunden haben und noch keine kontinuierlichen Kontakte mit Wissenschaftlern haben, läßt sich innerhalb des Netzwerkansatzes mit einem *Insider-Outsider-Modell*¹⁷ beschreiben. Die Zweiteilung diskriminiert zwischen den Netzwerkinsidern, die Technologietransferorientierten, und den Technologietransferinteressierten und -uninteressierten Unternehmen als Netzwerkoutsider. Mit dem Begriff der *Technologietransferorientierung* wird auf die

¹⁷ Der Begriff der Insider-Outsider-Theorie kommt aus der Arbeitsmarkttheorie. Im Rahmen dieser Ansätze versucht man, die Ursachen von Arbeitslosigkeit aus dem Verhalten der Personen mit und ohne Beschäftigung zu erklären und insbesondere Verharrungstendenzen zu erläutern (Hystereses). Ein wesentlicher Gedanke ist, daß durch die Orientierung der Insider und deren Interessenverteter (Gewerkschaften) vornehmlich an eigenen Zielen die Situation der Outsider, der Arbeitssuchenden beeinflusst wird. Vgl. Lindbeck und Snower (1986), Franz (1991).

Fähigkeit und Intensität, externes technisches Wissen von wissenschaftlichen Institutionen aufzunehmen, hingewiesen.¹⁸

Die Insider oder Technologietransferorientierten Unternehmen zeichnet aus, daß sie vertrauensvolle Kontakte zu ausgewählten Wissenschaftlern halten und über einen Erfahrungsschatz im Umgang mit der Wissenschaft verfügen. Sie nutzen vielfältige Formen der technologischen Zusammenarbeit, greifen neue Technologien auf und haben keine Bedenken bei erfolgversprechenden größeren Projekten; sowohl in finanzieller als auch personeller Hinsicht.¹⁹ Deutliches Zeichen ihrer Kompetenz und Selbständigkeit ist der gerade Weg auf den geeigneten Partner zu: Vermittler werden von ihnen nicht in Anspruch genommen.

Besondere Merkmale der Technologietransferinteressierten und -uninteressierten sind hingegen, daß sie zwar mehr oder weniger stark die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung auch für ihr Unternehmen sehen, aber Informationsdefizite, Angst vor Know-how-Abfluß und fehlende Kontaktmöglichkeiten zur Zurückhaltung führen. Zumindest die Interessierten würden gerne an der öffentlichen Forschung partizipieren. Für diese Gruppe gewinnen Institutionen im regionalen Umfeld als Einstiegshilfen und Multiplikatoren an Relevanz. Bei den Uninteressierten überwiegen die Vorurteile gegenüber der Forschung. Unzuverlässigkeit, fehlende Praxisnähe gepaart mit leichter Ignoranz bestärken die Unternehmen in ihrem Glauben, ohne externe Hilfen dem Konkurrenzdruck standhalten zu können.

Auch die Ansichten über das Risiko des Know-how-Verlustes bei Kooperationen mit Wissenschaftlern sind verschieden. Outsider, die über wettbewerbsentscheidendes Know-how verfügen, schätzen das Risiko, diesen Wissensvorsprung an Konkurrenten oder potentielle Wettbewerber (z.B. Unternehmensgründung der Wissenschaftler) zu verlieren häufig höher ein als Insider. Letztere verweisen demgegenüber bei ihren fortdauernden Kooperationspartnern auf das gewachsene Vertrauensverhältnis, bei denen dieses Risiko gering ist. Hier senkt die Langfristigkeit der Zusammenarbeit und die Vertrauensbildung der persönlichen Kontakte die Gefahr opportunistischen Verhaltens der Wissenschaftler, in vielen Fällen einfach deshalb, weil die Unternehmen erkennen, daß die Vorstellungen der Wissenschaftler und ihre eigenen gar nicht so weit auseinander liegen.

¹⁸ Im Grünbuch zur Innovation (Europäische Kommission 1995) sind im Anhang in den Tabellen 31 bis 33 alternative Abgrenzungsmöglichkeiten dargestellt.

¹⁹ Die konkrete Ausgestaltung des Technologietransfers wie Lizenz, Vertrag, informelle Vereinbarung ist dagegen eher zweitrangig. Bidault und Fischer (1994) kommen zum Ergebnis, daß sich alle technologischen Transaktionen aus einem Netzwerk entwickeln und nicht dem Marktmodell entsprechen.

Innerhalb des Netzwerkes bestehen mehr oder weniger starke Verbindungen und Vertrauensverhältnisse, die dazu führen, daß die Informationskosten des Verbundsystems gesenkt werden. Insider erlangen weitere Kontakte zu anderen Wissenschaftlern durch Vermittlung über ihre bestehenden Beziehungen, durch den Kontakt auf wissenschaftlichen Kongressen oder einfach durch ihre höhere Informationskompetenz innerhalb des Wissenschaftsbereichs. Die hohen Kosten bei der Partnersuche und beim Aufbau von Vertrauensverhältnissen stärken hier als Ein- und Austrittbarrieren die Stabilität eines Netzwerkes. Die soziologische Komponente wiederum korrespondiert mit dem transaktionskostenökonomischen Argument. Je stärker der Einfluß sozio-ökonomischer Netzwerke beim Zusammenspiel zwischen Akteuren ist, desto schwieriger ist der Zugang zu Informationen, die innerhalb des Netzwerkes ausgetauscht werden. So weist Powell (1990) auf die Wirkung der Netzwerke und auf den Partikularismus der am Netzwerk Beteiligten hin: „By establishing enduring patterns of repeat trading, networks restrict access. Opportunities are thus foreclosed to newcomers, either intentionally or more subtly through such barriers as unwritten rules or informal codes of conduct.“²⁰

Die Anzahl der Unternehmen, zu denen Wissenschaftler vertrauensvolle Kooperationskontakte unterhalten ist grundsätzlich begrenzt, wenn angenommen wird, daß jeder Netzwerkakteur maximal 7 bis 10 intensiven persönlichen Beziehungen unterhalten kann.²¹ Zudem können in der Regel nicht zwei Unternehmen, die im Wettbewerb miteinander stehen, über gute Kontakte zum selben Wissenschaftler verfügen. Gibt es mehr interessierte Unternehmen, die vom kooperativen Technologietransfer profitieren möchten, als Wissenschaftler, müßten die Unternehmen letztlich um Kontakte der Wissenschaftler konkurrieren. Nur in wenigen Fällen scheint eine echte Sättigung der Wissenschaftler erreicht zu sein, wenn z.B. nur wenige Forscher in einem hochspezialisierten Forschungsgebiet für Kooperationen in Frage kommen. Neben den eigenen Defiziten für die Outsider kommt aber erschwerend hinzu, daß die Insider wie auch manche vermittelnde Transferstelle, die Sensibilität für die Zugangsprobleme und die Anbahnung des ersten Kontakts verloren haben. Dies trifft auch für verschiedene Anbieter von technologischem Wissen zu, die häufig durch ihre Netzwerkaktivitäten ausgelastet sind oder keinen Bedarf an weiteren Engagements haben.

Der Zugang zu verschiedenen Ressourcen und die Möglichkeit, das Wissen mehrerer Beteiligter nutzen zu können, vergrößert die Reaktionsfähigkeit und Flexibilität. Haben die Unternehmen Zutritt zum wissenschaftlichen Netzwerk gefunden, wird die Kontaktaufnahme zu weiteren wissenschaftlichen Stellen über bestehende Beziehungen gesucht. Da das Netzwerk hauptsächlich aus informellen Beziehungen und weniger aus formalisierten Vertragsverhältnissen besteht oder erstere letztere dominieren,

²⁰ Powell (1990), S. 305.

