

Schriften des Vereins für Socialpolitik

Band 273

Schul- und Hochschulorganisation

Von

**Wolfgang Becker, Gisela Färber, Christof Helberger,
Klaus Klemm, Ulrich van Lith, Joachim Münch,
Andrea Schenker-Wicki, Horst Weishaupt,
Robert K. von Weizsäcker, Berthold U. Wigger,
Frank Ziegele**

Herausgegeben von

Robert K. von Weizsäcker



Duncker & Humblot • Berlin

Schriften des Vereins für Socialpolitik
Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Neue Folge Band 273

SCHRIFTEN DES VEREINS FÜR SOCIALPOLITIK

Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Neue Folge Band 273

Schul- und Hochschulorganisation



Duncker & Humblot · Berlin

Schul- und Hochschulorganisation

Von

Wolfgang Becker, Gisela Färber, Christof Helberger,
Klaus Klemm, Ulrich van Lith, Joachim Münch,
Andrea Schenker-Wicki, Horst Weishaupt,
Robert K. von Weizsäcker, Berthold U. Wigger,
Frank Ziegele

Herausgegeben von

Robert K. von Weizsäcker



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Schul- und Hochschulorganisation : Hrsg. von Robert K. von Weizsäcker. –
Berlin : Duncker und Humblot, 2000

(Schriften des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts-
und Sozialwissenschaften ; N.F., Bd. 273)
ISBN 3-428-10152-9

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen
Wiedergabe und der Übersetzung, für sämtliche Beiträge vorbehalten

© 2000 Duncker & Humblot GmbH, Berlin

Fremddatenübernahme und Druck:

Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin

Printed in Germany

ISSN 0505-2777

ISBN 3-428-10152-9

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 

Inhaltsverzeichnis

I. Schule

Ex-ante Evaluation alternativer Schulnetze: Projektkonzeption und Ergebnisse der finanzstatistischen Analysen

Von *Horst Weishaupt*, Erfurt 15

Zum Umgang mit der Arbeitszeit von Lehrerinnen und Lehrern – Neue Konzepte zum Zeitmanagement

Von *Klaus Klemm*, Essen 41

II. Duales System

Fortentwicklung der einzelbetrieblichen Finanzierung der Berufsbildung

Von *Ulrich van Lith*, Mülheim a.d. Ruhr 57

III. Hochschule

Die Hochschulsysteme Deutschlands, der USA und Japans im Vergleich

Von *Joachim Münch*, Kaiserslautern 75

Die Universität des 21. Jahrhunderts: autonom und evaluiert

Von *Andrea Schenker-Wicki*, Bern 117

Zur Ökonomie der Hochschulorganisation: Hochschulkoperationen und Innovations-effekte

Von *Wolfgang Becker*, Augsburg 135

Bildungsreform durch Reform der Bildungsfinanzierung?

Von *Gisela Färber*, Speyer 165

Die Finanzierung von Hochschulen durch Stiftungen

Von *Christof Helberger*, Berlin 221

Globalhaushalte und die Zuweisung von Entscheidungskompetenzen

Von *Frank Ziegele*, Gütersloh 247

Öffentliche oder private Umsetzung des staatlichen Bildungsauftrags? Eine Analyse auf Grundlage der Theorie unvollständiger Verträge

Von *Berthold U. Wigger* und *Robert K. von Weizsäcker* 275

Autorenverzeichnis 293

Zur Ökonomie der Hochschulorganisation: Hochschulk Kooperationen und Innovationseffekte

Von *Wolfgang Becker*, Augsburg

Zusammenfassung

Die institutionellen Rahmenbedingungen für die Hochschulorganisation in der Bundesrepublik Deutschland (Finanzlage, Kapazitätsausstattung etc.) haben sich in den neunziger Jahren zunehmend verschärft. Die Hochschulen sind desweiteren einem verstärkten Anpassungsdruck und einer gestiegenen Erwartungshaltung von außen ausgesetzt. Die zunehmende Wissenschaftsbindung des technischen und wirtschaftlichen Fortschrittes und die immer engeren Verknüpfungen zwischen Hochschulforschung und Industrieforschung haben hierbei zu einem gestiegenen Verwertungsinteresse an dem geführt, was die Hochschulen im Rahmen ihrer Forschungsaktivitäten an spezifischem Leistungsausput produzieren. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich der vorliegende Beitrag mit der Rolle von Hochschulk Kooperationen als Organisationstypus des systematischen Wissenstransfers zwischen Hochschulen und betrieblicher Praxis bei der Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten.

Zunächst wird eine Einordnung und Charakterisierung der Hochschulforschung als institutioneller Bestandteil der Hochschulorganisation in der Bundesrepublik Deutschland vorgenommen. Daran anschließend werden die Gründe für die zunehmende Bedeutung von Hochschulk Kooperationen im Innovationsprozeß dargelegt und die sich aus der gezielten Adaption und Implementierung von Ergebnissen (Wissen) der Hochschulforschung ergebenden Innovationseffekte theoretisch analysiert. Diese Wirkungszusammenhänge werden dann auf der Basis ökonometrischer Schätzungen für das Verarbeitende Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland empirisch untersucht. Als besonders bedeutsam erweist sich hierbei, daß Hochschulk Kooperationen innovativen Betrieben Möglichkeiten eröffnen, ihre betriebsintern vorhandenen Innovationskapazitäten zu erweitern bzw. zu optimieren. Die aus der gezielten und systematischen Nutzbarmachung von Erkenntnissen/ Ergebnissen der Hochschulforschung resultierenden Innovationseffekte erweisen sich bezogen auf Art und Umfang betrieblicher Innovationsinputs als empirisch besonders bedeutsam. Die systematische Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben wirkt sich positiv auf die Entwicklung von verbesserten Produkten aus, demgegenüber aber nicht primär und direkt auf die Generierung neuer Produkte.

Ausgehend von den empirischen Ergebnissen werden abschließend bildungs- bzw. forschungspolitische Schlußfolgerungen zur Verbesserung der institutionell-organisatorischen Rahmenbedingungen für Hochschulkooperationen abgeleitet. Neben einer Ausweitung der finanziellen Grundlagen der hochschulinternen Wissensproduktion wird für eine verstärkte Etablierung von Forschungszentren und An-Instituten als effiziente Formen der systematischen, sich gegenseitig befruchtenden Zusammenarbeit zwischen Hochschulforschung und Industrieforschung plädiert.

A. Einleitung

Die Rahmenbedingungen des Hochschulwesens in der Bundesrepublik Deutschland haben sich in den neunziger Jahren zunehmend verschärft (defizitäre Finanzlage der öffentlichen Haushalte, Mittel- und Stellenkürzungen, Überlastproblematik etc.). In diesem Zusammenhang sind Fragen, die darauf abzielen, in welchem Ausmaß die bestehenden Organisationsstrukturen die Hochschulen in die Lage versetzen, die in Lehre und Forschung erwarteten (erwünschten) Leistungen adäquat zu erbringen, immer mehr in den Mittelpunkt der Diskussionen gerückt. Von unterschiedlicher Seite aus werden Forderungen nach einer Effizienzsteigerung der hochschulinternen Organisationsabläufe sowie einer (noch) stärkeren Ausrichtung der Leistungsoutputs der Hochschulen an den Bedürfnissen von Wirtschaft und Gesellschaft erhoben (*Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie* 1997; *Küpper/Sinz* 1998; *Wissenschaftsrat* 1996).

Forderungen nach einer (noch) stärkeren Ausrichtung der Hochschulaktivitäten an praktischen Verwertungsmöglichkeiten zielen insbesondere auf den Bereich der *Hochschulforschung*. Ein Hauptgrund hierfür ist in der zunehmenden Wissenschaftsbindung des technischen und wirtschaftlichen Fortschrittes und den immer enger werdenden Verknüpfungen zwischen akademischer (Grundlagen-)Forschung und anwendungsbezogener Industrieforschung zu sehen. Als weitere Gründe können die immer kürzer werdenden Innovationszeiten bei gleichzeitig zunehmender Komplexität der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE) sowie die sich verschärfenden Wettbewerbsbedingungen aufgrund der Internationalisierung und Globalisierung der Faktor- und Absatzmärkte angeführt werden. Betriebe¹, die innovative Produkte herstellen, müssen deshalb kontinuierlich daran arbeiten, ihre intern vorhandenen Ressourcen durch externe Innovationspotentiale zu erweitern bzw. zu optimieren.

Eine Möglichkeit zur Erweiterung bzw. Optimierung betrieblicher Innovationsressourcen besteht in der gezielten Nutzbarmachung von externem Wissen aus der

¹ Der in anderen Kontexten durchaus sinnvollen Unterscheidung zwischen Betrieben und Unternehmen wird hier nicht gefolgt, weil sich hieraus thematisch gesehen keine weiterführenden Erkenntnisse ableiten lassen.

Hochschulforschung. Mit der Adaption und Implementierung von Erkenntnissen / Ergebnissen der Hochschulforschung ist die Zielsetzung verbunden, neue bzw. verbesserte Produkte schneller, kostengünstiger und möglichst effizient entwickeln zu können. Dies hat in der Bundesrepublik Deutschland – wie in den meisten hochentwickelten Volkswirtschaften – zu einer verstärkten Etablierung von mehr oder weniger systematisch angelegten *Kooperationen zwischen Hochschulen und Betrieben* geführt. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich der vorliegende Beitrag mit dem Stellenwert von Hochschulkooperationen als Organisationstypus des *systematischen* Wissenstransfers zwischen Hochschulen und betrieblicher Praxis bei der Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten. Im Mittelpunkt stehen die aus der gezielten Zusammenarbeit resultierenden Innovationseffekte. Als Referenzrahmen dienen die institutionell-organisatorischen Grundstrukturen des bundesdeutschen Hochschulwesens.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird eine Einordnung und Charakterisierung der Hochschulforschung als wesentliches Strukturmerkmal des Bildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland vorgenommen. Der Blickwinkel schwenkt dann von der Ebene der hochschulinternen Wissensproduktion auf die Ebene der hochschulexternen Wissensverwertung. Hierbei werden die wesentlichen Gründe für die zunehmende Bedeutung von Hochschulkooperationen bei der Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte dargelegt und die Zusammenhänge zwischen der gezielten Nutzung von Ergebnissen (Wissen) aus der Hochschulforschung und betrieblichen Innovationsaktivitäten theoretisch analysiert. Auf der Basis ökonometrischer Schätzungen wird dann die empirische Relevanz von Hochschulkooperationen für innovative Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland untersucht. Abschließend werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefaßt und institutionell-organisatorische Möglichkeiten zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die systematische Zusammenarbeit zwischen Hochschulforschung und Industrieforschung aufgezeigt.

B. Einordnung und Charakterisierung der Hochschulforschung als institutioneller Bestandteil des Bildungswesens

Die Hauptaufgaben von Hochschulen als Einrichtungen des *tertiären* Bildungssektors bestehen in der Hochschulausbildung und der Hochschulforschung (Kogan 1989; Neusel/Teichler/Winkler 1993; Schramm 1990). Sie leisten in der Wahrnehmung dieser Aufgaben wichtige Beiträge zum wirtschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Fortschritt. Die *Hochschulforschung* zielt dabei als institutioneller Bestandteil der Hochschulorganisation auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (§ 22 Satz 1 HRG). Im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten steht die *Wissensproduktion*, während Lehre und Studium primär auf die *Wissensvermittlung* bzw. *-aneignung* ausgerichtet sind (Backes-Gellner 1989; Brinkmann 1991; Hoenack/Collins 1990).

