Hochschulkooperationen und betriebliche Innovationsaktivitäten

Ergebnisse aus der deutschen Automobilzulieferindustrie

von

Jürgen Peters und Wolfgang Becker

Zusammenfassung

Die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien basiert zunehmend darauf, daß akademische Forschung und industrielle Innovationsaktivitäten miteinander verknüpft werden müssen. Die Zielsetzung des Beitrages besteht deshalb darin, für den Bereich der deutschen Automobilzulieferindustrie die Bedeutung von Hochschulkooperationen für betriebliche Innovationsaktivitäten empirisch zu untersuchen. Erstmals in dieser Form für die Bundesrepublik Deutschland werden Stellenwert, Motive und Wirkungen vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen einer differenzierten Analyse unterzogen. Es zeigt sich, daß in der deutschen Automobilzulieferindustrie eine hohe Kooperationsneigung besteht, die von den absorptiven Fähigkeiten und von der Betriebsgröße der Zulieferer abhängt. Vertraglich abgesicherte F&E-Kooperationen mit Hochschulen erweisen sich für Automobilzulieferer deshalb als vorteilhaft, weil dadurch technologische Innovationskapazitäten erweitert und betriebsintern vorhandene automobilspezifische Innovationspotentiale effektiver genutzt werden können. Im Rahmen von Hochschulkooperationen lassen sich Entwicklungskosten einsparen, weniger jedoch Verbesserungen der Produktqualität erzielen.

Schlüsselbegriffe: Hochschulkooperationen, betriebliche Innovationsaktivitäten, absorptive Fähigkeiten, Automobil(zuliefer-)industrie

JEL-Klassifikation: O31, I20, H40

Anschrift: Dr. Jürgen Peters, wissenschaftlicher Assistent, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre I, Universität Augsburg, Universitätsstr. 16, D-86135 Augsburg, Tel.: +49-(0)821-598-4191; Fax.: +49-(0)821-598-4231, Email: juergen.peters@wiso.uni-augsburg.de

PD Dr. Wolfgang Becker, wissenschaftlicher Oberassistent, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre II, Universität Augsburg, Universitätsstr. 16, D-86135 Augsburg, Tel.: +49-(0)821-598-4207; Fax.: +49-(0)821-598-4232, Email: wolfgang.becker@wiso.uni-augsburg.de

Summary

The development and adaption of new technologies are based on the interrelation of academic research and applied industrial innovation activities. Therefore, the aim of this paper is to investigate empirically the importance of R&D cooperations with universities for the innovation activities of suppliers in the German automobile industry. Relevance, motives, and benefits of contractual R&D cooperation between automobile suppliers and universities will be analyzed for the first time in great variety. It will be shown that in the German automobile supply industry the high preference of firms to cooperate with universities depends on the size of the firm as well as on their absorptive capacities. Formal R&D arrangements with universities are prefered because automobile suppliers can enhance their technological innovation capacities to develop new or improved products and use their automobile-specific innovation potentials, developed inhouse, more efficiently. Further, by establishing formal cooperative R&D arrangements with universities suppliers in Germany rather save R&D costs than realize quality improvements of products.

Key words:	R&D cooperations with Universities, Innovation Activities, Absorptive Capacities, Automobile Suppy Industry
JEL classification:	O31, I20, H40

A. Einleitung

Die Automobilzulieferindustrie in Deutschland befindet sich seit der Strukturkrise zu Beginn der neunziger Jahre in einem grundlegenden Umstrukturierungsprozeß, der trotz verbesserter Rahmenbedingungen immer noch andauert (Schumann 1997). Der Wandel in der Beschaffungspolitik der Automobilhersteller - sinkende Fertigungstiefen, globale Teilebeschaffung, abnehmende Variantenvielfalt von Zulieferprodukten - zwingt Automobilzulieferer zu permanenten Anpassungen ihrer Produktionsstrukturen und Innovationsaktivitäten. Automobilhersteller versuchen verstärkt, über eine frühzeitige Einbindung technologisch führender Zulieferer in die eigene Fahrzeugentwicklung und Modellkonzeption externe Innovationspotentiale gezielt für sich nutzbar zu machen. Das technische Know-how der Zulieferer soll dazu beitragen, die eigene Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Die Bedeutung der Zulieferbetriebe für den Markterfolg der Automobilhersteller nimmt dadurch zu.

Um wechselseitig flexibel auf die wachsenden Anforderungen und sich verändernden (globalen) Herausforderungen reagieren zu können, werden in der Automobilindustrie verstärkt formale und informale *Kooperationen,* insbesondere im F&E-Bereich, eingegangen. Hierdurch sollen Spezialisierungs- und Kostenvorteile ausgenutzt (Maurer 1995; Schmid 1995), Spillovereffekte internalisiert (De Bondt 1996; Rothwell 1992), Forschungsrisiken reduziert (Sell 1994) und Entwicklungszeiten verkürzt (Katz/Ordover 1990) werden, um letztlich Marktanteilszuwächse und Renditesteigerungen erzielen zu können.

Das Spektrum der Möglichkeiten, im Rahmen von F&E-Kooperationen extern generiertes Wissen für betriebsinterne Innovationsaktivitäten nutzbar zu machen, ist vielschichtig. Unternehmen können auf *industrielle* F&E-Kooperationen setzen (Brockhoff/Gupta/Rotering 1991; Mowery 1989; von Hippel 1988), um synergetische Spillovereffekte nutzen und die mit der Unsicherheit des Innovationserfolges verbundenen Risiken reduzieren zu können. Als Kooperationspartner fungieren hierbei häufig Kunden, Zulieferer, Konkurrenten oder Anbieter komplementärer Produkte (Bossard Consultants 1996; Rotering 1990). Im deutschen Verarbeitenden Gewerbe führen beispielsweise mehr als ein Drittel der Unternehmen mit ihren Kunden bzw. ihren eigenen Lieferanten gemeinsame F&E-Projekte durch (Becker/Peters 1997). In der deutschen Automobilindustrie liegt dieser Anteil noch höher. So werden fast 90 v.H. aller Automobilteile, die auf Innovationsanstrengungen zurückzuführen sind, im Rahmen industrieller F&E-Kooperationen mit den Kunden entwickelt (Peters 1997).

Eine über den industriellen Bereich hinausgehende Möglichkeit für Unternehmen, extern generiertes Wissen für die eigenen Belange nutzbar machen zu können, besteht darin, mit *Hochschulen* im F&E-Bereich zusammenzuarbeiten (Faulkner/Senker 1994; Lüder 1988; Technologie-Vermittlungs-Agentur Berlin 1994). Hochschulkooperationen zeichnen sich dadurch aus, daß Unternehmen gezielt und systematisch auf die Ergebnisse der akademischen Forschung zurückgreifen können. Dies ermöglicht die kontinuierliche Beobachtung der Forschungsaktivitäten im Hochschulbereich, die rechtzeitige Antizipation neuer Forschungsschwerpunkte und technologischer Entwicklungspfade, die frühzeitige Überprüfung der praktischen Relevanz von neuen wissenschaftlichen Durchbrüchen und die problembezogene Nutzung und Umsetzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie verbesserter technologischer Verfahren und Instrumente (Becker 1996). Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen im F&E-Bereich können dabei mehr oder weniger umfassend und verbindlich angelegt sein. Das Spektrum der Bindungen reicht von Kooperationen etwa im Rahmen gezielter Beratungsleistungen der Hochschulen (z.B. Gutachten, Stellungnahmen, Empfehlungen etc.) über Formen des institutionalisierten Informations- und Erfahrungsaustausches (Fachtagungen, Symposien etc.) bis hin zur vertraglich genau geregelten Formen der Zusammenarbeit im Rahmen gemeinsam finanzierter F&E-Projekte.

Die Relevanz von Hochschulkooperationen bzw. der Hochschulforschung hat aufgrund der wachsenden Bedeutung der Multi- und Interdisziplinarität von F&E-Aktivitäten (z.B. im Nanotechnologiebereich) und einer immer stärkeren Wissenschaftsbindung des technischen Fortschrittes kontinuierlich zugenommen (Becker 1996; Grupp/Schmoch 1992; Narin/Olivastro 1992; Rosenberg/Nelson 1994). 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). Dies erklärt, weshalb in Deutschland sowohl im Durchschnitt des gesamten Verarbeitenden Gewerbes als auch speziell in der deutschen Automobilzulieferindustrie Hochschulen zu den beliebtesten Kooperationspartner zählen (Peters/Becker 1998).

