

Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement

Universität Essen
Fachbereich 5: Wirtschaftswissenschaften
Universitätsstraße 9, D – 45141 Essen
Tel.: ++49 (0) 201 / 183 - 4007
Fax: ++49 (0) 201 / 183 - 4017

Arbeitsbericht Nr. 12

Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung von F&E-intensiven Großunternehmen

Dr. Martin Hemmert



E-Mail: martin.hemmert@pim.uni-essen.de

Internet: <http://www.pim.uni-essen.de/mitarbeiter/person.cfm?name=pimmahe>

Essen 2001

Alle Rechte vorbehalten.

Zusammenfassung

Der Erfolg der Technologiegewinnung von Unternehmen wird von zahlreichen unternehmensinternen und -externen Einflussfaktoren determiniert. In bisherigen empirischen Untersuchungen wurden jedoch meist nur wenige Einflussgrößen der Technologiegewinnung berücksichtigt sowie das Untersuchungsfeld auf einzelne Länder und Branchen beschränkt. Eine umfangreiche Analyse der Technologiegewinnung von deutschen und japanischen Pharma- und Halbleiterunternehmen auf der Grundlage von schriftlichen und mündlichen Befragungen zeigt, dass der Erfolg in diesem Bereich vor allem von der Verfügbarkeit und der Qualifikation des F&E-Personals, der Enge der technologischen Zusammenarbeit mit externen Kooperationspartnern sowie der Kompetenz dieser Kooperationspartner, schließlich auch von der unternehmensinternen Förderung und der Internationalisierung des Technologietransfers abhängt. Die F&E-Personalkosten, die räumliche Nähe zu externen Technologiequellen sowie die meisten politisch-rechtlich-administrativen Rahmenbedingungen sind demgegenüber von nachrangiger Bedeutung.

Summary

The success of the technology acquisition activities of firms depends on a variety of internal and external factors. In previous empirical research however, the breadth of these determining factors has not been taken into consideration sufficiently. An extensive analysis of the technology acquisition of German and Japanese pharmaceutical and semiconductor firms based on a questionnaire survey and interviews shows that certain factors strongly determine technology acquisition performance. These factors include the availability and the skills of R&D personnel, the technological level of surrounding firms and research institutions and their technological strength, as well as the management and the internationalization of internal technology transfer. Factors like the cost of R&D personnel, spatial proximity to technological sources, and the political, legal and administrative environment appear to be less relevant for the technology acquisition performance.

1 Einführung in die Thematik

Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung (F&E) für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nimmt seit Jahrzehnten zu. Dies lässt sich an der steigenden F&E-Intensität, z.B. gemessen durch den Anteil der F&E-Aufwendungen am Umsatz oder des F&E-Personals an der Gesamtzahl der Beschäftigten erkennen (OECD 1999b: 19-26; National Science Board 2000: A-536). Darüber hinaus ist auch die Anzahl der an Wissenschaftler und Praktiker gerichteten Publikationen in diesem Bereich stark angestiegen.¹

Die F&E umfasst die Funktionen der internen Gewinnung und Speicherung von neuen Technologien, d.h. von technologischem Wissen zur Entwicklung neuer Produkte und Produktionsprozesse (Brockhoff 1999: 71). Der Funktion der Technologiegewinnung kommt dabei in vielen Unternehmen angesichts des rapiden Fortschritts in vielen Technologiefeldern sowie des verschärften technologischen Wettbewerbs eine besonders hohe Bedeutung zu.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Technologiegewinnung von Unternehmen über den Bereich der F&E in zweifacher Weise hinausreicht. Erstens können auch andere interne Funktionsbereiche wie die Produktion oder das Marketing mit der Gewinnung neuer Technologien befasst sein. Zweitens überschreitet die Technologiegewinnung auch die Unternehmensgrenzen, indem externe Technologiequellen wie z.B. andere Unternehmen oder Forschungseinrichtungen genutzt werden.

Diesen beiden über die F&E hinausgehenden Aspekte der Technologiegewinnung wurde in den letzten beiden Jahrzehnten erhöhte Aufmerksamkeit zuteil. Sowohl die interne Zusammenarbeit zwischen F&E und anderen Funktionsbereichen als auch externe Kooperationen zur Gewinnung neuer Technologien rücken verstärkt in das Blickfeld von Wissenschaft und Praxis.²

-
- 1 Eine erste ausführliche Monographie zum Bereich des F&E-Managements wurde im deutschsprachigen Raum von Kern und Schröder (1977) vorgelegt. In den 80er und 90er Jahren stieg dann die Zahl der hiermit befassten Überblickswerke schnell an. Exemplarisch seien genannt: Servatius (1985), Wolfrum (1994), Zahn (1995), Specht und Beckmann (1996), Bürgel, Haller und Binder (1996), Hauschildt (1997), Brockhoff (1999), Gerpott (1999).
 - 2 Sowohl die Zahl der F&E-Kooperationen als auch der Anteil der unternehmensextern verwendeten F&E-Aufwendungen ist seit den 80er Jahren stark angestiegen (Hagedoorn 1995; Dillmann 1997). Auch die Anzahl der auf die Gewinnung externer Technologie bezogenen wissenschaftlichen Arbeiten hat sich sprunghaft erhöht. Im deutschsprachigen Raum sind hier u.a. die Arbeiten von Rotering (1990), Schneider und Zieringer (1991), Hermes (1993), Teichert (1994), Kaltwasser (1994), Einsfeld (1998) und Bund (2000) zu nennen.