Eine eindeutige Abgrenzung zwischen forschungs- und lehrbezogenen Aufgabenfeldern der Hochschulen ist schwer möglich, da zwischen beiden Funktionsbereichen zum Teil enge, komplementäre Wechselbeziehungen bestehen, was u. a. mit dem institutionell vorgegebenen Postulat der ‚*Einheit von Forschung und Lehre*‘ zusammenhängt. Beide Teilbereiche des Hochschulwesens sollen sich gegenseitig befruchten. So wird die Hochschulforschung durch Lehraktivitäten und Maßnahmen der Nachwuchsbildung gefördert. Von Lehr- und Vermittlungsaktivitäten gehen wiederum positive Impulse auf die Hochschulforschung aus. Albach (1985) spricht in diesem Zusammenhang von Kuppelproduktionseffekten. Konkret handelt es sich um Verbundeffekte (*joint production effects*), die sich aus dem interdependenten Verhältnis zwischen Forschung, Lehre und Studium ergeben. „Das Verbundsystem *Forschung und Lehre* ist dadurch gekennzeichnet, daß der Austausch wissenschaftlicher Informationen primär innerhalb derselben Person oder Personengruppe erfolgt. ... Demgegenüber ist das wissenschaftliche Verbundsystem *Lehre und Studium* dadurch gekennzeichnet, daß an dem Austausch wissenschaftlicher Informationen stets unterschiedliche Personen, und zwar die Lehrenden und die Studierenden teilnehmen“ (Corsten 1990, S. 135 – 136).

Der Wissenschaftsrat hat sich dezidiert zu den Aufgaben der Hochschulen in der Forschung geäußert (1996, 1994). Danach folgt die Forschung dem menschlichen Streben nach Erkenntnis und ist auf die Generierung von *neuem Wissen* ausgerichtet. Sie fragt nach neuen Erkenntnissen auf der Suche nach der Wahrheit (*Forschung als Selbstzweck*), die dem Verständnis von Popper (1989, S. 198 ff.) folgend aber immer nur vorläufig sein können, und sucht nach Lösungen für wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Probleme (*Forschung als Mittel zum Zweck*).

Zwischen Universitäten und Fachhochschulen bestehen gewisse Unterschiede in der Gewichtung der Forschungsaktivitäten, die sich auf die Bereiche Grundlagenforschung und angewandte Forschung beziehen. An den Universitäten werden sowohl erkenntnisorientierte Grundlagenforschung als auch anwendungsbezogene Forschung betrieben. Beide Forschungsbereiche gehen in gewisser Form ineinander über und geben sich wechselseitig Impulse. Die Fachhochschulen konzentrieren ihre Forschungsaktivitäten in erster Linie auf den Bereich der angewandten Forschung. Ihre Forschungsaktivitäten sind schwerpunktmäßig auf die Erschließung von direkt praktisch verwertbaren und umsetzbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen ausgerichtet und weniger auf die Erarbeitung von akademischem Grundlagenwissen. Als empirischer Beleg hierfür sei auf die Ergebnisse der Studie von Holtkamp (1995) verwiesen, die zu dem Ergebnis kommt, daß „... die auf praktische Anwendung gerichtete, an Problemen der beruflichen Praxis orientierte Forschung unübersehbar im Vordergrund der FuE-Arbeiten der Fachhochschulen steht“ (Holtkamp 1995, S. 22).

Die Hervorhebung der *praktischen Verwertungsbezüge* verweist explizit auf die Dienstleistungsfunktionen, die der Hochschulforschung im allgemeinen² für Wirt-

schaft und Gesellschaft zuzuschreiben sind (Corsten 1990; Stieger 1980). Die Forschungsaktivitäten an den Hochschulen sollen nicht ausschließlich nur im akademischen Elfenbeinturm stattfinden, sondern auch den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfordernissen und Bedürfnissen Rechnung tragen. Endres/Teichler (1995) kommen in ihrer Studie zum Berufsbild der Hochschullehrer zu dem Ergebnis, daß sich deutsche Professoren in besonderem Maße der beruflichen und gesellschaftlichen Praxis verpflichtet sehen. Sie betrachten es als eine ihrer Hauptaufgaben, die Ergebnisse von Wissenschaft und Forschung nach außen weiterzuvermitteln.

Das aus dem institutionell-rechtlichen Rahmen der Hochschulorganisation abgeleitete Aufgabenspektrum definiert die Zielfunktionen der Hochschulforschung für das *Wirtschaftssystem*. Über die Ausbildung von Hochschulabsolventen soll zum einen der Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften gedeckt werden. Zum anderen sollen die in der Grundlagenforschung und anwendungsbezogenen Forschung gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse möglichst zielgerichtet dorthin transferiert werden, wo sie in der betrieblichen Praxis benötigt werden. Zur Erfüllung dieser Zielvorgaben benötigen die Hochschulen Leistungsinputs, die einen gewissen Ressourcenverbrauch implizieren. Hochschulen lassen sich insofern als ökonomische Transformationssysteme (Becker 1996; Brinkmann 1991; Stieger 1980) definieren.

Die zur Finanzierung von Leistungsinputs im Bildungsbereich getätigten Ausgaben von Bund, Ländern und Gemeinden haben im Jahre 1995 insgesamt 170 Mrd. DM betragen. Hiervon sind zur Finanzierung der im Hochschulbereich eingesetzten Ressourcen öffentliche *Grundmittel* – einschließlich der Mittel für die Hochschulkliniken, aber ohne DFG-Mittel und sonstige Drittmittel – in Höhe von 48 Mrd. DM verwendet worden, was einem Anteil von fast 1,4 v.H. am BIP entsprach.³ Von den im Jahre 1995 insgesamt getätigten *Ausgaben für FuE* in Höhe von fast 79 Mrd. DM sind den Hochschulen (Dritt-)Mittel in einer Größenordnung von rund 15 Mrd. DM zugeflossen. Dies waren rund 19 v.H. und damit gut ein 1/6 der gesamten in diesem Jahr getätigten FuE-Ausgaben.⁴

Die Ergebnisse der Hochschulforschung finden ihren Niederschlag in neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen. Im Gegensatz zur industriellen Leistungserstellung verfügt die ‚*Wissensindustrie*‘ aber über keinen direkt und unmittelbar sichtbaren ‚*physischen Output*‘ (Machlup 1962). Der Forschungsausput zeigt sich nur indirekt etwa in Form von Publikationen, Forschungsberichten, Patenten etc. Dieser Teil des wissensbezogenen Leistungsausput definiert innerhalb der ‚*scientific*

² Es werden im folgenden keine weitergehenden Differenzierungen zwischen verschiedenen *Hochschularten* vorgenommen.

³ Vgl. dazu im einzelnen: *Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie* 1996, S. 332 ff.

⁴ Rund 2/3 der FuE-Ausgaben entfielen auf die private Wirtschaft, rund 1/6 auf den öffentlichen Sektor ohne Hochschulen (z. B. Max-Planck-Institute).

community‘ den dokumentierten, wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt (Kuhn 1967).

Die bisherigen Ausführungen haben die Voraussetzungen und Implikationen der Produktion von neuem Wissen im Kontext der institutionell-organisatorischen Rahmenbedingungen des bundesdeutschen Hochschulwesens dargelegt. Im folgenden wird die Ebene der hochschulinternen Wissensproduktion verlassen und die Ebene der *hochschulexternen Wissensverwertung* näher beleuchtet. Hierbei erfolgt eine Konzentration auf den Stellenwert und die Rolle von Hochschulk Kooperationen im betrieblichen Innovationsprozeß.

C. Stellenwert und Rolle von Hochschulk Kooperationen bei der Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten

Die Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten ist ein Such- und Lernprozeß, der mit technischen und wirtschaftlichen Unsicherheiten behaftet ist und im Erfolgsfall zeitverzögert eintritt (Cohen 1995; Dosi 1988; Flaig/Stadler 1998). Innovationen sind das Ergebnis des Zusammenwirkens *betriebsinterner* Faktoren (FuE-Aktivitäten, Betriebsgröße etc.) und *betriebsexterner* Einflußfaktoren (technologische Möglichkeiten, Marktbedingungen etc.).

Auf der Ebene der betriebsinternen Innovationsdeterminanten kommt den *FuE-Aktivitäten* eine entscheidende Funktion bei der Generierung von neuem Wissen zu. FuE-Aktivitäten zielen auf die systematische Erweiterung wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse und deren praktische Umsetzung im Innovationsprozeß ab. Mit ihrer Hilfe wird versucht, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Produkt- bzw. Prozeßinnovationen zu erhöhen. Dies geschieht vor dem Hintergrund der empirischen Erfahrung, daß von der FuE-induzierten Erweiterung und Verbesserung des technischen bzw. organisatorischen Wissens positive Impulse auf die Produktivitäts-, Umsatz- und Gewinnentwicklung ausgehen (Cohen/Levin 1989; Griliches 1995; Mairesse/Saasenou 1991).

Der Gesamtbestand an extern vorhandenem und nutzbarem Wissen – kurz als *technologische Möglichkeiten* bezeichnet⁵ – spielt als betriebsexterner Innovationsfaktor eine besonders wichtige Rolle bei der Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte. In der Innovationsökonomik (Becker 1996; Cohen 1995, Geroski 1990) besteht Einigkeit darüber, daß der Grad der Nutzbarmachung von externem Wissen – neben Marktbedingungen, Appropriierungsbedingungen etc. – einen wesentlichen Einfluß auf Art und Umfang betrieblicher Innovationsaktivitäten (z. B. Höhe der FuE-Ausgaben oder Anteil neuer bzw. verbesserter Produkte am Umsatz) hat. Die gezielte Adaption von technologischen Möglichkeiten aus dem betrieblichen Umfeld erweitert, unter der Bedingung, daß die personellen und organisato-

⁵ Zum Konzept der ‚*technological opportunities*‘ vgl.: Cohen/Levin 1989; Coombs 1988; Klevorick et al. 1995.

rischen Voraussetzungen gegeben sind (z. B. Vorhandensein eines qualifizierten FuE-Personals), intern vorhandene Innovationskapazitäten. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Forschungseffizienz und die Erfolgswahrscheinlichkeit von Produkt- bzw. Prozeßinnovationen aus. Betriebe, die innovative Produkte entwickeln, investieren deshalb kontinuierlich in ihre *absorptiven Fähigkeiten* „... to identify, assimilate, and exploit knowledge from the environment“ (Cohen/Levinthal 1989, S. 569). Hierbei handelt es sich einerseits um Investitionen in die eigene FuE, um externes Wissen effektiv nutzen zu können, andererseits um Investitionen in das Innovationsmanagement zur gezielten Nutzbarmachung von technologischen Möglichkeiten aus dem betrieblichen Umfeld.