Vor diesem Hintergrund besteht die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit darin, für den Bereich der deutschen Automobil*zuliefer*industrie die Bedeutung von Hochschulkooperationen für betriebliche Innovationsaktivitäten *empirisch* näher zu untersuchen. Erstmals in dieser

Form für die Bundesrepublik Deutschland werden Stellenwert, Motive und Wirkungen vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen einer differenzierten Analyse unterzogen. Hierbei wird auch der Frage nachgegangen, welchen Einfluß Betriebsgröße und Niveau der absorptiven Fähigkeiten von Automobilzulieferern auf die Kooperationswahrscheinlichkeit mit Hochschulen haben. Die empirischen Analysen stützen sich auf zwei Betriebsbefragungen, die in den Jahren 1995 und 1996 in der deutschen Automobilzulieferindustrie durchgeführt worden sind.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden die thematisch grundlegenden Zusammenhänge zwischen der Nutzung von externem Wissen aus dem akademischen Bereich im Rahmen von Hochschulkooperationen und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für betriebliche Innovationsaktivitäten beschrieben. Darauf aufbauend werden konkret für die deutsche Automobilzulieferindustrie auf der Basis von zwei Betriebsbefragungen die empirische Relevanz von vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen untersucht und die aus Hochschulkooperationen resultierenden Innovationseffekten bestimmt. Abschließend erfolgt eine Diskussion der Ergebnisse sowie der Erfordernisse für eine (noch) engere Verknüpfung der Innovationsaktivitäten der Automobilzulieferer und den Forschungsaktivitäten im Hochschulbereich im Rahmen systematisch angelegter Kooperationen.

B. Nutzung der Ergebnisse der akademischen Forschung im Rahmen von Hochschulkooperationen und betrieblichen Innovationsaktivitäten

In der modernen Innovationsforschung besteht Einigkeit darüber, daß F&E-Aktivitäten eine entscheidende Quelle zur Generierung von neuem Wissen sind (Dosi 1988a; Griliches 1995; Mairesse/Saasenou 1991). Die grundlegende Bedeutung von betrieblichen F&E-Aktivitäten besteht darin, daß sich die innovatorische Erweiterung des technischen und organisatorischen Wissens in Verbindung mit der Realisierung von Skalenerträgen positiv auf die Produktivitäts-, Umsatz- und Gewinnentwicklung auswirkt. Für die Forschungseffizienz ist letztendlich das Zusammenwirken zwischen der Intensität betriebsinterner F&E-Aktivitäten und dem Grad der Nutzbarmachung externer Innovationsressourcen entscheidend.

Die Bedeutung extern generierten Wissens für betriebliche Innovationsaktivitäten besteht darin, daß Unternehmen über die Nutzung externer Informationsquellen ihre *technologischen Kapazitäten* zur Entwicklung neuer bzw. verbesserter Produkte erweitern können (Cohen/Levinthal 1989; Coombs 1988; Harabi 1995, Klevorick et al. 1995). Dadurch kann die

Innovationsintensität gesteigert und die Wahrscheinlichkeit eines Innovationserfolges erhöht werden. Die gezielte Nutzung von externem Wissen führt zu einer höheren Produktivität betriebsintern getätigter F&E-Investitionen sowie zu einer Verbesserung der qualitativen Eigenschaften weiterer Inputfaktoren wie Arbeit, Kapital und Vorleistungen (De Bondt 1996; Kamien et al. 1992; Nadiri 1993). Die sich aus der *Adaption* von externem Wissen ergebenden Veränderungen der Produktionsmöglichkeiten resultieren in effizienteren Produktionsverfahren und/oder in höherer Fachkompetenz des Forschungspersonals. Die *Weitergabe* von spezifischem Wissen induziert nach Dosi (1988b, S. 1126) faktorgebundenen technologischen Fortschritt, der nicht im gleichen Maße alle Produktionstechnologien erfaßt, sondern seine Wirkungen selektiv und kumulativ innerhalb bestimmter Technologiepfade bzw. -felder entfaltet.

Empirische Studien für den anglo-amerikanischen Bereich unterstreichen den besonderen Stellenwert eines *systematischen* Transfers von Erkenntnissen und Ergebnissen aus der Hochschulforschung für betriebliche Innovationsaktivitäten. Mansfield (1991) weist empirisch nach, daß immerhin 11 v.H. der Produktinnovationen und 9 v.H. der Prozeßinnovationen, die in den USA im Zeitraum von 1975 bis 1985 in forschungsintensiven Branchen (‘drugs’, ‘metals’, 'information processing' etc.) entwickelt worden sind, nicht ohne entsprechende Forschungsergebnisse aus dem akademischen Bereich hätten realisiert werden können. Jaffe (1989) stellt in seiner richtungsweisenden Studie auf der Ebene der US-Bundesstaaten einen engen Zusammenhang zwischen der systematischen Nutzung von Ergebnissen aus der Hochschulforschung und der Anzahl, der in einem Bundesstaat von den dort ansässigen Unternehmen angemeldeten Patenten fest. Acs et al. (1992) weisen in einem kommentierenden Beitrag zu Jaffe einen noch stärkeren innovationsfördernden Einfluß von akademischem Wissen auf die Anzahl betrieblicher Innovationen nach. Diese Ergebnisse sind dahingehend zu interpretieren, daß von den aus dem Hochschulbereich in den Innovationsprozeß fließenden Wissensinputs *direkte* Impulse in Richtung einer marktfähigen Verwertung ausgehen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Klevorick et al. (1995), die der Frage nach der Relevanz verschiedener akademischer Forschungsfelder (Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Ingenieurwissenschaften) für den technischen Fortschritt in den USA in bestimmten Technikbereichen nachgegangen sind. Ergebnisse der Hochschulforschung sind demnach besonders bedeutsam in F&E-intensiven Branchen wie z.B. der Computerindustrie, der Luft- und Raumfahrtindustrie, der pharmazeutischen Industrie oder der Automobilindustrie. Dabei scheint die verstärkte Nutzung akademischen Wissens gerade kleinen und mittleren Unternehmen Möglichkeiten zu eröffnen, ihre größenbedingten Wettbewerbsnachteile zu kompensieren. Acs et al. (1994) können für innovative Firmen in den USA aufzeigen, daß für kleine Unternehmen externe F&E-Aktivitäten eine größere Rolle im Innovationsprozeß spielen als für Großunternehmen, die verstärkt auf interne F&E-Tätigkeiten zurückgreifen.

Becker/Peters (1997) stellen für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland ebenfalls signifikante Einflüsse der Hochschulforschung auf betriebliche Innovationsaktivitäten fest. Sie können in ihrer ökonometrischen Studie stimulierende Effekte neuer Erkenntnisse aus dem Hochschulbereich auf die F&E- und Innovationsintensitäten deutscher Unternehmen nachweisen. Insbesondere Unternehmen, die bei der Entwicklung neuer Produkte oder Fertigungsprozesse mit Hochschulen kooperieren, zeigen ein überdurchschnittlich hohes Innovationsengagement. Der besondere Vorteil von Hochschulkooperationen besteht für diese Unternehmen darin, daß sie systematisch und gezielt auf die Ergebnisse der Hochschulforschung zurückgreifen und betriebsintern vorhandene Innovationskapazitäten erweitern bzw. optimieren können.

Grundvoraussetzung für eine effiziente Nutzbarmachung von akademischem Wissen im Rahmen von Hochschulkooperationen sind ausreichend hohe *absorptive Fähigkeiten*. Diese Fähigkeiten beziehen sich darauf, in welchem Umfang Unternehmen in der Lage sind, neue (technologische) Erkenntnisse aus ihrem Umfeld erkennen, akquirieren, verarbeiten und umsetzen zu können. Cohen/Levinthal (1989) stellen diesbezüglich heraus, daß Betriebe zuerst in die eigene F&E investieren müssen, um entsprechende Kompetenzen zu erlangen, um neues technologisches Wissen industrieller Partner oder Hochschulen effektiv nutzen zu können. Brockhoff (1995) und Rothwell/Dodgson (1991) heben die notwendige Außenorientierung von Betrieben hervor, die neben einem intern orientierten Innovationsmanagement ein auf die Nutzung extern vorhandener Wissensquellen ausgerichtetes Technologiemanagement beinhaltet.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Zusammenhänge wird im folgenden der Frage nach der empirischen Relevanz von Hochschulkooperationen in der *deutschen Automobilzuliefererindustrie* nachgegangen. Im Mittelpunkt der empirischen Analysen steht die Untersuchung des Stellenwertes, der Motive und der Wirkungen *vertraglich abgesicherter* F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen. Die untersuchten F&E-Kooperationen zwischen Zulieferer und Hochschulen beziehen sich dabei auf technisch-wissenschaftliche und nicht auf ökonomische Problemstellungen.

C. Empirische Relevanz von Hochschulkooperationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie

Die Analysen basieren auf Daten, die mittels einer postalischen Betriebsbefragung im Frühjahr 1995 und Herbst 1996 in der deutschen Automobilzulieferindustrie gewonnen worden sind (für nähere Details, siehe Peters 1997). Angeschrieben wurden einzelne Betriebe bzw. Betriebsteile von Unternehmen und Unternehmensgruppen, die Automobilprodukte erstellen, unabhängig davon, ob die Umsätze direkt mit den Automobilherstellern als Direktlieferanten oder als Sublieferanten auf der zweiten bzw. dritten Hierarchiestufe getätigt worden sind. Als Automobilprodukte wurden sowohl Teile, Komponenten, Systeme, Werkstoffe als auch Werkzeuge angesehen, die mittelbar oder unmittelbar für Bau von Automobilen verwendet werden. Hierunter fallen Investitionsgüter (z.B. Maschinen und Pressen), Zulieferprodukte (z.B. Lenkungen, Getriebe, Anlasser und Kühler), Zulieferleistungen (z.B. Oberflächenbehandlungen) sowie Zubehörprodukte (z.B. Autoradios).