²¹ Vgl. OECD (1993), S. 58.

ergibt sich nicht die Aufgabe einer zentralen Steuerung des Netzwerkes. Das Netzwerk organisiert oder 'managed' sich selbst. Insider sind über die Forschungsprojekte der ihnen bekannten wissenschaftlichen Einrichtungen informiert. Auf der anderen Seite sind die Innovationsziele und laufende oder geplante Innovationsprojekte dieser Unternehmen häufig auch bei Wissenschaftlern bekannt. Es hat sich eine stabile Kommunikation zwischen diesen Unternehmen und Wissenschaftlern etabliert.

Innerhalb der Insider-Outsider-Hypothese gibt es folgende Erklärung dafür, daß Wissenschaftler und Unternehmen des sozio-ökonomischen Netzwerkes Anreize zur Zusammenarbeit haben, Outsider auf beiden Seiten sich gegenseitig ungenügende Anreize vorwerfen. Wissenschaftler und Unternehmen verfolgen auf den ersten Blick unterschiedliche Ziele bei einer Zusammenarbeit²², die aber in eine Zielverträglichkeit oder sogar eine annähernde Zielidentität übergehen können.²³ Wissenschaftler, die laufend mit Unternehmen kooperieren, ziehen ihren Nutzen nicht nur aus dem Zufluß von Drittmitteln, sondern auch aus der Kooperation selbst. Die Ziele, die von Unternehmen und Wissenschaftlern verfolgt werden, gleichen sich bei langfristigen Kontakten und häufiger Zusammenarbeit an: beide Seiten haben die Entwicklung von neuartigen und leistungsfähigen Produkten vor Augen und weniger ihre Partikularinteressen, wie dies vor allem bei Auftragsarbeiten der Fall ist. Bei der Beziehung von Unternehmen und Wissenschaftler ist damit nicht grundsätzlich von einem einseitigen Kunden-Lieferanten- oder Technologiegeber-Technologienehmer-Verhältnis auszugehen. In der Medizintechnik könnte man beispielsweise das Verhältnis auch genau umgekehrt beschreiben. Hier sind die Universitätskliniken eher die Kunden, die bei der Entwicklung neuer Instrumente maßgebliche Kooperationspartner sind. Durch die Zielkomplementarität nimmt die Kooperation einen eher redistributiven Charakter an, ähnlich einer horizontalen Allianz zwischen Unternehmen. Das kollektive Verhalten basiert auf einem gemeinsamen Interesse, beide Seiten partizipieren am Erfolg und befriedigen daraus ihren individuellen Nutzen.

Besteht nun in der Frage der Anwendungs- und Nachfrageorientierung der Forschung eine Bringschuld der Hochschulen, d.h. müssen Universitäten für die Unternehmen geeignetes technisches Wissen generieren und es diesen anbieten, oder haben KMU eine Holschuld, die nicht nur eine spezifische Problem- und Interessendefinition, sondern auch eine Adaption der Forschungsergebnisse bis zum serienreifen Produkt im Unternehmen erfordert? In der Kooperationspraxis kommen jegliche Formen der Produktnähe vor. So werden auch Produkte und Verfahren vollständig im Hochschulinsti-

²² Töpfer (1990) zählt mögliche Ziele von Hochschulen bei Kooperationen mit Unternehmen auf: so den Zugang zu aktuellen Problemstellungen, die Überprüfung theoretischer Erkenntnisse auf ihre praktische Umsetzbarkeit und die Anreicherung der Lehre durch entsprechende Fallbeispiele. Siehe Töpfer (1990), S. 253.

²³ Siehe auch Abschnitt 2.2.

tut entwickelt. Transferiert wird aber oft nur naturwissenschaftliches und technisches Wissen, daß es den Unternehmen ermöglicht, Innovationen im Unternehmen zu realisieren.²⁴ Oder Unternehmen greifen Inventionen noch vor dem Prototypstadium auf und entwickeln neue Produkte und Verfahren im Unternehmen weiter. Diese Unternehmen wollen in der Regel dabei auch so vorgehen,²⁵ da nur sie die entscheidenden Marktanforderungen an Produktdesign und Qualität durch die Kundenkontakte kennen. Die Marktcompetenz liegt eindeutig auf seiten der Unternehmen. Gerade Unternehmen, die erfolgreich mit Hochschulen in der Forschung kooperieren, erwarten von der Kooperation häufig wissenschaftliche Unterstützung, die zumindest ihre kaufmännischen Restriktionen ernst nimmt. Auch bei einigen Unternehmen in grundlagenforschungintensiven Branchen, z.B. der Chemieindustrie, scheint die Transferierbarkeit neuen Wissens weniger ein Problem der 'Anwendungsnähe' der Forschung öffentlicher Einrichtungen zu sein. Der Unterschied liegt hier in der langwährenden Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. Letztlich spielt sich die Abstimmung zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen darüber, wer welche Aktivitäten im Innovationsprozeß übernimmt, in einer längeren Kooperationspraxis ein. In dieser Kooperationspraxis lernen die Unternehmen, wissenschaftliche Forschungsergebnisse für sich zu nutzen. Über die informellen Beziehungen strömen ihnen Anregungen zu, sie geben Spielraum für Assoziationen neuer Innovationsprojekte.

Es besteht also weiterhin eine Arbeitsteilung in der Forschung und Entwicklung zwischen Wissenschaft und Industrie. Aber die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im wissenschaftlichen Institut und im Unternehmen orientieren sich aneinander. Einerseits kennen Wissenschaftler die aktuellen Problemstellungen der Industrie und richten entweder ihre Forschungsinhalte danach aus oder verknüpfen Forschungsergebnisse mit möglichen Anwendungen.²⁵ Andererseits werden die Verantwortlichen in den Unternehmen in die Forschungsprojekte der Wissenschaftler einbezogen oder laufend darüber informiert. Diese Arbeitsteilung wird von beiden Seiten akzeptiert und kann dann effektiv, d.h. verbunden mit einem Innovationserfolg, wirken. Die Forschung in öffentlichen Institutionen und Unternehmen ist dann langfristig rekursiv miteinander verbunden. Beide profitieren von den Ergebnissen des anderen und die Lenkung der Forschung in bezug auf die Anwendungsrichtung stimmt sich selbsttätig ab. Die Dualität von Hol- und Bringschuld in der Forschung ist damit, d.h. mit diesem adaptiven Prozeß²⁶ überwunden. Die Frage ist mithin nicht, wie weit öffentliche Wis-

²⁴ „What actually gets transferred is often the knowledge that enables the company to develop a product, and not necessarily the end product“, Bloedon und Strokes (1994), S. 44.

²⁵ So berichtet Mansfield (1995), daß Wissenschaftler, die mit Unternehmen zusammenarbeiten, dadurch auch innerhalb ihrer staatlich finanzierten Forschung die Problemstellungen in der Wirtschaft einfließen.

²⁶ Johanson und Mattsson (1987), S. 37.

senschaftseinrichtungen 'an das Serienprodukt heran' forschen sollen; es kommt vielmehr zum einen auf die Kommunikation und Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und zum anderen auf die Vielfältigkeit der Formen des Transferangebotes an.