Die zunehmende Wissenschaftsbindung des technischen und wirtschaftlichen Fortschrittes sowie die steigende Komplexität des Innovationsprozesses erfordert einen besonderen Modus der Wissensproduktion (Gibbons et al. 1994; Stephan 1996; Wingens 1998). Die Art und Weise der Generierung von neuem Wissen ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet, die in mehr oder weniger engen Beziehungen zur *Hochschulforschung* stehen:

- wachsende Bedeutung der Interdisziplinarität von FuE-Aktivitäten wie z. B. im Nanotechnologiebereich;
- steigender Bedarf an langfristig angelegten und anwendungsbezogenen Konzepten der Grundlagenforschung wie z. B. dem Einsatz von zielorientierten Planungs- und Prognosetechniken zur Aufdeckung neuer Chancen für Produkte, Techniken und Dienstleistungen etc.;
- zunehmende Notwendigkeit der gezielten Vernetzung von FuE-Aktivitäten sowohl intra- und intersektoral als auch auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

Vor diesem Hintergrund ist es in der Bundesrepublik Deutschland – aber nicht nur dort – zu einer verstärkten Etablierung von *Kooperationen zwischen Hochschulen und Betrieben* im FuE-Bereich gekommen (Faulkner/Senker 1994; Lüder 1988; Onida/Malerba 1989; Sanchez/Tejedor 1995; Technologie-Vermittlungs-Agentur Berlin 1994).⁶ Im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutsch-

⁶ Das Spektrum der über den Hochschulbereich hinausgehenden Kooperationsmöglichkeiten, extern generiertes Wissen für den betrieblichen Innovationsprozeß nutzbar zu machen, ist vielschichtig. Betriebe, die neue bzw. verbesserte Produkte entwickeln, können auf *intra- und intersektorale* FuE-Kooperationen setzen (Balling 1997; Brockhoff/Gupta/Rotering 1991; Maurer 1995), um synergetische Spillovereffekte erzielen und die mit der Unsicherheit des Innovationserfolges verbundenen Risiken reduzieren zu können. Eine über die rein marktmäßigen Beziehungen hinausgehende Möglichkeit zur Nutzbarmachung externer FuE-Potentiale besteht in *strategischen* FuE-Kooperationen. Solche Formen zwischenbetrieblicher Zusammenarbeit zielen auf den vor-wettbewerblichen Bereich. Sie reichen vom reinen Erfahrungs- und Ergebnisaustausch über die Koordinierung der FuE-Aktivitäten in konkreten Projekten bis hin zu gemeinsamen Forschungsaktivitäten. Strategische FuE-Kooperationen sind häufig Bestandteile von *Innovationsnetzwerken* (Becker/Peters 1998; Hagedoorn 1995; Sydow 1992).

land kooperiert inzwischen im Durchschnitt aller Wirtschaftszweige jeder sechste Betrieb mit Hochschulen im FuE-Bereich (*MIP* 1994). Das Spektrum der ‚linkages‘ reicht hierbei von unregelmäßigen Kooperationen etwa im Rahmen von Beratungsleistungen der Hochschulen (Gutachten, Stellungnahmen, Empfehlungen etc.) über Formen des regelmäßigen Informations- und Erfahrungsaustausches (Fachtagungen, Symposien u.ä.m.) bis hin zur vertraglich geregelten Zusammenarbeit im Rahmen öffentlich oder gemeinsam finanzierter FuE-Projekte.

Die Bedeutung von Hochschulk Kooperationen im Innovationsprozeß hat im Zeitverlauf kontinuierlich zugenommen, weil die Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten in immer stärkerem Maße von den Erkenntnissen und Ergebnissen der Hochschulforschung abhängt. Gründe hierfür sind in der zunehmenden Dynamik des wirtschaftlichen und technologischen Fortschrittes und Verwissenschaftlichung des Innovationsprozesses zu sehen (*Grupp/Schmoch* 1992; *Mansfield* 1995; *Narin/Hamilton/Olivastro* 1997). Neues technisches Wissen entsteht zunehmend „... im Spannungsfeld von hochspezialisierter und fachübergreifender Forschung. Spezialisierung, um die Grenzen des Erkennbaren zu erreichen, sowie Trans- und Interdisziplinarität, um die Fragmentierung des Wissens zu überwinden, die sich bis in die wissenschaftlichen Fachsprachen auswirkt, sind Kennzeichen moderner Forschung“ (*Hochschulrektorenkonferenz* 1993, S. 21). Entscheidende Innovationsimpulse in der Informationstechnologie, Umwelttechnologie, Biotechnologie etc. gehen auf die erfolgreiche Nutzbarmachung von Erkenntnissen der Hochschulforschung in der Industrieforschung zurück.⁷ „What university research most often does today is to stimulate and enhance the power of R&D done in industry, as contrasted with providing a substitute for it. By far the largest share of the work involved in creating and bringing to practice new industrial technology is carried out in industry, not in universities“ (*Rosenberg/Nelson* 1994, S. 340). Um in zukunftsweisenden Technologiefeldern mit hohem Innovationspotential – *Schlüsseltechnologien* wie Mikroelektronik, Optoelektronik, Mechatronik, Werkstofftechnologie etc. – Fortschritte erzielen zu können, bedarf es in immer stärkeren Maße der Erkenntnisse / Ergebnisse der Hochschulforschung.

Hochschulk Kooperationen erweisen sich in der betrieblichen Praxis deshalb als besonders vorteilhaft, weil sie eine *systematische* Verknüpfung zwischen Erkenntnissen der akademischen Forschung und der industriellen Forschung ermöglichen. Während die Grundlagenforschung primär auf die Erweiterung von Wissen abzielt, ist die industrielle Forschung auf die Entwicklung von neuen Produkten und Technologien ausgerichtet. Die grundlegenden Unterschiede zwischen reiner Wissenschaft und anwendungsbezogener Forschung haben *Jewkes/Sawers/Stillerman* schon vor über 35 Jahren klar herausgearbeitet: „Science is directed towards understanding, and technology is directed towards use. The criteria of achievement in science can only be applied by scientists, as a professional group, who must be the judges of the significance of any claim to the extension of pure knowledge. The

⁷ Vgl. dazu im einzelnen: *Arora/Gambardella* 1994; *Flam* 1988; *Kenney* 1986.

criteria of success in technology is that of the market, whether the new idea is a commercial asset or not: the final judgement here is exercised by the consumer“ (Jewkes/Sawers/Stillerman 1960, S. 14).

Hochschulk Kooperationen eröffnen Betrieben die Möglichkeit, sehr gezielt auf die Ergebnisse der Hochschulforschung zurückgreifen und diese für eigene Zwecke nutzbar machen zu können. Sie erweitern und verbessern in spezifischer Weise die Möglichkeiten der

- kontinuierlichen Anbindung an die Forschungsaktivitäten im Hochschulbereich und der frühzeitigen Überprüfung der praktischen Relevanz von neuen wissenschaftlichen Durchbrüchen (*breakthroughs*),
- aufgaben- bzw. problembezogenen Nutzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (*knowledge*) und verbesserter technologischer Methoden und Verfahren (*skills*),
- gezielten Akquirierung qualifizierter Arbeitskräfte mit Hochschulabschluß.

Schon Nelson (1959) und Arrow (1962) haben bereits zu Beginn der sechziger Jahre auf die herausragende Bedeutung von *new scientific knowledge* als Ursache für Innovationen, technischen und wirtschaftlichen Fortschritt hingewiesen. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus dem Bereich der Hochschulforschung bilden eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Produkten. Grundsätzlich gilt, daß „... as scientific knowledge grows, the cost of successfully undertaking any given, science-based invention declines ...“ (Rosenberg 1974, S. 107). Dies führt *ceteris paribus* zu einer Produktivitätssteigerung betrieblicher Innovationsaktivitäten. „The consequence is that the research process is more efficient. There is less trial-and-error; fewer approaches need to be evaluated and pursued to achieve a given technological end. From this perspective, the contribution of science is that it provides a powerful heuristic guiding the search process associated with technological change“ (Cohen 1995, S. 217 f.).

Der besondere Stellenwert von Hochschulk Kooperationen resultiert daraus, daß Betriebe über die systematische Nutzung von externem Wissen aus der Hochschulforschung ihre *technologischen Kapazitäten* zur Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte erweitern können. Dies läßt sich an einer Zunahme des technologischen Wissens und verbesserten Problemlösungskapazitäten festmachen. Die gezielte Nutzung der Erkenntnisse/Ergebnisse der Hochschulforschung trägt darüber hinaus zu einer Steigerung der Forschungseffizienz bei (Acs/Audretsch/Feldman 1992; Faulkner/Senker 1994; Jaffe 1989; Mansfield 1991), indem z. B. die Entwicklungszeit von Innovationen beschleunigt wird.

Aus *theoretischer* Sicht stellen sich die Zusammenhänge wie folgt dar: Die im Rahmen von Hochschulk Kooperationen in den betrieblichen Innovationsprozeß fließenden *Wissensinputs* sind Teil des Gesamtbestandes an externem Wissen, den technologischen Möglichkeiten Ω_i . Für die weiteren Überlegungen erweist sich hierbei eine Unterscheidung zwischen industriellen und nicht-industriellen Wis-

sensquellen als sinnvoll. Technologische Möglichkeiten, die sich als Folge der Innovationsaktivitäten von Konkurrenten (intrasektoral) und / oder Zulieferern, Kunden etc. (intersektoral) einstellen, definieren den *industriellen* Wissenspool. Der Bestand an technologischen Möglichkeiten außerhalb des privatwirtschaftlichen Sektors – und hier insbesondere aus dem Bereich der Hochschulforschung – charakterisiert den *nicht-industriellen* Wissenspool. Demnach gilt:

$$(1) \quad \Omega_i = \Omega(W_i^C, W_i^I, W_i^S),$$

wobei W_i^C und W_i^I für die extern nutzbaren Wissensbestände aus dem intrasektoralen Bereich (Konkurrenten) und dem intersektoralen Umfeld (Zulieferer, Kunden) stehen. W_i^S definiert die technologischen Möglichkeiten, die ihre Substanz aus dem akademischen (wissenschaftlichen) Bereich beziehen.

Bei der Beurteilung des Stellenwertes bzw. der Effekte der im Rahmen von Hochschulkooperationen in den Innovationsprozeß fließenden Wissensinputs ist zu berücksichtigen, daß der Grad der betrieblichen Verwertbarkeit von externem (akademischem) Wissen von Markt zu Markt, aber auch von Betrieb zu Betrieb variiert (Dosi 1988; Harabi 1995; Malerba/Orsengio 1996). Im folgenden wird unterstellt, daß zwischen dem Niveau der technologischen Kapazitäten eines Betriebes i zur Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte und dem Nutzungsgrad von technologischen Möglichkeiten aus dem Hochschulbereich ein enger Zusammenhang besteht: Je höher (niedriger) die betriebsinternen (*inhouse*) Innovationskapazitäten, um so höher (niedriger) ist der Grad der Nutzbarmachung der Hochschulforschung als externe Innovationsressource einzustufen.⁸

Geht man vereinfachend davon aus, daß der Innovationsoutput y_i vom Niveau der technologischen Möglichkeiten Ω_i und der Höhe betriebsinterner Innovationsaufwendungen A_i abhängt, dann gilt:

$$(2) \quad y_i = y(A_i, \Omega_i),$$

mit folgenden Bedingungen:

$$(2') \quad \begin{aligned} \partial y_i / \partial A_i &> 0, \partial y_i / \partial \Omega_i > 0, \\ \partial^2 y_i / (\partial A_i)^2 &\geq 0, \partial^2 y_i / (\partial \Omega_i)^2 \geq 0; \quad \text{und} \\ \partial^2 y_i / \partial A_i \partial \Omega_i &> 0. \end{aligned}$$

Eine Erhöhung betriebsinterner Innovationsaufwendungen A_i führt zu einer Steigerung des Innovationsoutputs (z. B. über eine Verbesserung der Produktqualität oder einer Senkung der Produktionskosten) mit abnehmenden, konstanten oder zu-

⁸ Dieser Argumentation wird u. a. von Arvanitis/Hollenstein 1994; Harabi 1995 und Klevorick et al. 1995 gefolgt.

nehmenden Grenzerträgen in Abhängigkeit vom Niveau der getätigten Investitionen. Unter den genannten Bedingungen gestalten sich die Outputeffekte einer Veränderung der technologischen Möglichkeiten Ω_i analog. Geht man von einem bestimmten Ausgangsniveau A_i aus, dann führt die verstärkte Nutzbarmachung von externem Wissen im Rahmen von Hochschulkooperationen zu einer Erweiterung betrieblicher Innovationskapazitäten (Erhöhung der Forschungseffizienz) mit positiven Implikationen auf y_i mit abnehmenden, konstanten oder zunehmenden Grenzerträgen.