Das Ziel der ersten Befragung, an der 430 Zulieferer aus 18 Industriezweigen (Sypro-Viersteller) teilnahmen, lag in der Messung und Bewertung der Innovationsaktivitäten der Automobilzulieferer in Deutschland. In diesem Zusammenhang sind die innovativen Automobilzulieferer auch nach vertraglichen F&E-Kooperationen mit anderen Unternehmen und Hochschulen gefragt worden. Als *innovativ* wurden die Zulieferer charakterisiert, die in den Jahren 1993-1994 neue Automobilprodukte in den Markt eingeführt und/oder neue Fertigungsprozesse in ihrem Betrieb eingesetzt haben. Insgesamt haben 320 innovative Automobilzulieferer Angaben darüber gemacht, ob sie mit Hochschulen im F&E-Bereich kooperieren.

Im Frühjahr 1996 wurden alle 430 Automobilzulieferer aus der ersten Betriebsbefragung nochmals angeschrieben, um die im Rahmen betrieblicher Innovationsaktivitäten maßgeblichen Aspekte von vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen mit Hochschulen differenzierter erfassen zu können. An dieser Auswahluntersuchung beteiligten sich 138 Betriebe, deren Angaben sich auf den Zeitraum 1994-1995 bezogen. Die Untersuchung der aus Hochschulkooperationen resultierenden Innovationseffekte basiert auf den Angaben von 130 *innovativen* Betrieben der deutschen Automobilzulieferindustrie.

I. Stellenwert von F&E-Kooperationsverträgen mit Hochschulen

Der systematische Zugang zur (wirtschaftsnahen) Hochschulforschung ist für Betriebe zum Großteil nur über das Eingehen von Kooperationsverträgen möglich. Zur effizienten Gewinnung von aktuellen und für die eigenen Innovationsaktivitäten wichtigen Forschungsergebnissen reicht das Studium von Fachzeitschriften, die in den öffentlich zugänglichen Hochschulbibliotheken vorhanden sind, nicht aus. Zudem sind Unternehmen an technologischen Informationen der Hochschulforschung interessiert, die sich in marktfähige Produkte bzw. in einsatzfähige Fertigungsverfahren umsetzen lassen. Aus diesen Gründen gehen Unternehmen mit Hochschulen vertraglich abgesicherte Kooperationen im F&E-Bereich ein.

In der ersten Betriebsbefragung gaben fast 37 v.H. der innovativen Automobilzulieferer (n = 320) an, in den Jahren 1993-1994 mit Hochschulen vertraglich abgesicherte F&E-Kooperationen abgeschlossen zu haben. Insgesamt gesehen kristallisierten sich Hochschulen als beliebteste Kooperationspartner heraus, während es im Untersuchungszeitraum seltener zu vertraglich abgesicherten Forschungskooperationen mit Kunden (35 v.H.) oder Lieferanten (30 v.H.) gekommen ist. Mit Konkurrenzbetrieben hatten hingegen nur ca. 8 v.H. der innovativen Automobilzulieferer gemeinsame F&E-Projekte durchgeführt. Die relativ stark ausgeprägte Kooperationsbereitschaft der Automobilzulieferbetriebe in Deutschland zeigte sich auch in der zweiten Betriebsbefragung, in der nach vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen im Zeitraum von 1994-1995 befragt wurde. Von den 130 innovativen Betrieben gaben rund 41 v.H. an, daß sie in diesem Zeitraum mit Hochschulen F&E-Kooperationen durchgeführt hatten.

Die auffallend hohe Bereitschaft der Automobilzulieferer, mit Hochschulen im FuE-Bereich zu kooperieren, ist insofern bemerkenswert, als daß neue technologische Informationen aus dem Hochschulbereich von den befragten Unternehmen als weit weniger bedeutsam eingestuft worden sind als neue Erkenntnisse, die sie von Kunden, Lieferanten oder über eigenes *'reverse engineering'* erhalten haben (vgl. Peters/Becker 1998). Hervorzuheben ist andererseits aber auch, daß für Automobilzulieferer mit Hochschulkooperationen die Relevanz der akademischen Forschung einen signifikant höheren Stellenwert hat als für Zulieferer ohne entsprechendes Kooperationsengagement. Ähnliche Muster finden sich, wenn man das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland als Ganzes betrachtet (Becker/Peters 1998).

Fragt man nach den Determinanten der Kooperation mit Hochschulen, dann kristallisiert sich die *Betriebsgröße* als ein wesentlicher Faktor heraus. Wie Tabelle 1 zeigt, nimmt die Kooperationsneigung mit der Größe des Betriebes zu. In der deutschen Automobilzulieferindustrie hatte in den Jahren 1993-1994 die Hälfte der diese Frage beantwortenden Großbetriebe mit 500 und mehr Beschäftigten vertraglich abgesicherte Hochschulkooperationen abgeschlossen, während nur jeder vierte Kleinstbetrieb (weniger als 50 Beschäftigte) mit Hochschulen im F&E-Bereich kooperierte. Die Ergebnisse der zweiten Betriebsbefragung bestätigen diese Betriebsgrößeneffeke für den Zeitraum 1994-1995.

Tab. 1: Stellenwert vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen mit Hochschulen differenziert nach Betriebsgröße, Anteile jeweils in v.H. der befragten Betriebe

Betriebsgrößenklassen	**Abgrenzungen**	**Zeitraum 1993-1994**[a)]	**Zeitraum 1994-1995**[b)]
Kleinstbetriebe	1-49 Beschäftigte	13,6	0,0
Kleinbetriebe	50-249 Beschäftigte	27,4	19,4
Mittelgroße Betriebe	250-499 Beschäftigte	29,8	30,8.
Großbetriebe	500 und mehr Beschäftigte	49,6	56,6
Alle Betriebe		36,8	40,6

Anmerkungen: a) Anzahl der Beobachtungen = 320; b) Anzahl der Beobachtungen = 106.

In persönlichen Gesprächen, die mit technischen Leitern einiger der befragten Zulieferbetriebe geführt worden sind, kristallisierte sich heraus, daß ein wesentlicher Grund für die relativ niedrige Kooperationsneigung von Klein- bzw. Kleinstbetrieben im Fehlen eines nach außen hin orientierten Technologiemanagements zu sehen ist (vgl. auch Brockhoff 1995). Großbetriebe sind aufgrund ihrer internen F&E-Kapazitäten (z.B. höherer F&E-Mitarbeiterstamm, Existenz einer F&E-Abteilung) besser darauf eingestellt, externes Wissen effizient, zielgerichtet und kostengünstiger für ihre betrieblichen Innovationsaktivitäten nutzbar zu machen (Rothwell 1992; Rothwell/Dodgson 1991). Sie besitzen zudem bessere absorptive Fähigkeiten in Form eines höheren Qualifikationsniveaus ihrer F&E-Mitarbeiter zur Aufnahme, Verarbeitung und Umsetzung von externem Wissen.[1]

Differenziert man die Kooperationsbereitschaft der Automobilzulieferer nach *industriellen Tätigkeitsschwerpunkten*[2], so wird in den Industriezweigen Gummiverarbeitung, Kfz-Elektronik/Starterbatterien und Kfz-Karosserie eine unterdurchschnittlich ausgeprägte Bereitschaft für Hochschulkooperationen erkennbar (vgl. Tabelle 2). In diesen Tätigkeitsschwerpunkten spielen Kunden als Kooperationspartner eine herausragende Rolle. Hingegen sind in der Kfz-Teileindustrie und der Stahlverformung überdurchschnittlich stark ausgeprägte Präferenzen für Kooperationen mit Hochschulen im F&E-Bereich festzustellen.

Tab. 2: Stellenwert vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen mit Hochschulen differenziert nach industriellen Tätigkeitsschwerpunkten, Anteile jeweils in v.H. der befragten Betriebe[a)]

Industrielle Tätigkeitsschwerpunkte	**Zeitraum 1993-1994**
Gummiverarbeitung	27,3
Kfz-Elektronik/Starterbatterien	28,9
Kfz-Karosserie	30,8
Chemie/Mineralölverarbeitung	33,3
Kunststoffverarbeitung	35,4
NE-/EST-Gießerei	36,8
Gesenkschmiede	40,0
Stahlverformung	40,6
Kfz-Teileindustrie	43,4
Alle Betriebe	36,8

Anmerkung: a) Anzahl der Beobachtungen = 320.