Demgegenüber besteht die Kommunikation zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und den Outsidern eher selten oder sporadisch. Es fehlt das gegenseitige Verstehen, nicht im inhaltlichen oder sprachlichen Sinne, sondern in bezug auf Interessen, Ziele oder Motivationen des jeweiligen Partners. Dies ist für eine funktionierende Kommunikation zwischen Akteuren erforderlich, die nicht über die gleichen Interessen, Ziele oder Motivationen verfügen. Wie die Analyse dargelegt hat, haben Outsider Probleme, Anschluß an das Netzwerk zu finden, also Insider zu werden. Die Outsider haben aber auch oft unbegründete Vorstellungen vom Ablauf des Transfers, den sie zum eigenen Schutz als Bringschuld der öffentlichen Einrichtungen definieren, während Insider es akzeptieren, selbst aktiv zu sein. Outsider bleiben in der Regel durch unzureichendes Innovationsmanagement, mangelnde Problemkompetenz und knappe personelle und finanzielle Ressourcen, aber auch durch Informationsdefizite über das Technologietransferangebot in der Außenseiterposition. Wenn Technologietransfer z.B. in bestimmten Technologiefeldern nicht funktioniert, liegt das an dem oft hervorgehobenen „Kommunikationsproblem“ zwischen Outsidern auf beiden Seiten. Die Umformulierung des Anreizproblems im Rahmen des Insider-Outsider-Ansatzes ergibt ein Anreizdefizit zur Aufnahme von Kontakten auf beiden Seiten, von Wirtschaft und Wissenschaft. Eine Intensivierung des Technologietransfers ergäbe sich damit vor allen durch die Erhöhung der Anreize der bisher noch nicht kooperierenden Wissenschaftler, mit Unternehmen zusammenzuarbeiten, und durch eine Senkung der Anbahnungskosten, die sich zusammensetzen aus:

- a) Informationskosten
- b) Lernkosten und Kosten des Vertrauensaufbaus
- c) Adaptionskosten.

4. Empirische Befunde zum Insider-Outsider-Ansatz

Unter Verwendung der Daten des Mannheimer Innovationspanels²⁷ können die theoretischen Überlegungen zum Technologietransfer von Hochschulen an Unternehmen veranschaulicht werden. Dazu bietet es sich zunächst an, die Verteilung der Unternehmen, die als Insider bezeichnet werden können, auf verschiedene Wirtschaftszweige zu betrachten. Die Verknüpfung der Informationen Kooperationsneigung und Branchenzugehörigkeit läßt die Schwerpunkte des Technologietransfers erkennen und ermöglicht eine quantitative, technikbezogene Abschätzung der Zusammenarbeit von Hochschulen und Unternehmen. Zudem wird der Versuch unternommen, den Anteil von Unternehmen abzuschätzen, die zwar noch zu den Outsidern zählen, aber potentiell Insider werden könnten. Die Abgrenzung des latent vorhandenen Insiderpotentials beruht auf der Erfassung von Unternehmen, die im Betrieb eigene FuE-Kapazitäten besitzen und Ergebnisse der universitären Forschung für ihre Innovationen nutzen, ohne jedoch mit Hochschulen kontinuierlich in FuE zu kooperieren. Abschließend widmen wir uns den Fragen, inwieweit die regionale Nähe zur Hochschule Einfluß darauf hat, daß ein Unternehmen zum Kreis der Insider zählt und ob dieser Effekt in Zusammenhang mit der Unternehmensgröße steht.

4.1 Verteilung der Insider nach Wirtschaftszweigen und Netzwerkpotentiale

In der ersten Erhebung des Mannheimer Innovationspanels wurden die Unternehmen im Jahr 1993 danach gefragt, ob und mit welchen Partnern sie im vorangegangenen Jahr in FuE kooperiert haben. Ausdrücklich wurde bei dieser Frage Wert auf die Betonung der aktiven Zusammenarbeit gelegt, um dadurch die Vergabe von reinen FuE-Auftragsarbeiten auszuschließen. In Verbindung mit der Zugehörigkeit der Unternehmen zu verschiedenen Wirtschaftssektoren kann dadurch der Anteil der Insider identifiziert werden. Um Anhaltspunkte über weitere Kandidaten zu bekommen, die potentiell an einer Zusammenarbeit mit einer Hochschule interessiert sind, wurden die Forschungsintensität der Unternehmen und die Aussage, daß die Hochschule eine wichtige Informationsquelle für Innovationen der Unternehmen darstellt, ausgewertet. Die eigenen FuE-Aktivitäten des Unternehmens können sowohl für die Formulierung der wissenschaftlichen Fragestellungen als auch für die Absorptionsfähigkeit der Forschungsergebnisse im Unternehmen wichtig sein. Die Forschungsintensität ist zudem ein Indikator für die Wissenschaftsnähe der Innovationsaktivitäten der Unternehmen.

²⁷ Das Mannheimer Innovationspanel ist ein Teil der von der EU-Kommission initiierten europäischen Community Innovation Surveys. Grundlage für die Erhebung ist das Oslo-Handbuch der OECD, auf dessen Basis ein für die EU-Länder harmonisierter Fragebogen entwickelt wurde. Insgesamt wurde im Jahr 1993 eine nach Unternehmensgrößen und Branchen repräsentative Stichprobe mit gut 13.300 Unternehmen befragt. Siehe auch Harhoff und Licht (1994).

Unsere statistischen Auswertungen zeigen einen starken Zusammenhang zwischen der FuE-Tätigkeit in den Unternehmen und der Kooperationswahrscheinlichkeit.²⁸ Es zeigt sich, daß FuE-Kooperationen vor allem von kleinen Unternehmen in der Regel komplementär und nicht substitutiv zu den eigenen FuE-Aktivitäten stehen und nicht als make-or-buy-Entscheidung zu verstehen sind. Die Zusammenarbeit vermag mithin nur bedingt, FuE-Defizite der Unternehmen auszugleichen. Sie gibt den Unternehmen vielmehr die komplementäre wissenschaftliche Unterstützung zu ihren eigenen Innovationsanstrengungen. Dies wird auch durch die Beobachtung bestätigt, daß FuE-Kooperationen zu einem Anstieg der FuE-Aufwendungen der Unternehmen führen und nicht zu einem Einspareffekt.²⁹

Die Bedeutung der Hochschulen als Informationsquelle für die Innovationen des Unternehmens ist ein Indikator für die Relevanz der Hochschulforschung für den Produktbereich oder die Produktionsverfahren des Unternehmens. So ist die Bedeutung wissenschaftlicher Informationen von Forschungseinrichtungen für Unternehmen auch hochkorreliert mit deren Kooperationsneigung. Unternehmen, die selbst FuE betreiben und den Forschungsergebnissen von Hochschulen eine Bedeutung für ihre Innovationen beimessen, werden als Abschätzung für die Gruppe der Technologietransferinteressierten herangezogen.