Während sich die outputseitigen Innovationseffekte einer (verstärkten) Nutzung von externem Wissen W_i^S im Rahmen von Hochschulkooperationen theoretisch relativ klar darstellen lassen, sind die Einflüsse auf der Seite betrieblicher Innovationsinputs (z. B. die Höhe der internen FuE-Ausgaben) differenzierter zu sehen.⁹ Zunächst einmal kann davon ausgegangen werden, daß die Anreize für einen Betrieb i , Ergebnisse/Erkenntnisse der Hochschulforschung für sich nutzbar zu machen, mit steigendem Verwertungsgrad der technologischen Möglichkeiten zunehmen. Darüber hinaus nehmen mit steigendem Verwertungsgrad die Marginal-effekte betriebsinterner FuE auf Produktionskosten und Produktivität zu. Insofern besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Produktivität betrieblicher Innovationsaktivitäten und dem Nutzungsgrad technologischer Möglichkeiten.

Die systematische Nutzung von externem Wissen im Rahmen von Hochschulkooperationen führt zu einer Reduzierung betriebsinterner Innovationsaufwendungen, wenn es – ceteris paribus – zu einer *Substitution* von ‚inhouse‘ FuE kommt. Dies setzt voraus, daß für die Realisierung neuer bzw. verbesserter Produkte idiosynkratische und generische Innovationsaktivitäten notwendig sind. In diesem Fall ist (2) wie folgt zu modifizieren:

$$(3) \quad y_i = y(A_i^{id}, A_i^{ge}, \Omega_i),$$

wobei die unter (2') genannten Bedingungen analog weiter gelten sollen. Während *idiosynkratische* Innovationsaktivitäten (A_i^{id}) auf die Produktion betriebs-spezifischen Wissens abzielen, zeichnen sich *generische* Aktivitäten (A_i^{ge}) dadurch aus, daß allgemein verwertbares Wissen geschaffen wird. Generisches Wissen nimmt so den Charakter eines ‚latent öffentlichen‘ Gutes (Nelson 1992) an. Andere Marktteilnehmer können von generischem Wissen profitieren (Spillovereffekte).¹⁰ Dies bedeutet aber auch, daß der Innovator auf generisches Wissen, das extern – etwa im Hochschulbereich – produziert worden ist, zurückgreifen kann. In den Fällen,

⁹ Vgl. hierzu im einzelnen: Becker/Peters 1997.

¹⁰ Wenn Betriebe auf Ergebnisse der Innovationsaktivitäten anderer Akteure zurückgreifen können, ohne sich direkt an den Innovationsaufwendungen beteiligt zu haben, die Transaktionen also nicht über den Preismechanismus geregelt werden, dann liegen *technologische Spillovers* vor (Eliasson 1996; Griliches 1992; Nadiri 1993). Technologische Spillovers zwischen Konkurrenten können wegen der auftretenden Appropriierungsprobleme die Motivation, in den Innovationsprozeß zu investieren, mindern (Spence 1984).

in denen die Erkenntnisse/Ergebnisse der akademischen Forschung von jedem potentiell Interessierten genutzt werden können, nimmt die Hochschulforschung somit den Charakter eines Gutes mit einem hohen Grad an positiven Externalitäten an (Backes-Gellner 1989; Brinkmann 1989; van Lith 1983; Zöller 1983).

Stehen Investitionen in idiosynkratische und generische Innovationsaktivitäten in einem *komplementären Verhältnis* zueinander, dann führt – ceteris paribus – eine Verringerung (Erhöhung) der Investitionen in die Produktion generischen Wissens zu einer Reduzierung (Steigerung) der Investitionen in die idiosynkratische Wissensproduktion. Die Adaption von externem Wissen aus dem Hochschulbereich erweist sich bei gegebenem Effizienzgrad der generischen Wissensproduktion dann als rentabel, wenn die Such-, Umsetzungs- und Verarbeitungskosten niedriger sind als die Kosten der internen Wissensproduktion. Eine *Substitution* des generischen Teils der eigenen Wissensproduktion durch externes Wissen führt dann zu einer Reduzierung der gesamten FuE- bzw. Innovationsaufwendungen.¹¹ Im generischen Bereich der Wissensproduktion werden die Kosten gesenkt, während die Kosten der idiosynkratischen Wissensproduktion nicht höher sein können als beim *status quo ante*.

Faßt man die theoretischen Überlegungen über das Zusammenwirken von technologischen Möglichkeiten und betrieblichen Innovationsaktivitäten zusammen, dann ergeben sich bezogen auf den Teilbereich von Ω_i , der im Rahmen von Hochschulk Kooperationen seine Wirkungen entfaltet, folgende Schlußfolgerungen: Ein hoher (niedriger) Verwertungsgrad technologischer Möglichkeiten aus dem Hochschulbereich wirkt sich unter den postulierten Annahmen stimulierend (destimulierend) auf betriebliche Innovationsoutputs aus. Die Effekte auf der Seite der Innovationsinputs sind ambivalenter zu sehen. Die Nutzung von externem Wissen im Rahmen von Hochschulk Kooperationen führt bei Dominanz von Komplementaritätseffekten zu einer Erhöhung betriebsinterner Innovationsaktivitäten. Dominieren demgegenüber die Substitutionseffekte, dann resultiert daraus ein Rückgang betrieblicher FuE- bzw. Innovationsinputs.

D. Empirische Abschätzung der von Hochschulk Kooperationen induzierten Innovationseffekte

Zur Überprüfung der *empirischen* Relevanz von Hochschulk Kooperationen werden die aus der systematischen Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben resultierenden Innovationseffekte für das *Verarbeitende Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland* abgeschätzt.¹² Die ökonometrischen Analysen zielen

¹¹ Zur formalen Herleitung und Begründung vgl. Harhoff 1996.

¹² Über 90 v.H. der FuE-Aufwendungen der privaten Wirtschaft werden in Deutschland im Verarbeitenden Gewerbe getätigt (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1997).

auf die Abklärung der Frage, in welchem Ausmaß *innovative* Betriebe¹³ über die systematische Zusammenarbeit mit Hochschulen ihre betriebsintern vorhandenen Innovationskapazitäten erweitern bzw. optimieren können. Darüber hinaus sollen die Determinanten der Kooperationswahrscheinlichkeit zwischen Hochschulen und Betrieben bestimmt werden.

I. Datengrundlagen und methodische Vorgehensweise

Als Datenbasis für die ökonometrischen Schätzungen wird die 1. Welle des Mannheimer Innovationspanels (*MIP* 1994) des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (*ZEW*) herangezogen.¹⁴ An dieser schriftlichen Befragung nahmen im Jahre 1993 insgesamt rund 2.900 Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes teil, die sich zu ihrem Innovationsverhalten bezogen auf den Zeitraum von 1990 bis 1992 äußerten.¹⁵ Der Datensatz ist als repräsentativ für den sekundären Sektor der Bundesrepublik Deutschland zu bezeichnen.

Der besondere Vorteil der 1. Welle des *MIP* für die hier zu untersuchenden Fragestellungen besteht darin, daß dieser Datensatz Informationen über die Durchführung von Hochschulk Kooperationen im Innovationsprozeß enthält. Allerdings sind darin keine näheren Angaben über Art und Umfang der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben im FuE-Bereich verfügbar. Der Datensatz läßt auch keine Unterscheidung zwischen idiosynkratischer und generischer Wissensproduktion zu. Der Schwerpunkt der ökonometrischen Analysen liegt deshalb auf der Abschätzung der *allgemeinen* – branchenunabhängigen¹⁶ – Auswirkungen von Hochschulk Kooperationen auf betriebliche Innovationsaktivitäten. Bei der Abschätzung der inputseitigen Innovationseffekte steht die Frage im Mittelpunkt, inwieweit die systematische Nutzung von externem Wissen im Rahmen von Hochschulk Kooperationen *summa summarum* zu einer Erhöhung betriebsinterner Innovationsaktivitäten führt oder einen Rückgang betrieblicher FuE- bzw. Innovationsaufwendungen induziert.

Die Abschätzung der Innovationseffekte sowie der Determinanten der Kooperationswahrscheinlichkeit zwischen Hochschulen und Betrieben erfolgt auf der Basis input-, output- und marktbezogener Variablen (vgl. Tabelle 1).¹⁷

¹³ Als *innovativ* werden im folgenden jene Betriebe bezeichnet, die in den Jahren von 1990 bis 1992 neue oder verbesserte Produkte entwickelt haben oder dies für den Zeitraum von 1993 bis 1995 geplant hatten.

¹⁴ Dem *ZEW* sei für die Überlassung einer zensierten Version der 1. Welle des *MIP* (Version 2) gedankt.

¹⁵ Vgl. dazu im einzelnen: *Felder* u. a. 1995; *Harhoff/Licht* 1994.

¹⁶ Deshalb wird in den Schätzungen der Einfluß der Branchenzugehörigkeit durch *Industrydummies* kontrolliert.

¹⁷ Die verwendeten Daten beziehen sich – soweit nicht anders ausgewiesen – auf das Jahr 1992.

Tabelle 1

Zusammenstellung der in den Regessionsrechnungen verwendeten Variablen

Variablen	Beschreibungen	Operationalisierungen	Werte- bereich
Variablen des Innovationsinputs			
INNO_INT	<i>Innovationsintensität</i>	Anteil betrieblicher Innovationsaufwendungen am Umsatz	Metrisch
R&D_INT	<i>FuE-Intensität</i>	Anteil betrieblicher FuE-Aufwendungen am Umsatz	Metrisch
R&E_E_INT	<i>FuE-Beschäftigten-Intensität</i>	Anteil der FuE-Beschäftigten an allen Beschäftigten	Metrisch
R&D_LAB	<i>FuE-Abteilung</i>	1 = FuE-Abteilung vorhanden, 0 = nein	Nominal
Variablen des Innovationsoutputs			
INNO_NOV	<i>Neue Produkte</i>	Anteil neuer Produkte am Umsatz (0% bis 100%)	Intervall (0-9)
INNO_IMP	<i>Verbesserte Produkte</i>	Anteil verbesserter Produkte am Umsatz (0% bis 100%).	Intervall (0-9)
INNO_PA	<i>Patentanmeldung</i>	1 = Anmeldung von Patenten, 0 = nein	Nominal
PLC LENG	<i>Produktlebenszyklus</i>	Durchschnittliche Länge des Produktlebenszyklus	Diskret
Marktbezogene Variablen			
SIZE_SALE	<i>Betriebsgröße</i>	Höhe des Umsatzes	Metrisch
SALE_EXP	<i>Umsatzerwartungen</i>	Erwartete Veränderungen des Umsatzes im Zeitraum 1993-1995 (1= sehr gering; 5 = sehr groß)	Intervall (1-5)
INTERNAT	<i>Auslandsorientierung</i>	Anteil des Auslandsumsatzes am Gesamtumsatz	Metrisch
AIM_F1 AIM_F2 AIM_F3 AIM_F4 AIM_F5	<i>Ziele betrieblicher Innovations- aktivitäten</i>	Verwendung von 'scores'. Extrahierung durch Faktoren- analysen: - Senkung der Produktionskosten - Schaffung neuer Absatzmärkte außerhalb Deutschlands - Entwicklung umweltfreundlicher Produkte/Verfahren - Schaffung neuer Absatzmärkte in Deutschland - Sicherung und Ausbau der Marktposition	Metrisch
Variablen bezogen auf den Bereich der technologischen Möglichkeiten			
COOP_UNI	<i>Hochschulk Kooperationen</i>	1 = FuE-Kooperationen mit Hochschulen, 0 = nein	Nominal
TEC_CUCO TEC_MARK TEC_SCIE	<i>Stellenwert externer Wissens- quellen im Innovationsprozeß</i>	Verwendung von 'scores'. Extrahierung durch Faktoren- analysen: - Kunden und Konkurrenten - Zulieferer, Messen und Ausstellungen - Wissenschaftliche Einrichtungen allgemein	Metrisch
ACQU_FIRM	<i>Nutzbarmachung von externem Wissen durch Betriebs- akquisitionen</i>	1 = Erwerb von Betrieben bzw. Betriebsteilen, 0 = nein	Nominal
BAR_NOOP BAR_EEMPL DEMA_NO	<i>Innovationshemmnisse</i>	Stellenwert jeweils bezogen auf den Zeitraum 1990-1992 (1 = sehr gering, 5 = sehr groß): Technologische Möglichkeiten sind ausgeschöpft Mangel an geeignetem Fachpersonal Fehlender Markt für Innovationen	Intervall (1-5)
Variablen bezogen auf den Bereich der Appropriierungsbedingungen			
AP_FP_PR AP_LP_PR AP_FP_PZ AP_LP_PZ AP_FR_PR AP_FR_PZ AP_LAW	<i>Mechanismen zum Schutz des Wissens- bzw. Technologie- vorsprunges</i> <i>Ebene der Produktinnovationen</i> <i>Ebene der Prozeßinnovationen</i> <i>Ebene der Produk- und Prozeßinnovationen</i>	Verwendung von 'scores'. Extrahierung durch Faktoren- analysen: - Betriebsspezifische Schutzmechanismen (z.B. Geheimhaltung) - Rechtliche Schutzmechanismen (z.B. Patente) - Betriebsspezifische Schutzmechanismen (z.B. Geheimhaltung) - Rechtliche Schutzmechanismen (z.B. Patente) - Produktbezogene Schutzmechanismen (z.B. Geheimhaltung) - Prozeßbezogene Schutzmechanismen (z.B. Geheimhaltung) - Rechtliche Schutzmechanismen (z.B. Patente)	Metrisch