Die Ergebnisse multivariater Schätzungen der Wahrscheinlichkeit, mit der Automobilzulieferer in Deutschland in den Jahren 1993-1994 mit Hochschulen kooperiert haben, zeigen, daß industrielle Tätigkeitsschwerpunkte keinen signifikanten Einfluß auf die Kooperationswahrscheinlichkeit besitzen[3]. Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, weist der Chi-Quadrat Wert der Dummies der unterschiedenen Tätigkeitsschwerpunkte nach dem Wald-Testverfahren keine gemeinsame Signifikanz auf. Statt dessen gehen von der Betriebsgröße, dem Grad der intersektoralen Diversifikation und der Existenz einer F&E-Abteilung bzw. der Notwendigkeit von F&E zur erfolgreichen Realisierung von Innovationen signifikant positive Einflüsse auf die Kooperationswahrscheinlichkeit aus. Hierbei werden die beiden Indikatoren F&E-ABTEILUNG und F&E als Proxyvariablen für die *absorptiven Fähigkeiten* der befragten Automobilzulieferer interpretiert.

Vieles spricht dafür, daß Betriebe mit einem hohen intersektoralen Diversifikationsgrad, unabhängig von der Größe der Zulieferbetriebe, eher Synergieeffekte im Rahmen ihrer breiter angelegten Innovationsaktivitäten realisieren können, was sich positiv auf die Bereitschaft zur Durchführung von Hochschulkooperationen auswirkt (Nelson 1959). Dieser positive Effekt verliert sich aber, wenn ein Interaktionsterm, der sich auf das Zusammenwirken von intersektoralem Diversifikationsgrad und der Notwendigkeit zur Durchführung interner F&E zur Realisierung von Innovationen (Indikator: F&E) bezieht, Berücksichtigung findet. Es wäre zu erwarten, daß hochdiversifizierte Zulieferbetriebe mit eigenen F&E-Aktivitäten aufgrund höherer absorptiver Fähigkeiten vergleichsweise besser in der Lage sind, neue technologische

Erkenntnisse aus dem Hochschulbereich effizient zu verarbeiten und deshalb eine höhere Kooperationswahrscheinlichkeit aufweisen (vgl. Nelson 1959; Veugelers 1997). Das negative Vorzeichen deutet jedoch darauf hin, daß intersektoral diversifizierte Automobilzulieferer aufgrund ihrer breiter angelegten eigenen F&E-Aktivitäten offensichtlich interne Synergieeffekten realisieren und deshalb auf Hochschulen als externe Kooperationspartner zur Entwicklung (automobilspezifischer) Technologien verzichten können. Werden hingegen keine eigenen F&E-Aktivitäten durchgeführt, dann steigt die Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen. Automobilzulieferer versuchen dadurch, bestehende Defizite in den technologischen Kapazitäten abzubauen bzw. zu kompensieren.

Tab. 3: Abschätzung der Wahrscheinlichkeit von Hochschulkooperationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie in den Jahren 1993-1994

Erklärende Variablen	**Koeffizienten (Std.abweichung)**	**Marginale Effekte (Std.abweichung)**
KONSTANTE	-2.2214*** (0.5909)	
BETRIEBSGRÖSSE (logarithmierter Umsatz mit Automobilprodukten im Jahr 1994)	0.2002*** (0.0702)	0.0745*** (0.0261)
KUNDEN-ENTWICKELT (Umsatzanteil an Produkten, die im Jahr 1994 nach Kundenzeichnungen erstellt worden sind)	0.0075 (0.2764)	-0.0028 (0.1027)
INTERSEKTORALE DIVERSIFIKATION (1 = Betriebe mit weniger als 40 v.H. Umsatz mit Automobilprodukten im Jahr 1994)	1.4467** (0.6864)	0.5380** (0.2552)
DIVERSIFIKATION*F&E[a)]	-1.3253* (0.6965)	-0.4929* (0.2596)
UNABHÄNGIG (1 = Ein- oder Mehrbetriebsunternehmen ohne Konzernzugehörigkeit)	-0.8735 (0.5598)	-0.3249 (0.2083)
UNABHÄNGIG*F&E [a)]	0.7551 (0.5656)	0.2808 (0.2103)
F&E-ABTEILUNG (1 = Vorhandensein einer F&E-Abteilung in den Jahren 1993/94)	0.7175** (0.2896)	0.2669** (0.1069)
Chi-Quadrat Wert der Dummies industrieller Tätigkeitsschwerpunkte[b)] (Wald-Testverfahren)	4.75	
Anzahl der Beobachtungen (Freiheitsgrade)	232 (217)	
Log-Likelihood Funktionswert	-136.600	
Mc-Fadden R^2	0.110	

Anmerkungen: Die Abschätzungen erfolgten über ein binäres Probitmodell; a) F&E ist eine Dummyvariable, mit 1 = Automobilzulieferer hat in den Jahren 1993/94 F&E zur erfolgreichen Realisierung von Innovationen durchgeführt; b) ohne Chemie-/Mineralölverarbeitung; * = signifikant auf 10 v.H.-Niveau, ** = signifikant auf 5 v.H.-Niveau, *** = signifikant auf 1 v.H.-Niveau.

Die erwarteten stimulierenden Effekte der absorptiven Fähigkeiten auf die Kooperationswahrscheinlichkeit mit Hochschulen zeigen sich hingegen bei den Automobilzulieferern, die angaben, über eine eigene F&E-Abteilung zu verfügen (Indikator: F&E-ABTEILUNG). Dieses

Ergebnis steht im Einklang mit Mowery/Rosenberg (1989), die herausstellen, daß der Abschluß von Kooperationsverträgen von der Notwendigkeit intern vorhandener F&E-Kapazitäten (z.B. einer F&E-Abteilung) abhängt. Aber auch der Einfluß der Betriebsart (UNABHÄNGIG) auf die Kooperationswahrscheinlichkeit wird von den intern vorhandenen F&E-Kapazitäten bestimmt. Der Tatbestand der Unabhängigkeit von einem Konzern, einer Obergesellschaft oder einer Unternehmensgruppe hat nur dann einen positiven Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit, daß Einzel- oder Mehrbetriebsunternehmen in der deutschen Automobilzulieferindustrie mit Hochschulen kooperieren, wenn die notwendigen absorptiven Fähigkeiten - operationalisiert über die Notwendigkeit eigener F&E-Aktivitäten (Indikator: F&E) - gegeben sind. Anderenfalls sinkt die Wahrscheinlichkeit von F&E-Kooperationsverträgen mit Hochschulen, wie das Vorzeichen des marginalen Effektes der Variable UNABHÄNGIG anzeigt. Jedoch erweisen sich beide Effekte als statistisch nicht signifikant.[4]

Es bleibt festzuhalten, daß die Wahrscheinlichkeit von F&E-Kooperationsverträgen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen in Deutschland von der Betriebsgröße, dem intersektoralen Diversifikationsgrad und den intern aufgebauten absorptiven Fähigkeiten abhängt. Die industriellen Tätigkeitsschwerpunkte und die Art der zu erstellenden Automobilprodukte (Variable KUNDEN_ENTWICKELT) haben keinen signifikanten Einfluß auf die Kooperationswahrscheinlichkeit.[5] Zu beachten ist hierbei aber, daß nach dem Mc-Fadden R^2 der Erklärungsanteil des verwendeten Schätzmodells insgesamt als gering einzustufen ist. Schätzungen mit Interaktionstermen, die neben den absorptiven Fähigkeiten zusätzlich die Betriebsgröße berücksichtigen, erbrachten aber keine Verbesserungen der Qualität der Schätzergebnisse oder substantiell andere Ergebnisse. Vielmehr scheinen *besondere Betriebsmerkmale* (Kompetenz des F&E- und Technologiemangements, Qualifikationsniveau der Mitarbeitern etc.) die Wahrscheinlichkeit von F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen zu beeinflussen, wozu die verwendeten Daten aber keine näheren Informationen enthalten.

Informationen darüber, ob Automobilzulieferer mit Hochschulen kooperieren, geben keinerlei Aufschluß über die *Intensität* der Zusammenarbeit. Aussagen über die Kooperationsintensität lassen sich über die *Anzahl der Hochschulen*, mit denen im F&E-Bereich kooperiert wird, sowie über die *Anzahl der abgeschlossenen F&E-Verträge* ableiten. Für das Sample der Auswahluntersuchung von 130 Automobilzulieferern liegen hierzu entsprechende Informationen für die Jahre 1994-1995 vor. Tabelle 4 zeigt, daß in diesen beiden Jahren mehr als 80 v.H. der befragten Betriebe mindestens zwei Kooperationsverträge abgeschlossen haben. Rund ein Viertel der Zulieferer ist sogar mehr als drei vertraglich abgesicherte kooperative F&E-

Arrangements mit Hochschulen eingegangen. Die Anzahl der Hochschulen, mit denen im Untersuchungszeitraum F&E-Kooperationen durchgeführt worden sind, lag im Durchschnitt bei 2,6. In der Hälfte der Fälle lagen die Kooperationspartner aus dem Hochschulbereich im regionalen Umkreis der Zulieferbetriebe, d.h. in einer Entfernung von maximal 50 km vom eigenen Standort.