Die Anteile von Unternehmen, die mit einer Hochschule bei FuE-Projekten kooperieren, streuen zwischen gut 40 Prozent in der Spitze und 2 Prozent am unteren Ende. Die höchsten Kooperationsanteile liegen bei Unternehmen aus den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (Tabelle 1) Nachrichtentechnik, der Medizin, Meß- und Regelungstechnik und der Pharmazie und den weniger forschungsintensiven Bereichen Metallerzeugung, Textilgewerbe und sonstiger Fahrzeugbau (Schiff- und Schienenfahrzeugbau). Einige Branchen weisen einen hohen Anteil von kooperierenden Unternehmen an der Gesamtzahl der Unternehmen auf, die Forschungsergebnisse der Hochschulen nutzen (hell schraffierte Wirtschaftszweige). Hier ist die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft am höchsten ausgeprägt. In Wirtschaftszweigen, die einen geringen Anteil kooperierender Unternehmen haben, in denen aber viele Unternehmen die Hochschulen als wichtige Informationsquelle angeben (vor allem die dunkelschraffierten untersten Wirtschaftszweige in Tabelle 1), findet der Technologietransfer in der Regel über Vorleistungen statt, so bei den Herstellern von Kunststoffwaren oder im Bekleidungsgewerbe, oder der Kontakt zur Hochschule ist unterentwickelt, wie z. B. bei den Herstellern von Büromaschinen vermutet werden

²⁸ Zur modellstatistischen Auswertung auf der Basis eines geordneten Probit-Modells siehe Beise, Licht und Spielkamp (1995), Anhang A, S. 123 ff.

²⁹ Vgl. die Untersuchung von König, Licht und Staat (1994) auf Grundlage des Mannheimer Innovationspanels und Berman (1990).

kann. In beiden Fällen besteht hier ein Potential für die engere Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen und Hochschulen.

Tabelle 1: Kooperationsanteile und -potentiale FuE betreibender Unternehmen nach Wirtschaftszweigen (in Prozent)

Wirtschaftszweige	Unternehmen mit FuE-Kooperationen mit Hochschulen in 1992	Unternehmen, die Ergebnisse der Hochschulforschung nutzen	Durchschnittliche FuE-Intensität* der Unternehmen
Nachrichtentechnik	44	62	19,4
Spezialmaschinenbau	41	62	12,3
Metallerzeugung u. -bearb.	25	71	3,8
Pharmazie	25	52	10,6
Medizin-, Meßtechnik, Optik	24	48	18,5
Fahrzeugbau ohne Kfz	24	87	4,1
Textilgewerbe	22	55	7,8
Glas, Keramik, Steine	20	50	5,2
Chemiefasern, Grundstoffe	18	55	11,3
Allgemeiner Maschinenbau	18	56	7,4
Gummiwaren	16	52	2,2
Ernährungsgewerbe, Tabak	16	30	9,0
Straßenfahrzeugbau	16	51	8,4
Allgemeine Elektrotechnik	14	37	12,3
Stahl- u. Leichtmetallbau	12	32	8,7
Waschmittel, Körperpflege	12	39	6,2
Haushaltsgeräte	12	86	2,3
Eisen, Blech u. Metall	10	52	6,6
Möbel, Schmuck, Musik	8	41	5,9
Büromaschinen, ADV	5	44	27,1
Kunststoffwaren	4	42	-
Holz-, Papiergewerbe	3	47	2,7
Bekleidung, Leder	2	46	4,9

* FuE-Personal pro Beschäftigte

Quelle: ZEW (1996) - Mannheimer Innovationspanel

Der Anteil der für Kooperationen in Frage kommenden Unternehmen liegt zwischen 30 und 50 Prozent der FuE betreibenden Unternehmen in den jeweiligen Wirtschaftszweigen. Insgesamt zeigt sich, daß ebenso wie sich die Kooperationsanteile der Unternehmen unterschiedlich über die Wirtschaftssektoren verteilen, das Gewicht der an

Hochschulkontakten interessierten-Unternehmen je nach Branche schwankt. Die Kooperationswahrscheinlichkeit steigt mit der FuE-Intensität des Unternehmens und der Bedeutung der Hochschule als wichtigen Impulsgeber bzw. Informationskanal.

4.2 Bedeutung der regionalen Nähe zur Hochschule

Bei der bisherigen Betrachtung wurde der Standort des Unternehmens als mögliche Einflußdeterminante, die sich auf die Kooperationsbereitschaft und die Stellung Insider oder Outsider auswirken kann, unberücksichtigt gelassen. In den nächsten Schritten wird nun ein Blick auf die Bedeutung der regionalen Nähe für das Kooperationsverhalten der Betriebe geworfen und in diesem Kontext die Bedeutung unterschiedlicher Betriebsgrößen herausgestellt.

Die Regionalökonomie betrachtet die regionale Wirkung der Forschungseinrichtungen als einen entscheidenden Faktor der regionalen Industriestruktur und -dynamik und technologischer Entwicklungen. Beispielhaft tritt die Wirkung herausragender Hochschulforschung auf die Herausbildung neuer Technologieregionen hervor wie im Silicon Valley oder an der Route 128 in Boston. Hinter den Gedanken der regionalen Spillovereffekte steht die These, daß Unternehmen in der räumlichen Nähe zu Forschungseinrichtungen stärker von der dortigen Forschung profitieren als weiter entfernte Unternehmen. Jaffe (1989) und Jaffe, Trajtenberg und Henderson (1993) weisen mittels Patentdaten der Unternehmen einen Vorteil für den Technologietransfer nach, wenn Unternehmen in regionaler Nähe zu Universitäten angesiedelt sind. Acs, Audretsch und Feldman (1992) bestätigen diesen positiven Einfluß der regionalen Nähe auf die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft mit geographischen Zuordnungen ausgewählter Innovationen. Die Wirkung der regionalen Nähe zu Forschungseinrichtungen ist nach Acs, Audretsch und Feldman (1994) dabei gerade für kleine und mittlere Unternehmen signifikant, auf die überdies ein stärkerer Effekt universitärer Forschung ausgeht als auf große Unternehmen. Pfirmann (1991) konnte für Deutschland zumindest eine höhere Forschungsintensität der Unternehmen in der Nähe von Forschungseinrichtungen feststellen, was auch auf Ansiedlungen forschungsintensiver Unternehmen in der Nähe von Hochschulen zurückzuführen sein kann, die vom Arbeitsangebot an Hochschulabsolventen profitieren wollen oder von (immobilen) Hochschulwissenschaftlern gegründet wurden. Harhoff (1995) und Nerlinger (1995) konnten hierzu einen signifikanten Einfluß der regionalen Forschungsinfrastruktur auf Existenzgründungen im Bereich von Spitzentechnologien in Deutschland bestätigen. Danach werden signifikant mehr High-Tech-Firmen sowohl in der Nähe von Hochschulen als auch von außeruniversitären Forschungseinrichtungen gegründet.

Die Mechanismen der Wissensübertragung sind dabei letztlich damit noch nicht eindeutig bestimmt, worauf auch Jaffe et al. (1993) hinweisen. Neben dem Personalaustausch immobiler Know-how-Träger ist eine naheliegende Form des Technologietransfers die persönliche Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und

Unternehmen. Wenn der persönliche Kontakt bei der Zusammenarbeit von mittelständischen Unternehmen mit Kooperationspartnern ein wichtiger Faktor für den Kooperationserfolg ist, kann die regionale Nähe, die diese Kontakte vereinfacht, eine positive Determinante der Beziehungen zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und mittelständischen Unternehmen sein. Auch sind Sozialkontakte regional wahrscheinlicher, so daß der Herausbildung regionaler Netzwerke informeller Beziehungen eine hohe Bedeutung beigemessen wird.³⁰ Allerdings weisen Untersuchungen auch auf die überregionalen Kooperationen von Universitäten³¹ und die überregionale Suche der Unternehmen nach geeigneten Kooperationspartnern³² hin. Zudem ist die regionale Ausdehnung Deutschlands auch sehr begrenzt im Vergleich zu den USA und die Verkehrsinfrastruktur gut erschlossen. Unsere Fallstudien machten hierbei deutlich, daß die regionale Reichweite der Kooperationen mit der Kooperationserfahrung wächst. So sind mittelständische Unternehmen beim Aufbau von Kontakten zu wissenschaftlichen Einrichtungen oftmals regional orientiert, während Unternehmen, die über langjährige Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen verfügen und technologisch anspruchsvolle Produkte entwickeln, Kontakte zu den für sie entscheidenden Spezialisten haben, unabhängig von deren Standort.