Als Indikatoren des betrieblichen *Innovationsinputs* werden (logarithmierte) Intensitätsmaße (INNO_INT, R&D_INT, R&D_E_INT) herangezogen.¹⁸ Die Erfassung des betrieblichen *Innovationsoutputs* erfolgt über den Anteil neuer (INNO_NOV) bzw. verbesserter Produkte (INNO_IMP) am Umsatz. Darüber hinaus werden die Anmeldung von Patenten¹⁹ (INNO_PA) als Indikator für die Relevanz von Erfindungen – ein wichtiger Anhaltspunkt für die grundlagenorientierte Ausrichtung der Forschungsaktivitäten von Betrieben – sowie die (durchschnittliche) Länge des Produktlebenszyklus (PLC_LENG) als Maßstab für die Dynamik des technologischen und wirtschaftlichen Fortschrittes verwendet. Zur Erfassung marktbezogener Einflußfaktoren werden die Variablen Betriebsgröße (SIZE_SALE), Umsatzerwartungen (SALE_EXP), Auslandsorientierung (INTER_NAT) sowie die über Faktorenanalysen ermittelten ‚scores‘ für Ziele betrieblicher Innovationsaktivitäten (AIM_) herangezogen.

Tabelle 1 enthält auch Informationen über weitere (Kontroll-)Variablen, die für betriebliche Innovationsaktivitäten von Bedeutung sind. Hierbei handelt es sich zum einen um Indikatoren zur Abschätzung des Stellenwertes *technologischer Möglichkeiten* (externer Wissensquellen) zur Erweiterung betrieblicher Innovationskapazitäten, die über den wissenschaftlichen Bereich (TEC_SCiE) hinausgehen (TEC_CUCO, TEC_MARK). Da das Ausmaß der externen Wissensverwertung von den *Appropriierungsbedingungen* der Innovatoren abhängt, sind in den Schätzungen andererseits die über Faktorenanalysen ermittelten ‚scores‘ für spezielle Arten von Schutzmechanismen (AP_) – differenziert nach Produkt- und Prozeßinnovationen – berücksichtigt.

Zu dem verwendeten Datensatz ist anzumerken, daß bestimmte Variablen vom ZEW aus Datenschutzgründen für externe Nutzer zensiert worden sind (Felder 1997). So ist bei den Innovations- bzw. FuE-Intensitäten eine ‚Stutzung‘ im oberen Bereich der Verteilungen bei 0.35 bzw. 0.15 vorgenommen worden. Darüber hinaus befinden sich im Datensatz innovative Betriebe, die im Untersuchungszeitraum weder FuE-Ausgaben noch Innovationsaufwendungen getätigt haben. Eine Möglichkeit zur Lösung dieser Probleme besteht in der Verwendung von Tobit-Modellen. Dies ist aber mit der Gefahr von Fehlspezifikationen verbunden, weil unabhängige Variablen simultan sowohl die Wahrscheinlichkeit der *Partizipation* im Innovationsprozeß (Innovations- bzw. FuE-Aufwendungen: ja oder nein) als auch das Ausmaß der *Intensität* betrieblicher Innovationsaktivitäten (Höhe der Innovations- bzw. FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum Umsatz) beeinflussen können. Zur Vermeidung dieser Probleme ist auf das zweistufige Heckman-Verfahren

¹⁸ Die Unterscheidung zwischen Innovations- und FuE-Intensitätsmaßen liegt darin begründet, daß Innovationsaufwendungen über den Kernbereich der FuE-Investitionen hinausgehen und auch Kosten für Pilotproduktionen, Lizenz- bzw. Patentkäufe, Produktdesigns, Marktanalysen etc. umfassen.

¹⁹ Da der ZEW-Datensatz für externe Nutzer aus datenschutzrechtlichen Gründen keine Informationen über die Zahl der angemeldeten Patente enthält, kann die Patentvariable nur als Dummy verwendet werden.

(Heckman 1979) zurückgegriffen worden. Dieses Verfahren ermöglicht die sukzessive Abschätzung des Einflusses exogener Variablen auf die Partizipationsentscheidung und auf die Intensität betrieblicher Innovationsaktivitäten.

II. Ergebnisse der Regressionsrechnungen

Die ökonometrischen Schätzungen für das Verarbeitende Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland beziehen sich auf *drei* Aspekte: Zum einen werden die inputseitigen Innovationseffekte der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben abgeschätzt. Hier steht die Frage nach den Einflüssen von Hochschulkooperationen auf die Wahrscheinlichkeit, daß innovative Betriebe überhaupt in den Innovationsprozeß investieren, und auf das Niveau betriebsinterner Innovationsaktivitäten im Vordergrund. Zum zweiten wird eine Abschätzung der outputseitigen Innovationseffekte vorgenommen. Zum dritten zielen die ökonometrischen Analysen auf die Herausarbeitung der Determinanten der Kooperationswahrscheinlichkeit zwischen Hochschulen und innovativen Betrieben.

1. Hochschulkooperationen und Innovationsinputs

Die Ergebnisse der Abschätzung der inputseitigen Innovationseffekte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.²⁰ Es zeigt sich, daß von *Hochschulkooperationen* (COOP_UNI) positive Impulse auf betriebliche Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland ausgehen. Besonders hervorzuheben sind die statistisch hochsignifikanten Einflüsse auf die FuE-Intensitäten (R&D_INT, R&D_E_INT). Die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und innovativen Betrieben im sekundären Sektor erhöht zum einen die Wahrscheinlichkeit, daß Unternehmen in FuE investieren (Ebene der Partizipationsentscheidung). Von Hochschulkooperationen gehen zum anderen hochsignifikante Effekte auf die Intensität betrieblicher FuE-Aktivitäten aus. Gleiches gilt für das Ausmaß der Innovationsaufwendungen (INNO_INT). Betriebe, die mit Hochschulen zusammenarbeiten, investieren mehr in die Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte als Betriebe ohne ein solches Engagement. Interessanterweise hat COOP_UNI aber keinen signifikanten Einfluß auf die grundsätzliche Bereitschaft, Innovationsaufwendungen zu tätigen. Insgesamt betrachtet sprechen die Regressionsrechnungen eindeutig für die Dominanz von *Komplementaritätseffekten* bei der systematischen Nutzbarmachung von technologischen Möglichkeiten im Rahmen von Hochschulkooperationen.

²⁰ Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Ergebnisse einer Modellspezifikation, die in spezifischer Weise den Stellenwert von Hochschulkooperationen im Innovationsprozeß widerspiegelt. Darüber hinaus sind eine Reihe weiterer Modellspezifikationen getestet worden, die aber zu keinen substantiell anderen Ergebnissen geführt haben.

Tabelle 2
Hochschulkooperationen und Innovationsinputs

Variablen	INNO_INT		R&D_INT		R&D_E_INT	
	Partizipation	Intensität	Partizipation	Intensität	Partizipation	Intensität
	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)
INTERCEPT	1.44*** (2.90)	-3.33*** (-11.27)	-0.56** (-2.55)	-5.35*** (-13.27)	-0.73*** (-3.37)	-4.79*** (-12.70)
COOP_UNI	0.29 (1.03)	0.45*** (3.66)	0.95*** (6.10)	0.63*** (4.61)	1.00*** (6.53)	0.65*** (5.08)
TEC_CUCO	0.11 (1.35)	0.07 (1.27)	0.09* (1.93)	0.11** (2.31)	0.10** (2.34)	0.06 (1.32)
TEC_MARK	-0.04 (0.54)	0.03 (0.06)	-0.11*** (-2.67)	0.03 (0.72)	0.11*** (2.60)	0.07* (1.66)
TEC_SCIE	-0.07 (-0.80)	0.05 (3.02)	0.04 (0.88)	0.13*** (2.70)	0.03 (0.59)	0.06 (1.17)
ACQU_FIRM	0.05 (0.19)	0.09 (0.75)	0.17 (1.22)	0.01 (0.05)	0.16 (1.19)	0.04 (0.36)
AP_FR_PR	0.07 (0.93)	0.08 (1.58)	0.16*** (3.52)	0.14*** (2.70)	0.17*** (4.00)	0.17*** (3.41)
AP_FR_PZ	0.13* (1.66)	0.09* (1.67)	0.04 (1.01)	0.06 (1.44)	0.03 (0.72)	0.11*** (2.61)
AP_LAW	0.15 (1.52)	0.03 (0.50)	0.13*** (2.81)	0.12** (2.42)	0.11** (2.46)	0.15*** (3.21)
SIZE_SALE	0.24** (2.25)	-0.45*** (-5.77)	0.30*** (4.96)	-0.33*** (-4.68)	0.37*** (6.24)	-0.29*** (-4.23)
SALE_EXP	-0.01 (-0.05)	0.20*** (4.74)	0.06 (1.42)	0.17*** (4.38)	0.06 (1.64)	0.16*** (4.22)
INTERNAT	0.24 (0.48)	0.41* (1.89)	1.16*** (5.32)	1.18*** (5.0)	1.06*** (4.97)	0.95*** (4.45)
χ^2 Industriedummies (d.o.f.)	9.46 (12)	24.21** (12)	62.73*** (12)	81.82*** (12)	60.81*** (12)	86.66*** (12)
Zahl der Beobachtungen	1109	1049	1355	956	1367	942
Log likelihood	-206.37		-612.96		-623.41	
McFaddens R^2	0.12		0.25		0.26	
Model F-Statistik		11.32		12.49		18.23

Anmerkungen: * Signifikant auf 0.1 Niveau. ** Signifikant auf 0.05 Niveau. *** Signifikant auf 0.01 Niveau.