Tab. 4: Intensität von vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen in den Jahren 1994-1995, Anteile jeweils in v.H. der befragten Betriebe[a)]

	Anteil der befragten Betriebe, die mit ... Hochschulen im F&E-Bereich kooperiert haben			
	1 Hochschule	2 Hochschulen	3 Hochschulen	Mehr als 3 Hochschulen
Insgesamt	18,9	37,7	18,9	24,5
- davon im regionalen Umfeld[b)]	50,0	65,0	20,0	52,3

Anmerkungen: a) Anzahl der Beobachtungen = 52; b) Hochschule ist maximal 50 km vom Standort des Zulieferbetriebes entfernt gewesen.

Die befragten Automobilzulieferer haben im Zeitraum 1994-1995 durchschnittlich mit einer Hochschule 1,3 F&E-Kooperationsverträge abgeschlossen. Dabei gehen von der regionalen Nähe zu Hochschuleinrichtungen keine entscheidenden Impulse auf die *Anzahl der abgeschlossenen F&E-Verträge* aus. So liegt die Anzahl vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen je regional ansässiger Hochschule mit 1,4 Vertragsabschlüssen nur leicht oberhalb des Gesamtdurchschnitts.

Die Befragungsergebnisse unterstreichen desweiteren, daß die räumliche Nähe zu Hochschulen für Zulieferer keine notwendige Bedingung für den Abschluß vertraglicher F&E-Kooperationen darstellt. Persönliche Gespräche mit Automobilzulieferern haben deutlich gemacht, daß als weitere Voraussetzungen hinzukommen müssen, daß Hochschulen eine entsprechende fachliche Kompetenz zur Lösung der technologischen Probleme ihres industriellen Partners aufweisen müssen, gepaart mit der hierfür notwendigen technischen Infrastruktur (Apparaturen, Meßverfahren usw.). Qualität bzw. Reputation einer Hochschule sind ein entscheidendes Auswahlkriterium für Hochschulkooperationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie.

II. Motive für den Abschluß von Hochschulkooperationen

Wie weiter oben dargelegt, stellen Hochschulkooperationen für Betriebe ein probates Mittel dar, um akademisches Wissen aus dem Hochschulbereich für die eigenen Innovationsaktivitäten nutzbar machen zu können. Obwohl es sich bei den Ergebnissen der Hochschulforschung dem Wesen nach eher um Grundlagenwissen als um neue Erkenntnisse aus der angewandten Forschung handelt, ist der Abschluß von vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen mit Hochschulen mit genau definierten Vorstellungen verbunden (vgl. Tabelle 5). Zulieferbetriebe in der deutschen Automobilindustrie kooperieren deshalb mit Hochschulen im F&E-Bereich, weil sie ihr technologisches Potential zur Entwicklung neuer Automobilprodukte oder Fertigungsprozesse verbessern wollen. Hochschulen sollen ihnen helfen, bestimmte automobil- und somit betriebsspezifische F&E-Probleme zu lösen, um sich gegenüber den Konkurrenten Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Hierbei handelt es sich zumeist um Verbesserungsinnovationen am Produkt bzw. um eine effizientere Ausnutzung des Kosteneinsparungspotentials bei Fertigungsprozessen.

Tab. 5: Motive für den Abschluß vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen mit Hochschulen in den Jahren 1994-1995[a)]

Motive			**Anteile der befragten Betriebe in v.H.**	
	Mittelwerte	**Std. abw.**	**Keine Relevanz**[b)]	**Sehr hohe Relevanz**[c)]
Verbesserung des technologischen Potentials, um *speziell* neue Automobilprodukte oder Fertigungsprozesse zu entwickeln	5,2	1,6	3,5	56,6
Zugang zu neuem technologischen Wissen	5,2	1,6	3,6	53,9
Verbesserung der *allgemeinen* Fähigkeiten, um neue technologische Erkenntnisse zu verarbeiten und umzusetzen	5,2	1,3	0,0	50,9

Anmerkungen: Bewertungen auf einer siebenstufigen Likertskala (1 = keine Relevanz; 7 = sehr hohe Relevanz); a) Anzahl der Beobachtungen = 52; b) Skalenwert 1; c) Skalenwerte 6 und 7.

Weitere Motive beziehen sich darauf, daß sich Automobilzulieferer über Hochschulkooperationen einen direkten Zugang zu neuem technologischen Wissen verschaffen und ihre allgemeinen Fähigkeiten, neue technologische Erkenntnisse zu verarbeiten und umzusetzen, verbessern wollen. Zusätzlich zu den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten gaben 15 v.H. der Automobilzulieferer an, daß sie Hochschulkooperationen zur Entlastung ihrer eigenen F&E-Kapazitäten sowie zur Erzielung von Einsparungen bei den Entwicklungskosten eingehen.

Die Motivation der Automobilzulieferer, mit Hochschulen zu kooperieren, liegt demnach primär in der Verbesserung ihrer technologischen Fähigkeiten und Potentiale, um neue Erkenntnisse in marktfähige Innovationen umsetzen zu können. Aufgrund des ständig wachsenden Preis- und Kostendrucks und der zunehmenden Dynamik des technologischen Wandels reichen die internen F&E-Kapazitäten offensichtlich nicht aus, sich in allen Produkentwicklungsbereichen das jeweils notwendige neue Wissen selbst zu generieren. Die Automobilzulieferer versuchen daher, über Hochschulkooperationen bestehende Defizite im F&E-Bereich abzubauen bzw. zu kompensieren, um vorhandene Innovationspotentiale gezielt erweitern und gewinnbringend optimieren zu können.

Die dargestellten Motive für einen Abschluß von Hochschulkooperationen zeigen, daß die Automobilindustrie in Deutschland selbst ein großes Interesse daran hat, technologisches Wissen aus dem Hochschulbereich möglichst umfassend und effizient für sich nutzbar machen zu können. Hierbei kommt für zwei Drittel der befragten Automobilzulieferer, die mit Hochschulen kooperiert haben, der eigenen *Initiative* eine hohe Bedeutung zu. Für ein Viertel der Betriebe besitzen auch Hochschulen eine hohe Relevanz als Initiatoren von Kooperationsvereinbarungen. In diesen Fällen handelte es sich jedoch zumeist um mit öffentlichen Mitteln des Bundes oder der Europäischen Union geförderte F&E-Projekte.

Mehr als ein Fünftel der Automobilzulieferer spricht desweiteren seinen Kunden eine hohe Bedeutung zur *Initiierung* von Hochschulkooperationen zu. Becker/Peters (1998) stellen in diesem Zusammenhang heraus, daß (Automobil-)Hersteller, die in vertikalen Unternehmensnetzwerken eine fokale Stellung einnehmen, einen hohen Anreiz besitzen können, die technologischen Potentiale ihrer Zulieferer über Hochschulkooperationen zu erweitern. Eine Erhöhung der technologischen Kapazitäten der Zulieferer stimuliert deren F&E-Anstrengungen und beschleunigt den Innovationsprozeß zur Entwicklung qualitativ hochstehender, *kundenspezifischer* Automobilprodukte. Aufgrund der Vernetzung der F&E-Aktivitäten verbessert sich die Wettbewerbsfähigkeit der Abnehmer, da sich deren Wahrscheinlichkeit erhöht, den Wettlauf um die Markteinführung neuer Automobilmodelle zu gewinnen. Automobilhersteller können somit als Vermittler *('broker')* zwischen Hochschulen und Zulieferbetrieben tätig sein, ohne selbst aktiv an der gemeinschaftlichen Entwicklung neuer Produkt- bzw. Prozeßinnovationen beteiligt zu sein (vgl. dazu auch Miles/Snow 1986).

Die Ergebnisse der zweiten Betriebsbefragung zeigen, daß Kunden (Automobilhersteller oder *first-tier* Lieferanten) verschiedentlich nicht nur als Initiator von Hochschulkooperationen agieren, sondern solche Formen der Zusammenarbeit auch finanziell unterstützen. Dies erklärt, weshalb für knapp 7 v.H. der befragten Automobilzulieferer die Kunden als Finanzierungsquelle eine hohe Bedeutung besitzt. Mitfinanzierung von F&E-Kooperationen zwischen Zulieferern und Hochschulen stellt für Automobilhersteller immer dann eine gewinnmaximierende Strategie dar, wenn die eigenen Aufwendungen niedriger ausfallen als die induzierten indirekten Erträge einer Verbesserung der Wettbewerbsposition durch überlegenere Technologien (Becker/Peters 1998). Nach Aussagen der Automobilzulieferer werden Hochschulkooperationen in der Regel jedoch überwiegend durch Eigenmittel bzw. durch öffentliche Mittel finanziert.

III. Wirkungen vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen mit Hochschulen

Zwischen den Motiven, die von den befragten Zulieferbetrieben als Gründe für den Abschluß von Kooperationsverträgen mit Hochschulen angeführt wurden, und den direkten bzw. indirekten Wirkungen, die sich als Folge der Zusammenarbeit mit Hochschulen im Innovationsprozeß tatsächlich eingestellt haben, muß nicht unbedingt eine Übereinstimmung bestehen. Die Automobilzulieferer wurden deshalb auch nach den Innovationseffekten, die aus Hochschulkooperationen resultieren, befragt (vgl. Tabelle 6).