In Tabelle 2 sind in den ersten beiden Spalten die Anteile FuE betreibender Unternehmen mit FuE-Kooperationen nach Kooperationspartnern für zwei Größenklassen, mittlere und große Unternehmen, verzeichnet.³³ Die Kooperationswahrscheinlichkeit steigt im allgemeinen mit der Unternehmensgröße an. Aber auch die Bedeutung der verschiedenen Kooperationspartner ändert sich. Zunächst ist überraschend, daß die Hochschulen bei den Großunternehmen der Kooperationspartner Nummer Eins sind, noch vor Kunden und Lieferanten. Fast die Hälfte der Großunternehmen mit FuE kooperiert mit Universitäten und Fachhochschulen. Bei den mittelgroßen Unternehmen liegen Kunden, Lieferanten und Hochschulen als Kooperationspartner fast gleich auf. Der Kooperationsanteil liegt bei 14 Prozent. Weniger Unternehmen kooperieren dagegen mit den oft als „anwendungsorientiert“ bezeichneten sonstigen öffentlichen und privaten Forschungsinstituten.

In der dritten und vierten Spalte sind die Anteile derjenigen Unternehmen, die nur innerhalb der Region kooperiert haben, an allen kooperierenden Unternehmen abgetragen. Dabei wurden die Unternehmen danach gefragt, ob der oder die Kooperations-

³⁰ Vgl. Grabher (1993), S. 20.

³¹ So betrug der Anteil regionaler Technologietransferprojekte der Universität Aachen in der Untersuchung von Fromhold-Eisebith (1992) nur 15 Prozent.

³² Vgl. Brasche et al. (1991).

³³ Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten wurden nicht nach dem Ort des Kooperationspartners gefragt.

partner „aus der Region“ stammen. Auf den ersten Blick scheint die regionale Bindung bei Kooperationen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen im Vergleich zu Kooperationen mit allen anderen Partnern besonders hoch zu sein. Der Anteil ausschließlich regional kooperierender Unternehmen nimmt bei allen Kooperationspartnern mit der Unternehmensgröße ab. Es ist zu beachten, daß knapp drei Viertel der Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren, auch oder nur überregionale Kooperationen eingehen. Möglicherweise kann der höhere Anteil von Firmen, die in der Region auf öffentlichen Einrichtungen als Kooperationspartner zurückgreifen, mit der räumlichen Konzentration der in Frage kommenden Partner erklärt werden.

Tabelle 2: Regionalbezug von Kooperationen FuE betreibender Unternehmen (in Prozent)

Kooperationspartner	Anteil der Unternehmen mit FuE-Kooperation			
	Insgesamt		Unternehmen nur mit regionalen Kooperationen an allen kooperierenden Unternehmen	
	Beschäftigtenzahl		Beschäftigtenzahl	
	50 bis 500	mehr als 500	50 bis 500	mehr als 500
Kunden	15,4	30,1	18,2	3,9
Lieferanten	14,0	29,8	6,7	6,2
Wettbewerber	3,9	12,4	9,2	2,3
Konzerngruppe	5,9	32,0	12,2	9,8
Hochschulen	13,7	47,0	25,5	9,4
Sonst. öffentliche Forschungsinstitute	9,2	27,4	23,5	6,0
Privat finanzierte Institute	5,6	16,4	7,3	6,0

Quelle: ZEW (1996) - Mannheimer Innovationspanel

Hier müssen statistische Tests weiterhelfen, den Einfluß der regionalen Nähe zu Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf die Kooperationsneigung nachzuweisen. Zu diesem Zeitpunkt läßt sich aus unseren Untersuchungen vermuten, daß bei der Wahl des Kooperationspartners die regionale Nähe zu Forschungseinrichtungen eine höhere Bedeutung für kleine und mittlere Unternehmen hat als zu anderen möglichen Partnern. Hochschulen insbesondere Fachhochschulen haben vor allem für den Erstkontakt und das Kennenlernen des „Wissenschaftsbetriebes“ eine wichtige Funktion. Sie verlieren ihren regionalen Einfluß für ein Unternehmen, wenn sich der Be-

trieb zu einem orientierten Kooperationspartner entwickelt hat. Durch die Lerneffekte wird der Aktionsspielraum des Unternehmen erweitert und neben den gewachsenen Beziehungen zur Fachhochschule vor Ort werden überregionale Einrichtungen als Ansprechpartner interessant. Die Hochschule bleibt damit vor allem für neue und unerfahrene Unternehmen ein wichtiger Kontaktpartner in der Region.

5. Perspektiven einer effektiven Technologietransferpolitik

Untersuchungen zum Technologietransfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft führen regelmäßig zu der Einsicht, daß für Großunternehmen kaum Unterstützungsbedarf beim Technologietransfer besteht. Zudem wird ein Großteil des bestehenden Technologietransfers von Firmen kleiner und mittlerer Größe selbst organisiert und findet direkt zwischen Wissenschaftlern und Technikern und Managern der Unternehmen statt. Die verbleibende Restgröße steht dann im Mittelpunkt der Diskussion der Verbesserungsmöglichkeiten beim Technologietransfer und der Suche nach einer reibungsloseren Verzahnung von universitärer Forschung und industrieller Verwertung.

Zunächst wird in dieser und anderen Untersuchungen deutlich, daß Forschungsk Kooperationen in der Regel FuE-Aktivitäten der kooperierenden Unternehmen voraussetzt. Der Kooperationspartner kann immer nur komplementäres Wissen beisteuern. Gerade bei Kooperationen mit öffentlichen Forschungseinrichtungen kann es den Unternehmen nicht abgenommen werden, Produkt- oder Prozeßinnovationen marktgerecht zu gestalten. Hochschulen und öffentliche Einrichtungen sind durch ihre Kundenferne nur begrenzt dazu geeignet, fertige Produkte für den Markt zu entwickeln. Eine effektive Technologietransferpolitik ersetzt mithin nicht eine FuE-Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen, sondern steht ergänzend dazu. Es hat sich zudem gezeigt, daß die erstmalige Aufnahme von FuE-Aktivitäten das Haupthindernis kleiner Unternehmen ist. Eine sog. Schwellenförderung, also die Förderung vor allem von Unternehmen, die noch keine FuE betreiben, erweitert die Gruppe der Unternehmen, die für FuE-Kooperationen mit öffentlichen Forschungseinrichtungen in Frage kommen.³⁴