Die Schätzergebnisse spiegeln ferner signifikante Einflüsse von Kunden und Konkurrenten als *externe Wissensquellen* (TEC_CUCO) auf betriebliche FuE-Aktivitäten wider. Die Nutzung des Wissens von Zulieferern, Messen und Ausstellungen (TEC_MARK) erweist sich insbesondere bei der FuE-Beschäftigtenintensität (R&D_E_INT) als bedeutsam. Die verwendeten (Kontroll-)Variablen, die sich auf *betriebliche Appropriierungsbedingungen* (AP_FR_PR, AP_FR_PZ, AP_LAW) beziehen, unterstreichen den positiven Einfluß entsprechender Schutzmechanismen auf die Höhe betrieblicher FuE-Aktivitäten. Die Parameterwerte für R&D_INT und R&D_E_INT bewegen sich zumeist auf statistisch signifikanten Niveaus. Appropriierungsbedingungen haben demgegenüber – die betriebspezifischen Schutzmechanismen für Prozeßinnovationen (AP_FR_PZ) ausgenommen –

keinen maßgeblichen Einfluß auf die Entscheidung von Betrieben, Innovationsausgaben zu tätigen, oder auf die Höhe der Innovationsaufwendungen (INNO_INT).

Die Schätzergebnisse unterstreichen schließlich die Bedeutsamkeit *marktbezogener* Einflußfaktoren auf Art und Umfang betrieblicher Innovationsinputs im Verarbeitenden Gewerbe. Mit steigender Betriebsgröße (SIZE_SALE) nimmt generell die Bereitschaft zu, innovationsaktiv zu sein. Die Intensität betrieblicher Innovations- bzw. FuE-Aktivitäten geht demgegenüber mit steigender Betriebsgröße zurück. Darüber hinaus wirken sich positive Erwartungen hinsichtlich der Umsatzentwicklung stimulierend auf die FuE- und Innovationsintensitäten aus (*demand pull effects*). Mit steigendem Anteil des Auslandsumsatzes (INTERNAT) nehmen schließlich die FuE-Aktivitäten zu. Diese Effekte sind statistisch hochsignifikant.

2. Hochschulk Kooperationen und Innovationsoutputs

Die Schätzergebnisse für die outputseitigen Innovationseffekte von Hochschulk Kooperationen finden sich in Tabelle 3.²¹ Die systematische Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben wirkt sich positiv auf betriebliche Innovationsoutputs im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland aus. Betriebe, die mit Hochschulen kooperieren, zeichnen sich durch einen höheren Anteil an verbesserten Produkten (INNO_IMP) und einer höheren Wahrscheinlichkeit der Anmeldung von Patenten (INNO_PA) aus. Die Parameterwerte für beide Variablen sind statistisch signifikant (0.05 Niveau bzw. 0.01 Niveau). Im Gegensatz dazu weisen die Regressionsergebnisse für den Anteil neuer Produkte am Umsatz (INNO_NOV) keine statistisch signifikanten Einflüsse von COOP_UNI aus. Dieses (überraschende) Ergebnis steht nicht im Einklang mit den Ergebnissen empirischer Studien aus dem Ausland (*Faulkner/Senker* 1994; *Klevorick et al.* 1995; *Mansfield* 1991) und den in Abschnitt C diskutierten Zusammenhängen. Im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland wirkt sich die systematische Zusammenarbeit mit Hochschulen für innovative Betriebe nur positiv auf die Entwicklung von verbesserten Produkten aus, nicht aber primär und direkt auf die Generierung neuer Produkte.

Bemerkenswert an den Schätzergebnissen ist desweiteren der negative, hochsignifikante Zusammenhang zwischen COOP_UNI und PLC LENG. Demnach steigt die Wahrscheinlichkeit von FuE-Kooperationen mit Hochschulen mit der Kürze des Produktlebenszyklus. Die systematische Zusammenarbeit zwischen Hochschulforschung und Industrieforschung erweist sich als besonders bedeutsam

²¹ Auch Tabelle 4 weist die Ergebnisse einer Modellspezifikation aus, die in besonderer Weise den Stellenwert von Hochschulk Kooperationen im Innovationsprozeß zum Ausdruck bringt. Weitere Modellspezifikationen, die getestet worden sind, haben zu keinen substantiell anderen Erkenntnissen geführt.

und fruchtbar für Betriebe, die auf Märkten mit hoher Innovationsdynamik agieren. Hochschulkooperationen ermöglichen es diesen Betrieben, ihre intern vorhandenen Innovationskapazitäten kontinuierlich und zielgerichtet zu erweitern bzw. zu optimieren.

Tabelle 3
Hochschulkooperationen und Innovationsoutputs

Variablen	INNO_NOV	INNO_IMP	INNO_PA	PLC LENG
	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)	Koeffizienten (t-Werte)
INTERCEPT	0.60*** (4.55)	0.79*** (5.77)	-2.00*** (-7.10)	2.21*** (36.80)
COOP_UNI	0.14 (1.59)	0.22** (2.25)	0.42*** (3.71)	-0.10*** (-3.43)
TEC_CUCO	0.05 (1.62)	0.09*** (2.92)	0.10* (1.82)	-0.02* (-1.66)
TEC_MARK	0.09*** (2.65)	-0.01 (-0.35)	0.04 (0.93)	-0.04*** (-3.04)
TEC_SCIE	-0.02 (-0.62)	-0.05 (-1.41)	0.00 (0.08)	0.03* (1.91)
ACQU_FIRM	0.12 (1.18)	-0.10 (-1.02)	0.19 (1.54)	0.00 (-0.09)
AP_FP_PR	0.19*** (5.90)			
AP_LP_PR	0.05 (0.80)			
AP_FR_PR			0.19*** (3.46)	-0.04*** (-3.23)
AP_FR_PZ			-0.02 (-0.05)	-0.01 (-0.76)
AP_FP_PZ		0.08*** (2.63)		
AP_LP_PZ		0.05 (0.79)		
AP_LAW	0.07 (1.20)	0.05 (0.71)	0.51*** (9.49)	-0.01 (-0.64)
SIZE_SALE	-0.15*** (-3.48)	-0.01 (-0.20)	0.70*** (10.39)	0.06*** (3.91)
SALE_EXP	0.11*** (3.5)	0.08*** (2.61)	-0.02 (-0.50)	-0.02* (-1.80)
INTERNAT	-0.07 (-0.48)	-0.01 (-0.04)	0.87*** (4.41)	0.21*** (3.85)
χ^2 Industriedummies (d.o.f.)			63.76*** (12)	478.36*** (12)
Zahl der Beobachtungen	1126	1126	1344	799
Log likelihood	-2321.09	-2295.64	-530.65	-3495.83
McFaddens R ²	0.02	0.01	0.39	
χ^2 -Statistik				478.36

Anmerkungen: Industriedummies sind bei den Schätzungen INNO_PA und PLC LENG eingeschlossen. * Signifikant auf 0.1 Niveau. ** Signifikant auf 0.05 Niveau. *** Signifikant auf 0.01 Niveau.

Richtet man das Augenmerk auf den Stellenwert der *unsystematischen* Nutzung von wissenschaftlichen Einrichtungen als externe Wissensquellen (TEC_SCIE), dann weisen die Schätzergebnisse eine ähnlich niedrige empirische Evidenz im Verhältnis zu dem aus, was auf der Seite der Innovationsinputs festgestellt worden ist. TEC_SCIE hat keine signifikanten Einflüsse auf betriebliche Innovationsoutputs im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland. Von Kunden und Konkurrenten (TEC_CUCO) als industriellem Wissenspool gehen demgegenüber positive Wirkungen auf die Verbesserung von Produkten (INNO_IMP) und das Patentanmeldeverhalten (INNO_PA) aus. Zulieferer, Messen etc. (TEC_MARK) sind als externe Informationsquellen von besonderer Relevanz bei der Entwicklung neuer Produkte.

Die Schätzungen hinsichtlich des Einflusses verschiedener *Schutzmechanismen* für Produkt- bzw. Prozeßinnovationen auf die verwendeten Outputindikatoren reflektieren kein stringent zu interpretierendes Muster. Im Gegensatz dazu unterstreichen die Regressionsergebnisse den besonderen Stellenwert der Betriebsgröße (SIZE_SALE) als *marktbezogener* Innovationsfaktor. Mit steigender Betriebsgröße nimmt – wie nicht anders zu erwarten – der Anteil neuer Produkte am Umsatz ab, was sicherlich auf die breitere Produktpalette, den höheren Diversifikationsgrad und das vielschichtigere Tätigkeitsspektrum von größeren Betrieben zurückzuführen ist. Damit hängt auch zusammen, daß die (durchschnittliche) Länge des Produktlebenszyklus (PLC_LENG) und die Wahrscheinlichkeit der Anmeldung von Patenten (INNO_PA) positiv mit der Betriebsgröße korrelieren.

3. Determinanten der Kooperationswahrscheinlichkeit zwischen Hochschulen und innovativen Betrieben

In Tabelle 4 finden sich die Ergebnisse der Regressionsrechnungen, die sich auf die Untersuchung der *Determinanten der Kooperationswahrscheinlichkeit* zwischen Hochschulen und innovativen Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland beziehen. Die Modellstruktur zur Abschätzung der input- und outputseitigen Innovationseffekte wird hierfür folgendermaßen modifiziert: Jene Variablen, die auf betriebliche Appropriierungsbedingungen abzielen, werden aus thematisch naheliegenden Gründen nicht weiter berücksichtigt. Als exogene Variablen finden demgegenüber Faktoren Verwendung, die in besonderer Weise Aussagen über den Stellenwert von Hochschulk Kooperationen als Möglichkeit zur Erweiterung bzw. Optimierung betrieblicher Innovationskapazitäten zulassen. Hierbei handelt es sich zum einen um Indikatoren zur Erfassung betrieblicher Innovationshemmnisse (zur näheren Spezifikation vgl. Tabelle 1). Zum anderen sind dies über Faktorenanalysen ermittelte ‚scores‘ für marktorientierte Ziele betrieblicher Innovationsaktivitäten.

Tabelle 4
Determinanten von Hochschulkooperationen

Variablen	COOP_UNI		
	Modell 1 Koeffizienten (t-Werte)	Modell 2 Koeffizienten (t-Werte)	Modell 3 Koeffizienten (t-Werte)
INTERCEPT	-1.57** (-2.35)	-1.60*** (-2.76)	-1.25** (-2.00)
SIZE_SALE	0.60*** (10.23)	0.55*** (9.66)	0.64*** (11.20)
SALE_EXP	0.03 (0.86)	0.04 (0.98)	0.05 (1.14)
INTERNAT	0.11 (0.58)	-0.09 (-0.41)	0.05 (0.21)
ACQU_FIRM	0.17 (1.510)	0.21* (1.85)	0.19 (1.61)
R&D_LAB	0.42*** (4.65)	0.40*** (4.24)	
DEMA_NO	0.18*** (2.62)		0.16*** (4.32)
BAR_EMPL	-0.02 (-0.58)		-0.03 (-0.72)
BAR_NOOP	-0.12*** (-2.81)		-0.13*** (-2.83)
AIM_F1		-0.01 (-0.12)	0.002 (-0.10)
AIM_F2		0.14*** (2.78)	0.12 (2.27)
AIM_F3		0.09** (2.03)	0.08* (1.66)
AIM_F4		-0.01 (-0.16)	0.01 (0.19)
AIM_F5		0.08 (1.61)	0.10* (1.93)
χ^2 Innovationsbarrieren (d.o.f.)	27.43*** (3)		25.32*** (3)
χ^2 Innovationsziele (d.o.f.)		14.15 (5)	10.97* (5)
χ^2 Industriedummies (d.o.f.)	38.84*** (13)	46.76*** (13)	46.77*** (13)
Zahl der Beobachtungen	1472	1509	1447
Log likelihood	-605.66	-622.58	-600.03
McFaddens R ²	0.24	0.24	0.24

Anmerkungen: * Signifikant auf 0.1 Niveau, ** Signifikant auf 0.05 Niveau, *** Signifikant auf 0.01 Niveau.