Daraus leitet sich die Erkenntnis ab, dass der Erfolg der Technologiegewinnung durch eine Vielzahl von unternehmensinternen und –externen Einflussfaktoren bestimmt wird. Dem Gesamtspektrum dieser Einflussfaktoren wurde jedoch, wie in Abschnitt C dieses Beitrags näher diskutiert wird, in der bisherigen betriebswirtschaftlichen Forschung nur geringe Aufmerksamkeit zuteil.

Mit dem vorliegenden Aufsatz soll ein Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke geleistet werden. Zunächst werden konzeptionelle Überlegungen zur Systematisierung von Einflussfaktoren des Technologieerfolgserfolgs angestellt, und der bisherige Stand der empirischen betriebswirtschaftlichen Forschung in diesem Bereich wird rezipiert. Daran anschließend werden die Ergebnisse einer vom Verfasser durchgeführten empirischen Untersuchung von Pharma- und Halbleiterunternehmen in Deutschland und Japan vorgestellt und diskutiert. Der Fokus der Analyse liegt dabei in der Identifikation von Einflussfaktoren, welche für den Technologieerfolg besonders bedeutsam sind, also also Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung betrachtet werden können.³ Schließlich werden die Implikationen der Untersuchungsergebnisse für die betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis beleuchtet.

2 Einflussfaktoren der Technologiegewinnung: eine Systematik

Eine erste grobe Unterteilung der Einflussfaktoren der Technologiegewinnung, d.h. solcher Gegebenheiten, welche den Erfolg der Technologiegewinnung von Unternehmen beeinflussen, klang bereits im vorigen Abschnitt an: die Differenzierung zwischen unternehmensinternen und –externen Einflussfaktoren.

Innerhalb der unternehmensexternen Einflussfaktoren kann dabei weiter zwischen dem Faktormarktkontext, dem Leistungsmarktkontext und den außermärklichen Rahmenbedingungen, d.h. dem allgemeinen politisch-rechtlich-administrativen Kontext differenziert werden.

Dem Faktormarktkontext kommt themenbedingt eine besonders große Bedeutung zu, da sich im Bereich der Technologiegewinnung eine primär ressourcenorientierte Per-

3 Das hier zugrundegelegte Begriffsverständnis von Erfolgsfaktoren lehnt sich damit an frühere Arbeiten an, in welchen – weitgehend synonym – auf kritische Erfolgsfaktoren oder strategische Erfolgsfaktoren rekurriert wird. Vgl. dazu im Überblick Rockart (1979: 84-93); Schefczyk (1994: 21-34); Lehner (1995: 386-396).