Es bleibt eine Unsicherheit darüber bestehen, was die Politik letztlich tun kann, um den Technologietransfer zu verbessern. An Vorschlägen, wie der Technologietransfer konkret zu verbessern wäre, mangelt es freilich nicht. Marktmechanismen im traditionellen Verständnis scheinen dabei nur bedingt geeignet, den Transfer von Wissen und Technologien koordinieren zu können. Reine Marktssysteme finden sich in keinem der Leistungsbereiche öffentlicher Forschung, weder beim Arbeitsmarkt für Forscher, noch bei FuE-Aufträgen und Ingenieurdienstleistungen. Das Apriori vom Marktprozeß führt deshalb im Forschungsbereich am Kern des erfolgreichen Technologietransfers vorbei. Und die vom Marktmodell ausgehenden Analysen, z.B. von Staudt et al. (1991), widersprechen ihrem eigenen Anspruch - nämlich dem Aufbau eines funktionierenden Marktsystems im Sinne einer individuenbezogenen Koordination von Angebot und Nachfrage für den Austausch technischen Wissens - dort, wo zentralistische Organisationsstrukturen und formalisierte Austauschverhältnisse Informations- und Vertrauensdefizite ausgleichen sollen. Auch ist es nicht kohärent mit dem Markt zu fordern, Technologieanfragen von Unternehmen, die nicht hinreichend bei der an-

³⁴ Vgl. Harhoff, Licht et al. (1996), S. 40 f.

gefragten Forschungseinrichtung oder Transferstelle bedient werden können, sollten an andere Technologiegeber weitervermittelt werden, solange für die Vermittlung keine Kompensationszahlung gewährt wird.

Die Technologietransferförderung sollte eben nicht ein Marktversagen ausgleichen, sondern das Problem der Wissensdiffusion bei Trennung von Grundlagenforschungs- und Entwicklungsphasen des Innovationsprozesses überwinden helfen. Ein Problem, das sich aus der Ratio staatlich finanzierter Grundlagenforschung an öffentlichen Forschungseinrichtungen ergibt. Praktiker verweisen seit langem auf die entscheidende Bedeutung der gemeinsamen Projektarbeit von Entwicklern und Forschern aus Unternehmen und Instituten.³⁵ Die Hinweise auf die Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen haben immerhin dazu geführt, daß die Technologiepolitik auch Kooperationsprojekte fördert.³⁶ Auf Seiten der Unternehmen besteht quer durch alle Größenklassen ein reges Interesse an einer Zusammenarbeit mit Universitäten und Fachhochschulen. Dies zeigen unsere Potentialabschätzungen (Tabelle 1). Wichtig ist in diesem Zusammenhang die positive Korrelation von Kooperationswahrscheinlichkeit und Bedeutung der Hochschule als Informationsquelle für die Unternehmen. Gelingt es den Hochschulen durch eine industriegerechte Darstellung Unternehmen auf das Forschungs- und Transferpotential aufmerksam zu machen, dann ist der erste und wichtige Schritt in Richtung auf eine erfolversprechende Zusammenarbeit getan.³⁷ Eine Anreizerhöhung der noch nicht kooperierenden Wissenschaftler kann durch eine Bindung der Zusatzfinanzierung an die Zusammenarbeit mit Unternehmen oder durch ein Bonussystem für Technologietransferprojekte erfolgen. Gegenüber der freien Veröffentlichung von Forschungsergebnissen, die allen Unternehmen zugänglich sind, ist eine Intensivierung der Zusammenarbeit ein längerfristiger Entwicklungsprozeß. Deshalb wird man akzeptieren müssen, daß nicht alle Unternehmen gleichermaßen am Technologietransfer teilnehmen. Insider können damit von der staatlich finanzierten Forschung ähnlich der einzelbetrieblichen Förderung stärker profitieren als Outsider. Da jedoch die Technologiediffusion innerhalb der Wirtschaft effektiver verläuft als von der Wissenschaft in die Wirtschaft, ist ein volkswirtschaftlicher Gewinn durch eine temporäre Bevorzugung einiger Unternehmen beim Technologietransfer von öffentlichen Forschungseinrichtungen zu erwarten.

In der Regel wird in den Stellungnahmen zur Effizienzsteigerung des Technologietransfers die Einrichtung zusätzlicher Institutionen empfohlen, die zwischen For-

³⁵ Vgl. Bloedon und Strokes (1994), S.46, Baron (1993), S.10, und die Aufsätze in Wüst (1989).

³⁶ Vgl. Förderung von Kooperationen oder KfW-Innovationsprogramm BMBF (1995b) S. 65 und 70 ff.

³⁷ Zu Fördermaßnahmen des Technologietransfers siehe Beise, Licht und Spielkamp (1995) S. 90-116.

schungseinrichtungen und Unternehmen vermittelnd oder moderierend wirken sollen.³⁸ Wie auch auf dem Arbeitsmarkt die Arbeitsämter sollen hierbei die Outsider des Technologietransfers Wissenschaftlern vermittelt und unternehmerische Defizite im Projekt- und Innovationsmanagement ausgeglichen werden. Entscheidend sei dann eine weitgehende Zusammenarbeit dieser Institutionen, demgemäß auch von einem Institutionennetzwerk gesprochen wird.³⁹ Diese Institutionalisierung zielt letztlich auf die Einbeziehung der Forschungseinrichtungen in die Wirtschaftsförderung, wenn sie vorrangig Management- und Innovationsdefizite der Unternehmen auszugleichen versucht. Da dieses Management-Kow-how in den Forschungseinrichtungen nicht vorhanden ist, kommen nur Dritte in Frage, die dieses Wissen beisteuern.

Demgegenüber würde die Konzentration auf die Kernfrage, wie es neuen Forschungsergebnissen gelingt kann, ihren Weg in Unternehmen, also in praktische Anwendungen zu finden, eine institutionalisierte Unterstützung grundsätzlich nicht erfordern. Vielmehr zeigen die Erfahrungen erfolgreichen Technologietransfers die Bedeutung der Selbstorganisation innovativer Unternehmen und technologieorientierter Neugründungen. Der Flaschenhals des Technologietransfers in einzelnen Technologiebereichen liegt dann vor allem in der geringen Anzahl der Insider. Eine effektive Förderung des Technologietransfers sollte mithin auf die Etablierung langfristiger Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Wissenschaftlern abzielen und die Anbahnung von Kontakten erleichtern. Die Outsider, die Interesse an neuen Ideen und Technologievisionen oder an der wissenschaftlichen Fundierung ihrer Innovationstätigkeit haben, sind das Potential auf der Unternehmensseite. Auf seiten der Wissenschaft kann dagegen grundsätzlich keine Einschränkung nach Relevanz der Forschung vorgenommen werden. Hier gibt es zu viele Beispiele, bei denen Ergebnisse aus der Grundlagenforschung durch Kreativität in neue Produkte und Verfahren umgesetzt wurden. Die Technikgeschichte zeigt, daß technologische Pfade unvorhersehbar und oft überraschende Wendungen annehmen. In den Fällen erfolgreicher Implementierung von Forschungsergebnissen ist jedoch die soziale Verflechtung von Wissenschaft und Wirtschaft ein entscheidender Faktor.

Wenn der direkte Kontakt und informelle Netzwerke die primären Kanäle der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse und technischen Wissens aus der Wissenschaft in die Wirtschaft sind, wirft das die Frage nach der Rolle der Politik bei der

³⁸ Vgl. die Übersicht zur Rollen bzw. Funktionen von Mittlern beim Technologietransfer in Besant und Rush (1995).