Die Schätzergebnisse für die drei getesteten Modellspezifikationen lassen sich im Kontext der in Abschnitt C diskutierten Argumente, die für eine systematische Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Betrieben zur Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte sprechen, wie folgt interpretieren: Die Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen steigt in dem Maße, wie innovative Betriebe aus der systematischen Nutzung technologischer Möglichkeiten aus der Hochschulforschung *zusätzliche* Impulse für ihre Innovationsaktivitäten erwarten (BAR_NOOP). Auf der Grundlage noch nicht voll ausgeschöpfter Innovationspotentiale wird mit Hochschulen kooperiert, um neues Wissen (noch) besser bzw. schneller in marktfähige Produkte umsetzen zu können, was auch durch das positive Vorzeichen des Koeffizienten für DEMA_NO unterstützt wird. Innovative Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland arbeiten dann verstärkt mit Hochschulen zusammen, wenn der Markt für die Einführung von Innovationen noch nicht reif ist. Die Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen steigt auch in dem Maße, wie Betriebe ihre Innovationsaktivitäten auf die Schaffung neuer Absatzmärkte außerhalb Deutschlands (AIM_F2) ausrichten und an der Entwicklung umweltfreundlicher Produkte bzw. Produktionsverfahren arbeiten (AIM_F3). Im Schätzmodell 3 erweist sich die Sicherung der Marktposition bzw. die Steigerung der Marktanteile (AIM_F5) als statistisch signifikant. Der Wald-Test zur Überprüfung des allgemeinen (gemeinsamen) Einflusses der untersuchten Innovationsziele weist hierbei ebenfalls einen signifikanten Wert aus.

Interessant sind schließlich die Schätzergebnisse, die sich auf den Einfluß der Betriebsgröße (SIZE_SALE) und das Vorhandensein einer eigenen FuE-Abteilung (R&D_LAB) beziehen. Die Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen nimmt mit der Größe des Betriebes zu. Die Existenz einer eigenen FuE-Abteilung, die eng mit den absorptiven Fähigkeiten eines Betriebes zusammenhängt (*Peters/Becker* 1998; *Veugelers* 1997), hat einen statistisch hochsignifikanten, positiven Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit, daß innovative Betriebe im sekundären Sektor mit Hochschulen kooperieren.

E. Fazit und Schlußfolgerungen

Ziel des Beitrages war es, den Stellenwert von Hochschulkooperationen bei der Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte näher zu untersuchen. Dies geschah vor dem Hintergrund der institutionell-organisatorischen Rahmenbedingungen des bundesdeutschen Hochschulwesens.

Die Ergebnisse der ökonometrischen Analysen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Von Hochschulkooperationen als Organisationstypen des systematischen Wissenstransfers zwischen Hochschulen und Praxis gehen statistisch signifikante Einflüsse auf betriebliche Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland aus. Die Nutzung von technologischen Möglichkeiten aus der Hochschulforschung führt zu einer Erweiterung betriebsinterner Inno-

vationskapazitäten und wirkt sich stimulierend auf den Innovationsinput von innovativen Betrieben aus. Dies unterstreicht die Dominanz von Komplementaritätseffekten bei der systematischen Nutzung von Erkenntnissen/Ergebnissen der Hochschulforschung im Rahmen von FuE-Kooperationen. Insgesamt gesehen weisen die aus der Kooperation mit Hochschulen resultierenden Innovationseffekte auf der Inputseite eine höhere empirische Relevanz auf als auf der Seite der Innovationsoutputs. Besonders hervorzuheben ist, daß sich die Zusammenarbeit von innovativen Betrieben mit Hochschulen positiv auf die Entwicklung von verbesserten Produkten auswirkt, nicht aber primär und direkt auf die Generierung neuer Produkte. Die Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen steigt in dem Maße, wie Unternehmen sich aus der Nutzbarmachung von technologischen Möglichkeiten *zusätzliche* Impulse für ihre Innovationsaktivitäten erwarten.

Es bleibt weitergehenden Analysen vorbehalten, die Gründe für die herausgearbeiteten Zusammenhänge näher zu untersuchen. Aufgrund der oben beschriebenen Restriktionen des verwendeten ZEW-Datensatzes bedarf es für entsprechende Untersuchungen aber thematisch breiter angelegter Datengrundlagen, um etwa die Interaktionen zwischen Produktivitäts- und Substitutionseffekten – auch in Abhängigkeit vom Niveau der *absorptive capacities*²² – in der notwendigen Differenziertheit analysieren zu können. So können dann auch die sich als Ergebnis simultaner Entscheidungen zwischen Kooperationsbereitschaft und Niveau betrieblicher Innovationsaktivitäten ergebenden Effekte näher untersucht werden.

Vor dem Hintergrund der herausgearbeiteten Erkenntnisse stellt sich die abschließende Frage nach geeigneten Ansatzpunkten zur Verbesserung der *institutionell-organisatorischen* Rahmenbedingungen, um die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und innovativen Betrieben möglichst optimal gestalten zu können.²³ Ein intensivierter Transfer der Erkenntnisse/Ergebnisse der Hochschulforschung in die betriebliche Praxis erhöht das gesamtwirtschaftlich vorhandene Potential zur Lösung technischer, wirtschaftlicher und sozialer Probleme und steigert die Leistungs- bzw. Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland.

Will man der Tatsache des besonderen Stellenwertes der Hochschulforschung im Innovationsprozeß in stärkeren Maße als bislang Rechnung tragen, dann muß aus bildungs- bzw. forschungspolitischer Sicht zum einen die materielle Basis der hochschulinternen Wissensproduktion ausgeweitet werden. Um den aktuellen und

²² Niveau und Qualität der absorptiven Fähigkeiten sind – wie weiter oben dargelegt – von großer Bedeutung für Ausmaß und Effizienz der Nutzbarmachung von externem Wissen. Für die Adaption von Erkenntnissen/Ergebnissen der Hochschulforschung bedarf es generell höherer absorptiver Fähigkeiten als bei Wissensquellen aus anderen Bereichen (z. B. aus dem industriellen Zulieferbereich), da „... basic science is less targeted to the needs and concerns of the firm“ (Cohen/Levinthal 1989, S. 589).

²³ Zur allgemeinen Diskussionen über Reformbedarf und -möglichkeiten im deutschen Hochschulwesen vgl.: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie 1997; Hochschulrektorenkonferenz 1996; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1995; Wissenschaftsrat 1996.

zukünftigen Aufgaben gerecht werden zu können, bedarf es einer deutlichen Erhöhung der in die Hochschulforschung fließenden Finanzmittel.

Neben einer Ausweitung der materiellen Basis der Hochschulforschung müssen zum anderen die organisatorischen Voraussetzungen der hochschulexternen Verwertbarkeit/Nutzbarmachung der im Hochschulbereich generierten technologischen Möglichkeiten verbessert werden.²⁴ Die in den USA und Großbritannien in den letzten Jahren verstärkt forcierte Etablierung von ‚*university-industry co-operative research centres*‘ (Faulkner/Senker 1994; Lee 1996; Rosenberg/Nelson 1994) stellen ein erfolgversprechendes Organisationsmodell dar, um die Intentionen der Hochschulforschung und der industriellen Forschung (noch) stärker aufeinander abzustimmen und Forschungsmittel zum beiderseitigen Vorteil möglichst optimal einsetzen zu können (Bündelung von Forschungskapazitäten, Nutzbarmachung von Synergieeffekten, Ausnutzung von komparativen Vorteilen etc.). Entscheidend ist hierbei, daß beide Seiten an einer konstruktiven, partnerschaftlichen Zusammenarbeit interessiert sind und die jeweils spezifischen Zugangsweisen, institutionellen Rahmenbedingungen etc. akzeptieren, was ein hohes Maß an Flexibilität und Offenheit erfordert. Unter diesen Bedingungen läßt sich im Rahmen von Forschungszentren der Abstimmungs- bzw. Koordinierungsbedarf zwischen den einzelnen Akteuren wesentlich reduzieren. Die Hochschulen können so den spezifischen Bedarf an neuen technologischen Erkenntnissen ihrer industriellen Partner besser ein- und abschätzen. Die beteiligten Betriebe wiederum können ihre spezifischen Interessen an den Ergebnissen der Hochschulforschung gezielter artikulieren und ihre Vorstellungen hinsichtlich der Festlegung und Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte und -inhalte an den Hochschulen besser in die diesbezüglichen Entscheidungsprozesse einfließen lassen. Die Transaktionskosten lassen sich so merklich reduzieren.

In der Bundesrepublik Deutschland sollten schließlich die bildungs- bzw. forschungspolitischen Bemühungen verstärkt werden, über die Errichtung von *An-Instituten* an den Hochschulen (Hochschulrektorenkonferenz 1993) enge Kooperationen zwischen Hochschulforschung und Industrieforschung herzustellen. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang auch eine stärkere Einbindung von Mitarbeitern aus dem Hochschulbereich, die in der Forschung tätig sind, in *Innovationsnetzwerke* (Autio 1997; Biemans 1992; Freeman 1991). Solche Netzwerke erweisen sich insbesondere dann als erfolgreich, wenn sie sich von ihrer Struktur und Ausrichtung her auf einen *regional* überschaubaren Wirkungskreis beziehen. Die Einbindung intraregional vorhandener Innovationsressourcen aus der Hochschulforschung in räumlich konzentrierten Netzwerken wirkt sich erfahrungsgemäß positiv auf die Entwicklungszeit von Innovationen aus und erhöht die Forschungseffizienz der Netzmitglieder. Hiermit wird auch die Realisierung von Skalenerträgen im FuE-Bereich und die Ausschöpfung von Synergieeffekten im Innovationsprozeß

²⁴ Auf Fragen des (marketingorientierten) Hochschulmanagements wird im folgenden nicht näher eingegangen. Vgl. dazu: Hermier 1992; Müller-Böling 1995; Oechsler 1998.

wesentlich erleichtert (Becker/Peters 1998; OECD 1996; Pyke/Sengenberger 1992).

Bei der praktischen Umsetzung der genannten Punkte ist sicherzustellen, daß es zu keinen *strukturellen* Beeinträchtigungen der Hochschulautonomie kommt und die Leistungen der Hochschulforschung nicht unter (rein) ökonomischen Gesichtspunkten instrumentalisiert bzw. funktionalisiert werden. Mit den Vorschlägen ist vielmehr die Intention verbunden, die auf Wilhelm von Humboldt zurückgehenden neuhumanistischen Bildungsideale (*„Einheit von Forschung und Lehre“*, *„Bildung durch Wissenschaft“*) zeitgemäßer auszuformen. Lehre und Forschung muß in der heutigen Zeit verstärkt den Erfordernissen und Bedürfnissen der Wirtschaft Rechnung tragen. Hier sind insbesondere die Hochschulen (Fakultäten, Institute, Lehrstühle) gefordert, die an aktuellen Themenstellungen arbeiten und an einer möglichst schnellen, nutzbringenden Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse interessiert sind.

Literatur

- Acs, Z.J./Audretsch, D.B./Feldman, M.P. (1992), Real effects of academic research: Comment, in: American Economic Review, 82, 363 – 367.
- Albach, H. (1985), Lehre und Forschung als Kuppelproduktion, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 55, 862 – 864.
- Arora, A./Gambardella, A. (1994), Evaluating technological information and utilizing it: Scientific knowledge, technological capability, and external linkages in biotechnology, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 24, 91 – 114.
- Arrow, K.J. (1962), Economic welfare and the allocation of resources for invention, in: Nelson, R. (Ed.), The rate and direction of incentive activity: economic and social factors. Princeton, 609 – 625.
- Arvanitis, S./Hollenstein, H. (1994), Demand and supply factors in explaining the innovative activity of Swiss manufacturing firms, in: Economics of Innovation and New Technology, 3, 15 – 30.
- Autio, E. (1997), New, technology-based firms in innovation networks symplectic and generative impacts, in: Research Policy, 26, 263 – 282.
- Backes-Gellner, U. (1989), Ökonomie der Hochschulforschung. Organisationstheoretische Überlegungen und betriebswirtschaftliche Befunde. Wiesbaden.
- Balling, R. (1997), Kooperation. Strategische Allianzen, Netzwerke, Joint-Ventures und andere Organisationsformen zwischenbetrieblicher Zusammenarbeit in Theorie und Praxis. Frankfurt am Main u. a.
- Becker, W. (1996), Ökonomische Bedeutung von Hochschulen als Produzenten von Humankapital. Habilitationsschrift. Augsburg.
- Becker, W./Peters, J. (1997), University R&D-spillovers and innovation activity – Evidence for the German manufacturing industry. Paper presented at the Ninth Annual Conference of the European Association for Evolutionary Political Economy, November 1997. Athen.