Die empirischen Ergebnisse spiegeln nach dem Wilcoxon-Test für verbundene (abhängige) Stichproben eine enge Übereinstimmung zwischen den sich faktisch einstellenden *indirekten Wirkungen* von Hochschulkooperationen hinsichtlich des Erwerbs neuen technologischen Wissens bzw. der Erhöhung der eigenen technologischen Fähigkeiten und den *Motiven* zur Durchführung solcher Formen der Zusammenarbeit wider. So bewegen sich die Einschätzungen der befragten Betriebe sowohl bei den Motiven als auch bei den Wirkungen auf einem vergleichbar hohen und positiven Bewertungslevel. Daß eine enge Anbindung an die akademische Forschung sowohl die technologischen Kapazitäten erweitert als auch die betrieblichen Innovationspotentiale effizienter gestaltet, wird durch entsprechende Aussagen der Zulieferer hinsichtlich möglicher Innovationshemmnisse bestärkt. Für Automobilzulieferer, die mit Hochschulen im F&E-Bereich kooperieren, sind ‘ausgeschöpfte technologische Produktionsmöglichkeiten’ und das ‘Fehlen wichtiger technologischer Informationen’ von geringerer Relevanz als für andere Betriebe (vgl. Peters 1997).

Tab. 6: Innovationseffekte von vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen mit Hochschulen in den Jahren 1994-1995[a)]

Innovationseffekte von Hochschulkooperationen			**Anteile der befragten Betriebe in v.H.**	
	Mittelwerte	**Std. abw.**	**Keine Relevanz[b)]**	**Sehr hohe Relevanz[c)]**
Indirekte Wirkungen				
Verbesserung des technologischen Potentials zur Entwicklung *speziell* neuer Automobilprodukte oder Fertigungsprozesse[d)]	4,6	1,6	1,7	32,2
Erwerb von neuem technologischen Wissen	4,6	1,5	0,0	27,1
Verbesserung der *allgemeinen* Fähigkeiten zur Verarbeitung und Umsetzung neuer technologischer Erkenntnisse[d)]	4,4	1,4	1,7	28,8
Direkte Wirkungen				
Einsparung von Entwicklungskosten	3,9	1,7	8,8	22,8
Verkürzung der Entwicklungszeiten neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte	3,5	1,9	21,7	20,0
Qualitätsverbesserung neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte	3,4	1,6	11,5	13,1
Verbesserung des technischen Produktionsablaufes	3,0	1,6	15,3	10,2

Anmerkungen: Bewertungen auf einer siebenstufigen Likertskala (1 = keine Relevanz; 7 = sehr hohe Relevanz); a) Anzahl der Beobachtungen = 52; b) Skalenwert 1; c) Skalenwerte 6 und 7; d) Mittelwertunterschiede in den Betriebsgrößenklassen auf 5 v.H.-Signifikanzniveau (Kruskal-Wallis-Test).

Die in Tabelle 6 zusammengestellten Befragungsergebnisse unterstreichen aber auch, daß von Hochschulkooperationen *direkte Wirkungen* auf betriebliche Innovationsprozesse ausgehen. So besitzen solche F&E-Kooperationen für Zulieferbetriebe eine hohe Relevanz, um eigene Entwicklungskosten einsparen zu können, etwa durch die Aufteilung zeitlich aufeinanderfolgender Innovationsaufgaben. So berichteten z.B. Automobilzulieferer von Abgastechnologien, daß sie im Rahmen von F&E-Kooperationsverträgen zuerst die entsprechenden Muster bereitgestellt, Hochschulen nach diesen Mustern spezifische Verfahren zur Qualitätsverbesserung entwickelt und sie dann auf dieser Grundlage die Versuchsdurchführung selbst realisiert haben. Hierdurch konnten die betriebsinternen Entwicklungskosten merklich reduziert werden. Die systematische und gezielte Adaption von technologischem Wissen aus dem Hochschulbereich stellt in solchen Fällen für Automobilzulieferer eine kostengünstigere Alternative zu intern durchzuführenden Innovationsaktivitäten dar (vgl. auch Sanchez/Tejedor 1995).

Für Betriebe in der Automobilzulieferindustrie scheinen Hochschulkooperationen ferner eine wichtige Rolle zu spielen, wenn es um die Reduzierung der Entwicklungszeiten neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte geht. Von rund einem Fünftel der befragten Betriebe wurden diesen Einflüsse - wie aus Tabelle 6 ebenfalls ersichtlich - als sehr bedeutsam eingestuft. Auffallend ist hier jedoch, daß sich ungefähr der gleiche Anteil der befragten Zulieferer auch dahingehend geäußert hat, daß vertraglich abgesicherte F&E-Kooperationen mit Hochschulen *keinen* entscheidenden Einfluß auf die Entwicklungszeiten von Automobilprodukten haben, wodurch sich die relativ hohe Standardabweichung in diesem Befragungsitem erklären läßt. Dieses Ergebnis ist um so überraschender, da Becker/Peters (1997) abweichend dazu für das *gesamte* Verarbeitende Gewerbe in Deutschland nachgewiesen haben, daß die Produkte von Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren, vergleichsweise kürzere Produktlebenszyklen aufweisen und somit einen positiven Beitrag zur Reduzierung der Innovationszyklen leisten. Auf der Basis der hier verwendeten Daten lassen sich solche Effekte für die deutsche Automobilzulieferindustrie hingegen nicht unmittelbar ableiten.

Betrachtet man die von Hochschulkooperationen induzierten Innovationseffekte unter Gesichtspunkten der *Betriebsgröße*, dann kristallisieren sich weitere interessante Zusammenhänge heraus. So steigt die Relevanz der Zusammenarbeit zwischen Automobilzulieferern und Hochschulen zur Verbesserung des technologischen Potentials zur Entwicklung speziell neuer Automobilprodukte oder Fertigungsprozesse mit zunehmender Betriebsgröße an (auf 5 v.H.-Signifikanzniveau). Dies hängt damit zusammen, daß Großbetriebe (mehr als 500 Beschäftigte) - wie weiter oben schon ausgeführt - per se schon über umfassende Kapazitäten zur Verarbeitung und Umsetzung von externem Wissen aus dem Hochschulbereich verfügen und dementsprechend auch höhere absorptive Fähigkeiten besitzen. Ihnen geht es weniger darum, über die Zusammenarbeit mit Hochschulen im F&E-Bereich die *allgemeinen* Fähigkeiten zur Adaption und Implementierung von neuen technologischen Erkenntnissen aus dem betrieblichen Umfeld zu verbessern. Sie kooperieren vielmehr deshalb mit Hochschulen, um möglichst effizient und direkt Lösungen für *automobilspezifische* Probleme erzielen zu können. Bei Kleinbetrieben (weniger als 250 Beschäftigte) sind hingegen die Innovationseffekte von Hochschulkooperationen bezogen auf die Einsparmöglichkeiten der Entwicklungskosten besonders stark ausgeprägt. Im Gegensatz zu Großbetrieben versuchen Kleinbetriebe in der deutschen Automobilzulieferindustrie, durch gemeinschaftliche F&E mit Hochschulen fehlendes technologisches Wissen zu kompensieren, um letztendlich ihre Entwicklungskosten reduzieren zu können.[6]

Hervorzuheben ist schließlich, daß von mittelgroßen Automobilzulieferern (250-499 Beschäftigte) die *direkten* Innovationswirkungen einer Nutzung von Hochschulwissen über F&E-

Kooperationsverträge (Qualitätsverbesserung neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte, Verbesserung des technischen Produktionsablaufes) vergleichsweise höher eingestuft worden sind als von kleineren und größeren Zulieferern. Auch die Effekte von Hochschulkooperationen hinsichtlich der Reduzierung der Entwicklungszeiten neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte werden von den Unternehmen, die dieser Betriebsgrößenklasse zuzuordnen sind, als besonders bedeutsam eingestuft. Sie erwiesen sich statistisch aber nicht als signifikant.

Weitere Untersuchungen zu den von Hochschulkooperationen induzierten Innovationseffekten erbrachten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede weder bezogen auf den intersektoralen Diversifikationsgrad noch hinsichtlich der Existenz einer F&E-Abteilung als Ausdruck hoher absorptiver Fähigkeiten. Beide Faktoren beeinflussen zwar die Wahrscheinlichkeit, mit der Betriebe in der deutschen Automobilindustrie mit Hochschulen zusammenarbeiten. Sie sind aber nicht für Unterschiede in den von Hochschulkooperationen induzierten Innovationseffekten verantwortlich zu machen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Auswertungen auf der Basis eines relativ kleinen Subsamples von 52 kooperierenden Automobilzulieferer erfolgten. Daher mußte auch auf eine Differenzierung der Wirkungen von Hochschulkooperationen unter Gesichtspunkten der industriellen Tätigkeitsschwerpunkte der Automobilzulieferer verzichtet werden.

D. Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Die empirischen Analysen haben gezeigt, daß Automobilzulieferer in Deutschland im Vergleich zum gesamten Verarbeitenden Gewerbe eine relativ hohe Neigung zum Abschluß vertraglich abgesicherter F&E-Kooperationen haben. Beliebteste Kooperationspartner sind dabei die Hochschulen.

Betriebe in der deutschen Automobilzulieferindustrie arbeiten deshalb mit Hochschulen im F&E-Bereich zusammen, weil sie durch vertragliche Kooperationsformen einen direkteren und umfassenderen Zugang zu den Erkenntnissen und Ergebnissen der akademischen Forschung haben. Sie können so ihre technologischen Innovationskapazitäten erweitern und betriebsintern vorhandene, automobilspezifische Innovationspotentiale effektiver nutzen. Für Automobilzulieferer stehen hierbei die Innovationseffekte von Hochschulkooperationen im Vordergrund, die eine Erweiterung und Optimierung der eigenen technologischen Potentiale zur Entwicklung neuer Automobilteile bzw. verbesserter Fertigungsverfahren induzieren. Direkt meßbare Einflüsse auf das Ausmaß der Qualitätsverbesserung oder auf die Reduzierung der Entwicklungszeiten neuer oder technisch verbesserter Automobilprodukte sind von geringerer Bedeutung. Hochschulkooperationen eröffnen Zulieferbetrieben aber Möglichkeiten, Entwicklungskosten einzusparen.

Trotz dieser positiven Wirkungen von vertraglich abgesicherten F&E-Kooperationen darf nicht über bestehende Defizite bei der Realisierung und beim Management von Hochschulkooperationen hinweggesehen werden:

Obwohl die Kooperationsneigung der Automobilzulieferer in Deutschland als überdurchschnittlich anzusehen ist, nutzen insbesondere kleinere Automobilzulieferer das technologische Potential der Hochschulen nur unzureichend. Aber gerade für kleinere Betriebe scheint eine enge Anbindung an die Hochschulforschung ein probates und effizientes Mittel zu sein, eigene Innnovationsdefizite durch die Nutzung akademischen Wissens ausgleichen und vorhandene Potentiale ausbauen zu können (vgl. Peters 1997). Der grundsätzliche Zugang zur akademischen Forschung wird durch den derzeit zunehmenden öffentlichen Druck zur Öffnung der Hochschulen für industrielle Partner verbessert. Kleinere Betriebe sollten somit leichter auf bestehende F&E-Laboratorien und -Ausstattungen im Hochschulbereich zurückgreifen können, ohne selbst in entsprechende (kostenintensive) Ressourcen investieren zu müssen.

Persönliche Gespräche mit Vertretern aus der Automobilzulieferindustrie brachten zum Vorschein, daß Zulieferer zwar an F&E-Kooperationen mit Hochschulen interessiert sind, auf eine systematische Beobachtung der Forschungsaktivitäten im Hochschulbereich aber weitestgehend verzichten. Sie holen sich vielmehr, je nach Auftreten eines automobilspezifischen Problems, bei Hochschulen von Fall zu Fall technologischen Rat ein. Diese kurzfristig orientierte Strategie erweist sich jedoch eher dann als vorteilhaft, wenn es um technische Verbesserungen bestehender Produkte oder Verfahren geht, weniger, wenn die Entwicklung grundlegend neuer Produkte oder Fertigungsverfahren im Vordergrund steht. Um langfristig wirksame und fruchtbare Kooperationen realisieren zu können, bedarf es aber einer systematischen Nutzung bestehender Ressourcen aus dem Hochschulbereich und der gezielten Ausschöpfung von Synergieeffekten. Nur hierdurch ergeben sich neue Innovationsimpulse und lassen sich langfristig Technologiefelder erkennen und erschließen, ohne daß Automobilzulieferer ihre F&E-Aufwendungen übermäßig ausweiten müssen.

Eine Grundvoraussetzung für Betriebe in der Automobilzulieferindustrie, mit Hochschulen systematisch angelegte und langfristig orientierte Kooperationen einzugehen, ist der interne Auf- und Ausbau absorptiver Fähigkeiten. Wie bereits dargelegt, beziehen sich diese Fähigkeiten darauf, externes Wissen aus dem Hochschulbereich zu erkennen, zu verarbeiten und für die eigene Innovationsaktivitäten nutzbar machen zu können. Dies erfordert einen nicht zu vernachlässigenden Einsatz an zusätzlichen Ressourcen. Es ist aber davon auszugehen, daß die Kosten zum Aufbau, Erhalt und Ausbau absorptiver Fähigkeiten mit steigendem Nutzungsgrad und zunehmender Nutzungsdauer extern vorhandener Ressourcen fallen und letztlich unter den dadurch induzierten Innovationserträgen liegen. Die Erfahrungen von Automobilzulieferern mit langfristigen Kooperationen zeigen, daß aufgrund von Lerneffekten die Kosten der Implementierung von externem Wissen aus dem Hochschulbereich in betriebsspezifische Innovationsprozesse abnehmen. Systematisch und kontinuierlich angelegte Kooperationen erleichtern die Kommunikation zwischen den Kooperationspartnern und reduzieren den Abstimmungsbedarf ihrer F&E-Aktivitäten, weil Hochschulen z.B. besser den spezifischen Bedarf an neuen technologischen Erkenntnissen ihrer industrieller Partner abschätzen können (vgl. hierzu auch Liker et al. 1996). Letztendlich können so auch die gesamten Transaktionskosten des Informationstransfers verringert werden.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der empirischen Untersuchungen stellt sich abschließend natürlich die Frage nach der Rolle und der Legitimation der öffentlichen Forschungsförderung im Rahmen von Hochschulkooperationen. Eine öffentliche Förderung ist grundsätzlich nur dann zu rechtfertigen, wenn der soziale Anreiz den privaten Anreiz zur Durchführung von F&E übersteigt (Kamien et al. 1992). Diese Voraussetzungen liegen zumeist bei der Entwicklung grundlegend neuer (Basis-)Technologien mit hohem Risikograd vor. Der Staat sollte hierbei gezielt die Entwicklung und Anwendung von *'enabling technologies'* fördern, also jener Technologien, die Innovationen erst anstoßen und möglich machen (Prozessoren, Mikrosysteme, Softwaretechnik usw.).

Falls F&E-Kooperationen zwischen Betrieben der Automobilzulieferindustrie und Hochschulen zu einer effizienteren Ausnutzung einer bestehenden Ressourcenallokation - gemessen an niedrigeren Entwicklungskosten - führen, dann dürfte für den Staat der Anreiz zur zusätzlichen, öffentlichen Förderung von Hochschulkooperationen geringer ausfallen. Deshalb sollten sich Unternehmen in der Automobilindustrie - dies gilt analog auch für andere Wirtschaftszweige - nicht nur in öffentlich geförderten F&E-Projekten engagieren, sondern aus originärem, eigenem wirtschaftlichen Interesse gezielt Kooperationen mit Hochschulen zur Entwicklung neuer Produkte bzw. verbesserter Fertigungsverfahren eingehen.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß Hochschulkooperationen die technologischen Kapazitäten und Potentiale von Zulieferbetrieben in der deutschen Automobilindustrie erweitern und nicht zu vernachlässigende Effekte auf betriebliche Innovationsaktivitäten induzieren. Das komplexe Beziehungsgeflecht zwischen Hochschulforschung und industriellen Innovationen sowie die Möglichkeiten, aber auch Grenzen, eines systematischen und effektiven Transfers von technologischem Wissen aus dem akademischen Bereich in betriebliche Innovationsprozesse sind für die Bundesrepublik Deutschland jedoch noch immer zu wenig erforscht. Auch das Management von Hochschulkooperationen, sowohl aus der Sicht der direkt beteiligten Kooperationspartner als auch aus der Sicht von Unternehmensnetzwerken (vgl. Becker/Peters 1998), ist bislang erst ansatzweise untersucht worden. Somit bleibt in diesen Bereichen noch viel Handlungsbedarf für weitergehende Forschungsarbeiten.

Anmerkungen

[1] Unsere Befragungen zeigen, daß in der deutschen Automobilzulieferindustrie im Durchschnitt 43 v.H. der Beschäftigten, die mit F&E-Aufgaben betraut sind, einen Hochschulabschluß haben. Mit knapp 32 v.H. weisen dabei die Kleinstbetriebe mit weniger als 50 Beschäftigten den geringsten Anteil auf, während bei den Großbetrieben (500 und mehr Beschäftigte) fast 46 v.H. des F&E-Personals einen Hochschulabschluß besitzen.

[2] Die Auswertung und Systematisierung der Erhebungsdaten führte zu folgender Differenzierung industrieller Tätigkeitsschwerpunkte in der deutschen Automobilzulieferindustrie: NE-/EST-Gießerei, Gesenkschmiede, Stahlverformung, Kfz-Elektronik/Starterbatterien, Kfz-Teileindustrie, Kfz-Karosserie, Kunststoffverarbeitung, Gummiverarbeitung sowie Chemie/Mineralölverarbeitung.