³⁹ So wird sowohl die Steinbeis-Stiftung als „Netzwerk von Technologiezentren“ bezeichnet als auch Transferstellen an den Universitäten ungeachtet der tatsächlichen Zusammenarbeit, die in den wenigsten Fällen dem Ansatz entspricht, vgl. Beise, Licht und Spielkamp (1995), S. 64.

Förderung des Technologietransfers auf.⁴⁰ Unserer Meinung nach wird sie nicht überflüssig: Aufgrund der Erfolgsfaktoren des Technologietransfers gewinnt die Technologiepolitik sogar mehr Spielraum als sie es bei einer Formalisierung und Institutionalisierung des Technologietransfers hätte. Eine flexible, dezentrale und deregulierte Praxis der Technologietransferförderung kann am ehesten zur einer Etablierung und Stabilisierung der informellen Netzwerke beitragen.

Um die Dualität von Hol- und Bringschuld bei der Aufnahme der Kommunikation und Kooperation zu unterlaufen, stellen wir den Konzepten des institutionalisierten Technologietransfers mit ihren zentralen Vermittlungsstellen und Technologiebörsen die Formel „institutionalisierter als-ob-selbstorganisierter Technologietransfer“ gegenüber. Hier kommt es nicht mehr auf eine effiziente Vermittlung von Anfragen der Unternehmen an, sondern auf die Initiierung von Kontaktmöglichkeiten. Der Politik obliegt die Gestaltung der Rahmenbedingungen. Dem Technologietransferbeauftragten fällt die Rolle eines Animateurs zu; er muß gegenüber beiden Seiten, gegenüber den Wissenschaftlern wie den Unternehmern, motivierend wirken und Gelegenheiten für den gegenseitigen persönlichen Kontakt organisieren. Eine direkte und kurzfristige Erfolgsbewertung dieser Kontaktarbeit ist allerdings schwer. Hier müssen als Maßstab der Zielerreichung die langfristigen Kontakte aller Hochschulwissenschaftler zu Unternehmen ausreichen. „Ohnehin läge die Perfektion der Arbeit einer solchen Kontaktstelle darin, sich letztlich überflüssig zu machen“.⁴¹

⁴⁰ Die OECD (1993) beschränkt sich dabei auf eine typologische Zusammenstellung der Förderinstrumente in den OECD-Ländern und verweist auf die fehlende systematische Evaluation der staatlichen Programme. Bei den sozio-ökonomischen Netzwerke macht Powell (1990), S. 326, ebenfalls auf eine Verständnislücke aufmerksam: „Yet we know very little about what kind of political and economic conditions support network forms“.

⁴¹ Fromhold-Eisebith (1992), S. 132.

6. Literatur

- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. und Feldman, M. P. (1992), Real Effects of Academic Research: Comment, *American Economic Review*, Vol. 82, No. 1, pp. 363-367.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. und Feldman, M. P. (1994), R&D Spillovers and the Recipient Firm Size, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 76, pp. 336-340.
- Baron, S. (1993), Overcoming the Barriers in Transferring Technology between the Government Laboratories and Industry, Vortrag Entrepreneurial Technology Transfer Conference, Chicago (Il.), MIT Enterprise Forum.
- Beise, M., Licht, G. und Spielkamp, A. (1995), Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen: Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg, Schriftenreihe des ZEW, Bd. 3, Baden-Baden.
- Berman, E. M. (1990), The Economic Impact of Industry-funded University R&D, *Research Policy*, Vol. 19, pp. 349-355.
- Bessant, J. und Rush, H. (1995), Building Bridges for Innovation: The Role of Consultants in Technology Transfer, *Research Policy*, Vol. 24, No. 1, pp. 97-114.
- Bidault, F. und Fischer, W. A. (1994), Technology Transactions: Networks over Markets, *R&D Management*, Vol. 24, No. 4, pp. 373-386.
- Bloedon, R. V. und Stokes, D. R. (1994), Making University/Industry Collaborative Research Succeed, *Research Technology Management*, Vol. March-April, pp. 44-48.
- BMBF (1995a), Bildungs- und forschungspolitische Schwerpunkte 1995, Bonn.
- BMBF (1995b), Förderfibel: Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation 1995, Bonn.
- Branscomb, L. M. (1995), New Paradigms for US Technology Policy: An Enabling Strategy for Private Innovation, Vortrag Ladenburger Kolleg v. 17.2.1995, Ladenburg.
- Brasche, U., Eschenbach, R., Drücke, H., Ewers, H.-J., Holm-Müller, K. (1991), Produktinnovation in der Sensorik: Technologie, Management, staatliche Förderung, Berlin.
- Brooks, H. (1994), The Relationship Between Science and Technology, *Research Policy*, Vol. 23, No. 5, pp. 477-486.
- Cohen, W., Florida, R. und Goe, W. R. (1993), University-Industry Research Centers in the United States, Forschungsbericht der Carnegie Mellon University, mimeo.
- Corsten, H. (1986), Eine Empirische Analyse des Technologietransfers von wissenschaftlichen Hochschulen zu kleinen und mittelgroßen Unternehmungen, Braunschweiger Wirtschaftswissenschaftliche Arbeitspapiere, Nr. 13, Braunschweig.
- Dasgupta, P. und David, P. A. (1994), Towards a New Economics of Science, *Research Policy*, Vol. 23, No. 5, pp. 487-521.
- Dienel, H.-L. (1995), Der Ort der Forschung und Entwicklung im deutschen Kältemaschinenbau 1880-1930, Technikgeschichte, Bd. 62, Nr. 1, S. 49-69.
- Doheny-Farina, St. (1992), Rhetoric, Innovation, Technology: Case Studies of Technical Communication in Technology Transfers, Cambridge (Mass.), London.

- Dosi, G., Freeman, Ch., Nelson, R., Silverberg G. und Soete, L. (eds.) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, London.
- Europäische Kommission (1995), *Grünbuch zur Innovation*, Mitteilung der Kommission vom 20. Dezember 1995 (nicht revidierte Fassung), Brüssel.
- Feller, I. (1990), *University as Engines of R&D-Based Economic Growth: They Think They Can*, *Research Policy*, Vol. 19, pp. 335-348.
- Franz, W. (1991), *Arbeitsmarktökonomik*, Heidelberg.
- Freeman, Ch. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, London.
- Freeman, Ch. (1988), *Japan: A New National System of Innovation?* in: Dosi et al. (1988), pp. 330-348.
- Freeman, Ch. (1990), *The Economics of Innovation*, Aldershot.
- Fromhold-Eisebith, M. (1992), *Meßbarkeit und Messung des regionalen Wissens- und Technologietransfers aus Hochschulen*, in: NIW (Hrsg.), *Erfolgskontrollen in der Technologiepolitik*, NIW-Workshop 1992, Hannover, S. 117-136.
- GIB (1993), *Begleitende Evaluierung der Aktivitäten des Technologiebeauftragten des Landes Berlin*, Berlin.
- Gluck, M. E., Blumental, D. und Stoto, M. A. (1987), *University-industry Relationship in the Life Sciences: Implications for Students and Post-doctoral Fellows*, *Research Policy*, Vol. 16, pp. 327-336.
- GOPA (Hrsg.) (1994), *Innovationsaktivitäten im bayerischen Regierungsbezirk Schwaben*, Bad Homburg.
- Grabher, G. (1993), *Rediscovering the Social in the Economics of Interfirm Relations*, in: Grabher, G. (ed.), *The Embedded Firm: The Socio-Economics of Industrial Networks*, London, S. 1-31.
- Granovetter, M. (1985), *Economic Action and Sozial Structure: The Problem of Embeddedness*, *American Journal of Sociology*, Vol. 91, No. 3, pp. 481-510.
- Harhoff, D. (1995), *Agglomerationen und regionale Spillovereffekte*, Gahlen, B., Hesse, H., Ramser, J. (Hrsg.), *Standort und Region: Neue Ansätze zur Regionalökonomik*, Schriftenreihe des Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren, Bd. 24, Tübingen, S. 83-115.
- Harhoff, D. und Licht, G. (1994), *Das Mannheimer Innovationspanel*, in: Hochmuth, U. und Wagner, J. (Hrsg.), *Firmenpanelstudien in Deutschland*, Tübingen, S. 255-284.
- Harhoff, D., Licht, G., Beise, M., Felder, J., Nerlinger, E., Stahl, H. (1996), *Innovationsaktivitäten kleiner und mittlerer Unternehmen: Ergebnisse des Mannheimer Innovationspanel*, Schriftenreihe des ZEW, Bd. 8, Baden-Baden.
- Herden, R. (1992), *Technologieorientierte Außenbeziehungen im betrieblichen Innovationsmanagement: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*, Heidelberg.
- HMSO (1993), *Realising our Potential: A Strategy for Science, Engineering and Technology*, London.
- Jaffe, A. B. (1989), *Real Effects of Academic Research*, *American Economic Review*, Vol. 79, No. 5, pp. 957-970.

- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. und Henderson, R. (1993), Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 3, pp. 577-598.
- Johanson, J. und Mattsson, L.-G. (1987), Interorganizational Relations in Industrial Systems: A Network Approach Compared with the Transaction-Cost Approach, *International Studies of Management and Organization*, Vol. 17, No. 1, pp. 34-48.
- Kline, S. J. und Rosenberg, N. (1986), An Overview of Innovation, in: Rosenberg, N. und Landau, R. (eds.), *The Positive Sum Strategy*, Washington, pp. 275-305.
- König, H., Licht, G. und Staat, M. (1994), F&E Kooperationen und Innovationsaktivitäten, in: Gahlen, B., Hesse, H., Ramser, H. J. (Hrsg.), *Europäische Integrationsprobleme aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht*, Schriftenreihe des Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobrunen, Bd. 23, Tübingen, S. 219-242.
- Lindbeck, A. und Snower, D.J. (1986), Explanations of Unemployment, *Oxford Economic Review of Economic Policy*, Vol. 1, pp. 34-59.
- Lundvall, B.-Å. (ed.) (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Mahr, W. (1972), Zur Interdependenz von Prämien und Schaden: Das moralische Risiko, in: Brass, F., Farny, D. und Schmidt, R. (Hrsg.), *Praxis und Theorie der Versicherungsbetriebslehre*, Festgabe für H.L.Lutz zum 60. Geburtstag, Karlsruhe, S. 241-282.
- Mansfield, E. (1991), Academic Research and Industrial Innovation, *Research Policy*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-12.
- Mansfield, E. (1995), Academic Research Underlying Industrial Innovation, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 77, No. 1, pp. 55-65.
- McKelvey, M. (1991), How do National systems of Innovation Differ? A Critical Analysis of Porter, Freeman, Lundvall and Nelson, in: Hodgson, G. M. (ed.), *Rethinking Economics: Markets, Technology and Economic Evolution*, Aldershot, pp. 117-137.
- McKinsey & Co. (1989), *Überprüfung von Effizienz und Wirkungsgrad des Technologietransfers in Berlin*, Abschlußbericht an den Senat von Berlin, Berlin.
- Moritz, K.-H., Schuknecht, B. und Spielkamp, A. (1994), *Mikroökonomische Theorie der Unternehmung*, München.
- National Academy of Science (1991), *Industrial Perspectives on Innovation and Interactions with Universities*, Government-University-Industry Research Roundtable, Washington.
- Nelson, R. R. (1988), Institution Supporting Technical Change in the United States, in: Dosi et al. (eds.), pp. 312-329.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993), *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford.
- Nelson, R. R. und Rosenberg, N. (1993), Technical Innovation and National Systems, in: Nelson, R. R. (ed.), S. 3-21.
- Nerlinger, E. (1996), *Firm Formation in High-Tech Industries: Empirical Results for Germany*, ZEW Discussion Paper No. 96-07, Mannheim.
- OECD (1993), *Small and Medium-sized Enterprises: Technology and Competitiveness*, Paris.
- Patel, P., K. Pavitt (1994), The Nature and Importance of National Innovation Systems, *STI Review*, No. 14, pp. 9-32.

- Powell, W. W. (1990), Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization, *Research in Organizational Behavior*, Vol. 12, pp. 295-336.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York.
- Prognos (1993), *Entwicklung und Bedeutung des Technologietransfersystems in Bayern - Ergebnisse einer Untersuchung für das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr, Schlußbericht*, Basel.
- Reinhard, M., Schmalholz, H. (1996), *Technologietransfer in Deutschland - Stand und Reformbedarf*, Schriftenreihe des ifo-Instituts, Nr. 140, München.
- Rosenberg, N. und Nelson, R. R. (1994), *American Universities and Technical Advance in Industry*, *Research Policy*, Vol. 23, No. 3, pp. 323-348.
- Rotering, J. (1993), *Zwischenbetriebliche Kooperation als alternative Organisationsform*, Stuttgart.
- Schmidheiny, St. (1987), Was erwartet die Wirtschaft von der Universität? *Die Unternehmung*, 41. Jg., Nr. 2, S. 107-112.
- Schulte, P. (1993), *Fachhochschule als Infrastrukturfaktor von Regionen*, *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 3, S. 171-178.
- Spremann, K. (1990), *Asymmetrische Informationen*, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 60. Jg., S. 561-586.
- Staudt, E., Bock, J. und Mühlemeyer, P. (1991), *Die Rolle von Technologietransferstellen zwischen Wissenschaftssystem und der mittelständischen Industrie - Makler oder Kompetenzzentren? Berichte aus der angewandten Innovationsforschung*, No. 98, Bochum.
- Sternberg, R. (1990), *Zur Rolle der Hochschulen im intraregionalen Technologietransfer zwischen Technologieproduzenten und kleinbetrieblichen Technologieanwendern - Ergebnisse einer empirischen Studie zum Innovationsverhalten von Unternehmungen in Niedersachsen*, *Neues Archiv für Niedersachsen*, Bd. 39, Nr. 2-3, S. 74-83.
- Thierstein, A. und Egger, U. K. (1995), *Regionale Entwicklung und Innovationsfähigkeit. Neue Rollen für öffentliche und private Akteure*, *Aussenwirtschaft*, Vol. 50, Heft 2, S. 371-389.
- Töpfer, A. (1990), *Forschungsk Kooperationen mit kleinen und mittleren Unternehmen*, in: Schuster, H. J. (Hrsg.), *Handbuch des Wissenschaftstransfers*, Heidelberg.
- Wolff, H., Becher, G., Delpho, H., Kuhlmann, St., Kuntze, U. und Stock, J. (1993), *FuE-Kooperationen von kleinen und mittleren Unternehmen*, Heidelberg.
- ZVEI (1994), *Bewertung der Industrierelevanz staatlich geförderter Forschungseinrichtungen im Bereich der Informationstechnik*, Frankfurt a. M.