- (1998), R&D-Competition between vertical corporate networks: market structure and strategic R&D-spillovers, in: *Economics of Innovation and New Technology*, 6, 51 – 71.
- Biemans, W.* (1992), *Managing innovation networks*. London / New York.
- Brinkmann, G.* (1989), Die externen Effekte der Bildung als Grund für deren öffentliche Finanzierung, in: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 85, 34 – 41.
- Brinkmann, G.* (1991), Die Produktionsfunktion der Universität, in: *Helberger, C.* (Hrsg.), *Ökonomie der Hochschule II*. Berlin, 52 – 71.
- Brockhoff, K. / Gupta, A. / Roterberg, C.* (1991), Inter-firm R&D co-operations in Germany, in: *Technovation*, 11, 219 – 229.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie* (1997), *Hochschulen für das 21. Jahrhundert*. Bonn.
- (1996), *Grund- und Strukturdaten 1996 / 97*. Bonn.
- Cohen, W.* (1995), Empirical studies of innovative activity, in: *Stoneman, P.* (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford / Cambridge (MA), 182 – 264.
- Cohen, W. / Levin, R.* (1989), Empirical studies of innovation and market structures, in: *Schmalensee, R., Willig, R.D.* (Eds.), *Handbook of Industrial Organization*. Vol. 2. Amsterdam, New York / Oxford / Tokyo, 1059 – 1107.
- Cohen, W. / Levinthal, D.* (1989), Innovation and learning: The two faces of R&D, in: *Economic Journal*, 99, 569 – 596.
- Coombs, R.* (1988), Technological opportunities and Industrial Organization, in: *Dosi, G.* et al. (Eds.), *Technical change and economic theory*. London / New York, 295 – 308.
- Corsten, H.* (1990), *Betriebswirtschaftslehre der Dienstleistungsunternehmen*. München / Wien.
- Dosi, G.* (1988), Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation, in: *Journal of Economic Literature*, 26, 1120 – 1171.
- Eliasson, G.* (1996), Spillovers, integrated production, and the theory of the firm, in: *Journal of Evolutionary Economics*, 6, 122 – 140.
- Endres, J. / Teichler, U.* (1995), *Berufsbild der Lehrenden und Forschenden an Hochschulen*. Bonn.
- Faulkner, W. / Senker, J.* (1994), Making sense of diversity. Public-private sector research linkage in three technologies, in: *Research Policy*, 23, 673 – 695.
- Felder, J.* (1997), *Das Mannheimer Innovationspanel. Erläuterungen für externe Nutzer zum Datensatz der Erhebung 1993. Version 97 – 1*. Mannheim.
- Felder, J. / Licht, G. / Nerlinger, E. / Stahl, H.* (1995), Appropriability, opportunity, firm size and innovation activities. ZEW Discussion Paper No. 95 – 21. Mannheim.
- Flaig, G. / Stadler, M.* (1998), On the dynamics of product and process innovations, in: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 217, 401 – 417.
- Flam, K.* (1988), *Creating the computer*. Washington.

- Freeman, C.* (1991), Networks of innovators: a synthesis of research issues, in: *Research Policy*, 20, 499 – 514.
- Geroski, P.A.* (1990), Innovation, technological opportunity, and market structure, in: *Oxford Economic Papers*, 42, 586 – 602.
- Gibbons, M. et al.* (1994), *The new production of knowledge*. London.
- Griliches, Z.* (1992), The search for R&D spillovers, in: *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29 – 47.
- (1995), R&D and productivity, econometric results and measurement issues, in: *Stoneman, P. (Ed.), Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford / Cambridge (MA), 52 – 89.
- Grupp, H. / Schmoch, U.* (1992), *Wissenschaftsbindung der Technik. Panorama der internationalen Entwicklung und sektorales Tableau für Deutschland*. Heidelberg.
- Hagedoorn, J.* (1995), Strategic technology partnering during the 1980s: trends, networks and corporate patterns in non-core technologies, in: *Research Policy*, 24, 207 – 231.
- Harabi, N.* (1995), Sources of technical progress: empirical evidence from Swiss industry, in: *Economics of Innovation and New Technology*, 4, 67 – 76.
- Harhoff, D.* (1996), Strategic spillovers and incentives for research and development, *Management Science*, 42, 907 – 925.
- Harhoff, D. / Licht, G.* (1994), Das Mannheimer Innovationspanel, in: *Hochmuth, U., Wagner, J. (Hrsg.), Firmenpanelstudien in Deutschland*. Tübingen, 255 – 284.
- Heckmann, J.* (1979), Sample selection bias as a specification error, in: *Econometrica*, 49, 153 – 61.
- Hermier, B.* (1992), *Konzept eines marketingorientierten Hochschulmanagements. Theoretische Ansätze und empirische Befunde*. Dissertation. Essen.
- Hochschulrektorenkonferenz* (1993), *Zur Forschung in den Hochschulen. Dokumente zur Hochschulreform 85*. Bonn.
- (1996), *Zur Finanzierung der Hochschulen. Dokumente zur Hochschulreform 110*. Bonn.
- Hoernack, S.A. / Collins, E.L. (Eds.)* (1990), *The economics of American universities. Management, operations, and fiscal environment*. New York.
- Holtkamp, R.* (1995), *Forschung an Fachhochschulen. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*. HIS-Kurzinformation A2/95. Hannover.
- Jaffe, A.* (1989), Real effects of academic research, in: *American Economic Review*, 79, 957 – 970.
- Jewkes, J. / Sawers, D. / Stillerman, R.* (1960), *The sources of innovation*. London / New York.
- Kenney, M.* (1986), *Biotechnology. The University industrial complex*. New Heaven.
- Klevorick, A. / Levin, R. / Nelson, R. / Winter, S.* (1995), On the sources and significance of inter-industry differences in technological Opportunity, in: *Research Policy*, 24, 185 – 205.
- Kogan, M. (Ed.)* (1989), *Evaluating higher education*. London.

- Küpper, H.-U./Sinz, E. (Hrsg.) (1998), Gestaltungskonzepte für Hochschulen. Effizienz, Effektivität, Evolution. Stuttgart.
- Kuhn, T. (1967), Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main.
- Lee, Y. (1996), Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration, in: *Research Policy*, 25, 843 – 863.
- Lüder, K. (Hrsg.) (1988), Forschungsk Kooperationen zwischen industriellen Unternehmen und Hochschulen. Speyer
- Machlup, F. (1962), The production and distribution of knowledge in the United States. Princeton (NJ).
- Mairesse, J./Saassenou, M. (1991), R&D and productivity. A survey of econometric studies at the firm level, in: *STI-Review*, 8, 9 – 43.
- Malerba, F./Orsengio, L. (1996), Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific, in: *Research Policy*, 25, 451 – 478.
- Mansfield, E. (1991), Academic research and industrial innovation, in: *Research Policy*, 20, 1 – 12.
- (1995), Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics, and financing, in: *Review of Economics and Statistics*, 77, 55 – 65.
- Maurer, A. (1995), Forschungs- und Entwicklungskooperationen in der Wettbewerbspolitik der Europäischen Gemeinschaften. Frankfurt am Main u. a.
- MIP (1994), Mannheimer Innovationspanel. Zensierter Datensatz der 1. Welle für externe Nutzer. Version 2. Mannheim.
- Müller-Böling, D. (Hrsg.) (1995), Qualitätssicherung in Hochschulen. Forschung – Lehre – Management. Gütersloh.
- Nadiri, M.I. (1993), Innovations and technological spillovers. NBER Working Paper #4423. Cambridge (MA).
- Narin, F./Hamilton, K./Olivastro, D. (1997), The increasing linkage between U.S. technology and public science, in: *Research Policy*, 26, 317 – 330.
- Nelson, R. (1959), The simple economics of basic scientific research, in: *Journal of Political Economy*, 67, 297 – 306.
- (1992), The role of knowledge in R&D efficiency, in: *Quarterly Journal of Economics*, 97, 453 – 470.
- Neusel, A./Teichler, U./Winkler, H. (Hrsg.) (1993), Hochschule, Staat, Politik. Frankfurt/New York.
- OECD (1996), Networks of enterprises and local development. Paris.
- Oechsler, W. (1998), Human Resource Management in der Universitätsverwaltung – Von der Administration zur Strategie- und Leistungsorientierung, in: Küpper, H.-U., Sinz, E. (Hrsg.), Gestaltungskonzepte für Hochschulen. Effizienz, Effektivität, Evolution. Stuttgart, 173 – 199.
- Onida, F./Malerba, F. (1989), R&D cooperation between industry, universities and research organizations in Europe, in: *Technovation*, 131 – 192.

- Peters, J./Becker, W.* (1998), Technological opportunities, academic research, and innovation activities in the German automobile supply industry. Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe des Instituts für Volkswirtschaftslehre der Universität Augsburg, Beitrag Nr. 175. Augsburg 1998.
- Popper, K.* (1989), Logik der Forschung. Tübingen.
- Pyke, F./Sengenberger, W.* (Eds.) (1992), Industrial districts and local economic regeneration. Geneva.
- Rosenberg, N.* (1974), Science, invention, and economic growth, in: *Economic Journal*, 84, 90 – 108.
- Rosenberg, N./Nelson, R.* (1994), American universities and technical advance in industry, in: *Research Policy*, 23, 323 – 348.
- Sanchez, A.M./Tejedor, A.-C.P.* (1995), University-industry relationships in peripheral regions: the case of Aragon in Spain, in: *Technovation*, 15, 613 – 625.
- Schramm, J.* (Hrsg.) (1990), Modernisierungsstrategie für die Universität. Frankfurt a. Main / Bern / New York / Paris.
- Spence, M.* (1984), Cost reduction, competition and industry performance, in: *Econometrica*, 52, 101 – 121.
- Stephan, P.* (1996), The Economics of Science, in: *Journal of Economic Literature*, 34, 1199 – 1235.
- Stieger, H.* (1980), Zur Ökonomie der Hochschule. Giessen.
- Stiftungsverband für die Deutsche Wissenschaft* (Hrsg.) (1995), Von der Hypothese zum Produkt. Verbesserung der Innovationsfähigkeit durch Neuorganisation der öffentlich-rechtlichen Forschung? Essen.
- Stiftungsverband für die Deutsche Wissenschaft* (1997), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995 bis 1997. Bericht über die FuE-Erhebung 1995 und 1996. Essen.
- Sydow, J.* (1992), Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation. Wiesbaden.
- Technologie-Vermittlungs-Agentur Berlin* (Hrsg.) (1994), Innovation und Kooperation. Perspektiven und Chancen der Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie. Berlin.
- van Lith, U.* (1983), Der Markt als Ordnungsfaktor des Bildungsbereichs. Köln.
- Veugelers, R.* (1997), Internal R&D expenditures and external technology sourcing, in: *Research Policy*, 26, 303 – 315.
- Wissenschaftsrat* (1994), 10 Thesen zur Hochschulpolitik. Köln.
- (1996), Thesen zur Forschung in den Hochschulen. Köln.
- Zöller, M.* (Hrsg.) (1983), Bildung als öffentliches Gut? Hochschul- und Studienfinanzierung im internationalen Vergleich. Stuttgart.