[3] Zur Abschätzung wurde ein binäres Probitmodell verwendet (Greene 1991). Die Kooperationsentscheidung der Automobilzulieferer stellt eine latente, d.h. nicht beobachtbare Größe Y^*_i dar, wobei die dichotome, beobachtbare Größe Y_i nur zwei mögliche Ereignisse beschreiben kann: $Y_i = 1$, falls $Y^*_i > 0$ (Automobilzulieferer hat in den Jahren 1993-1994 einen Kooperationsvertrag mit Hochschulen abgeschlossen) und $Y_i = 0$, falls $Y^*_i \leq 0$ (Automobilzulieferer hat in den Jahren 1993-1994 keinen Kooperationsvertrag mit Hochschulen abgeschlossen). Der Erwartungswert von Y_i ist gleich deren Eintrittswahrscheinlichkeit, die eine Funktion des Vektors der erklärenden Variablen X_i und dem Vektor β der Parameterwerte ist: $Pr(Y_i = 1) = F(\beta X_i)$. Wie in allen nichtlinearen Modellen sind für die Interpretation der Effekte erklärender (exogener) Variablen nicht die Koeffizientenwerte entscheidend, sondern die Werte der marginalen Effekte.

[4] Es ergaben sich auch keine signifikanten Effekte bei Dummyvariablen, die Automobilzulieferer als Tochtergesellschaften nationaler oder internationaler Konzerne bzw. Beteiligungsgesellschaften charakterisierten.

---

[5] Bei kunden-entwickelten Produkten ist der Entwicklungsanteil der Automobilzulieferer sehr gering und die Notwendigkeit von Hochschulkooperationen zur Entwicklung neuer Produkte deshalb auch als weniger bedeutsam einzustufen.

[6] Signifikante Zusammenhänge zwischen der Betriebsgröße und den Wirkungen von Hochschulkooperationen auf die Reduzierung der Entwicklungskosten konnten jedoch - trotz augenscheinlich großer Differenzen in den Mittelwerten - nicht festgestellt werden. Ein Grund hierfür ist in dem relativ kleinen Subsample von 52 kooperierenden Automobilzulieferern zu sehen.

Literatur

Acs, Z.J., D.B. Audretsch, M.P. Feldman (1992), Real Effets of Academic Research: Comment, The American Economic Review, 82, 363-367

Acs, Z.J., D.B. Audretsch, M.P. Feldman (1994), R&D Spillovers and Recipent Firm Size, Review of Economics and Statistics, 76, 336-340

Becker, W. (1996), Ökonomische Bedeutung von Hochschulen als Produzenten von Humankapital, Habilitationsschrift, Augsburg

Becker, W., J. Peters (1997), University R&D-Spillovers and Innovation Activity - Evidence for the German Manufacturing Industry, Vortrag auf der Jahrestagung der European Association for Evolutionary Political Economy, November 1997, Athen

Becker, W., J. Peters (1998), R&D-Competition between Vertical Corporate Networks: Structure, Efficiency and R&D-Spillovers, erscheint in: Economics of Innovation and New Technology, 6

Bogaschewsky R. (1995), Vertikale Kooperationen - Erklärungsansätze der Transaktionskostentheorie und des Beziehungsmarketings, in: Peter Kaas (Hrsg.), Kontrakte, Geschäftsbeziehungen, Netzwerke - Marketing und Neue Industrieökonomik, Düsseldorf, 161-178

Bossard Consultants (1996), Kooperationen und Partnerschaften zwischen Lieferanten der ersten und Zweiten Zulieferebene, Auftragsstudie, Frankfurt a. M.

Brockhoff, K. (1995), Externer Erwerb neuen technologischen Wissens, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft 1/95, 27-41

Brockhoff, K., A. Gupta, A., C. Rotering, (1991), Inter-Firm R&D Cooperations in Germany, Technovation, 11, 219-229

Cohen, W. M., R. C. Levin (1989), Empirical Studies of Innovation and Market Structure, in: Schmalensee, R., R.D. Willig (eds.), Handbook of Industrial Organization, Volume II, Amsterdam, 1059-1107

Cohen, W. M., D. A. Levinthal (1989), Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, The 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.

De Bondt, R. (1997), Spillovers and Innovative Activities, International Journal of Industrial Organization, 15, 1-28

Dosi, G. (1988a), Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, Journal of Economic Literature, 26, 1120-1171

Dosi, G. et al. (eds.) (1988b) Technical Change and Economy Theory, London, New York

Faulkner, W., J. Senker, (1994), Making Sense of Diversity: Public-Private Sector Research Linkage in three Technologies, Research Policy, 23, 673-695

Geroski, P. A (1995), Markets for Technology: Knowledge, Innovation and Appropriability, in: Paul Stoneman (ed.), Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, Oxford, Cambridge (MA), 90-131

Greene, W.H. (1990), Econometric Analysis, New York, London

Griliches, Z. (1992), The Search for R&D Spillovers, Scandinavian Journal of Economics, 94, 29-47

Griliches, Z. (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

Harabi, N. (1995), Sources of Technical Progress: Empirical Evidence from Swiss Industry, Economics of Innovation and New Technology, 4, 67-76

Hochschulrektorenkonferenz (1993), Zur Forschung in den Hochschulen, Dokumente zur Hochschulreform 85, Bonn

Jaffe, A. B. (1989), Real Effects of Academic Research, The American Economic Review, 79, 957-970

Kamien, M. I., E. Muller, I. Zang (1992), Research Joint Ventures and R&D Cartels, The American Economic Review, 82, 1293-1306

Katz M.L., Ordover J.A. (1990), R&D Cooperation and Competition, Brookings Papers, Microeconomics, 137-191

Kleinknecht, A., J. O. N. Reijnen (1991), New Evidence on the Undercounting of Small Firm R&D, Research Policy, 20, 579-587

Klevorick, A. K., R. C. Levin, R. R. Nelson, G. Winter (1995), On the Sources and Significance of Inter-Industry Differences in Technological Opportunities, Research Policy, 24, 185-205

Liker J. K., R. Kamath, N. Wasti, M. Nagamachi (1996), Supplier Involvement in Automotive Component Design: Are there Really Large US Japan Differences?, Research Policy, 25, 59-89

Lüder, K. (Hrsg.) (1988), Forschungskooperationen zwischen industriellen Unternehmen und Hochschulen, Speyer

Mairesse, J., M. Saasenou (1991), R&D and Productivity. A Survey of Econometric Studies at the Firm Level, STI-Review, 8, 9-43

Mansfield, E. (1991), Academic Research and Industrial Innovation, Research Policy, 20, 1-12

Maurer A. (1995), Forschungs- und Entwicklungskooperationen in der Wettbewerbspolitik der Europäischen Gemeinschaften, Frankfurt am Main u.a.,

Miles, R. E., C. Snow (1986), Organizations: New Concepts of New Forms, California Management Review, 28, 62-73

Mowery, D. (1989), Collaborative Ventures between US and Foreign Manufacturing Firms, Research Policy, 18, 19-33

Mowery, D., N. Rosenberg (1989), Technology and the Pursuit of Economic Growth, Cambridge (MA)

Nadiri, M. I. (1993), Innovations and Technological Spillovers, NBER Working Paper, Nr. 4423, Cambridge (MA)

Narin, F., D. Olivastro (1992), Status Report: Linkage between Technology and Science, Research Policy, 21, 237-249

Nelson, R. R. (1959), The Simple Economics of Basic Scientific Research, Journal of Political Economy, 67, 297-306

Peters, J. (1997), Zur technologischen Leistungsfähigkeit deutscher Automobilzulieferer, Bericht zum Forschungsprojekt ‘Automobil & Innovation’ der Universität Augsburg, Augsburg

Peters, J., W. Becker (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

Rosenberg, N., R. Nelson (1994), American Universities and Technical Advance in Industry, in: Research Policy, 23, 323-348.

Rotering, C. (1990), Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen Unternehmen: eine empirische Analyse, Stuttgart

Rothwell, R. (1992), Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s, R&D Management, 22, 221-239

Rothwell, R., M. Dodgson (1991), External Linkages and Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises, R&D Management, 21, 125-137

Sanchez, A.M., A.-C.P. Tejedor (1995), University-Industry Relationships in Peripheral Regions: The Case of Aragon in Spain, Technovation, 15, 613-625

Schmidt, A. (1995), Der mögliche Beitrag der Kooperation zum Innovationserfolg für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU), Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Ergänzungsheft 1/95, 103-112

Schumann, M. (1997), Die deutsche Automobilindustrie im Umbruch, WSI-Mitteilungen, 50, 217-227

Sell, A. (1994), Internationale Unternehmenskooperationen, München

Stephan, P. (1996), The Economics of Science, Journal of Economic Literature, 34, 1199-1235

Technologie-Vermittlungs-Agentur Berlin (Hrsg.) (1994), Innovation und Kooperation. Perspektiven und Chancen der Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie, Berlin

Veugelers, R. (1997), Internal R&D Expenditures and External Technology Sourcing, Research Policy, 26, 303-315

von Hippel, E. (1988), The Sources of Innovation, New York

Winter, S. G. (1984), Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes, Journal of Economic Behaviour and Organization, 5, 287-320