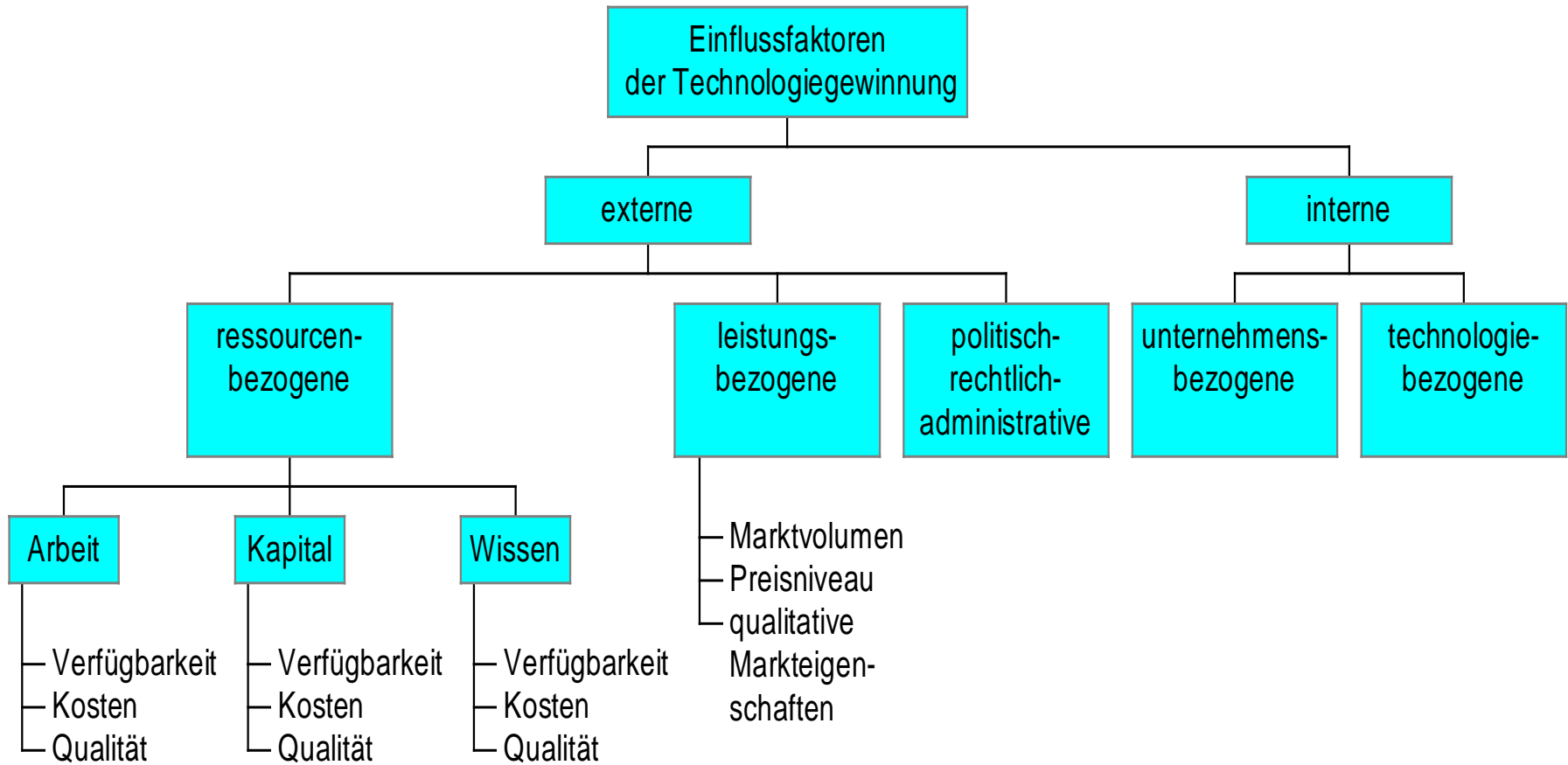
spektive ergibt. Hier könnte zunächst auf die von Gutenberg eingeführte allgemeine Faktorsystematik rekuriert werden, wonach zwischen den Elementarfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoffe zu unterscheiden ist (Gutenberg 1983: 8). Aufgrund der im Vergleich zu konventionellen Produktionsprozessen ausgeprägten Immaterialität von Technologiegewinnungsprozessen stellt sich jedoch die Frage, ob eine hiervon abweichende, spezifische Faktorsystematik hier nicht gehaltvoller ist. Bereits von Schröder (1973: 33-48) wurde bezogen auf die gesamte F&E neben dem Faktor Arbeit der Faktor Wissen in den Vordergrund gerückt. Spätere Arbeiten folgen dieser Systematik (Kaltwasser 1994: 26; Brockhoff 1999: 199-201). Darüber hinaus wird auch dem Faktor Kapital in Bezug auf Technologiegewinnungs- und F&E-Prozesse starke Beachtung zuteil (Specht und Beckmann 1996: 207-215; Gerpott 1999: 270-289).

Innerhalb der genannten Einsatzfaktoren der Technologiegewinnung können auf einer weiteren Differenzierungsebene die jeweiligen Kosten und Qualitäten als wesentliche erfolgswirksame Einflussgrößen identifiziert werden (Kern 1992: 159-166; Corsten 2000: 270-289). Darüber hinaus wird auch die Verfügbarkeit dieser Faktoren als wesentliche Determinante betriebswirtschaftlichen Handelns wahrgenommen (Kern 1986: 559).

Im Leistungsmarktkontext ist auf die aus neuen Technologien hervorgehenden Leistungen zu rekurrieren, welche sich sowohl aus einer Veräußerung der Technologien selbst als auch auf den Verkauf von auf der Grundlage dieser Technologien entwickelten Produkte beziehen können.

Spiegelbildlich zu den faktoreinsatzbezogenen Faktoren kann im leistungsbezogenen Kontext zwischen dem Leistungspotenzial, dem Leistungsniveau und der Leistungsqualität unterschieden werden. Der erste Faktor drückt sich im Volumen der Zielmärkte, der zweite im Preisniveau auf diesen Märkten, der dritte schließlich in qualitativen Markteigenschaften wie der Wettbewerbsintensität aus. Diese Aspekte werden im Rahmen des strategischen Technologiemanagements unter den Stichworten des Marktvolumens, des Marktwachstums und der Marktattraktivität diskutiert (Servatius 1985: 112-114; Möhrle 1988: 15; Wolfrum 1994: 221-223; Brockhoff 1999: 215-221).

Abbildung 1: Systematik von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung



Innerhalb der internen Einflussfaktoren kann schließlich zwischen technologiebezogenen Faktoren einerseits und unternehmensbezogenen Faktoren andererseits unterschieden werden. Die erstgenannte Kategorie bezieht sich auf Faktoren, welche in Eigenschaften der zu gewinnenden Technologien begründet liegen. Die zweitgenannte Gruppe rekurriert auf Strukturmerkmale sowie auf die Gestaltung des Managements des betreffenden Unternehmens. Sowohl unternehmens- als auch technologiebezogene Faktoren sind im Rahmen des strategischen Technologiemanagements ebenfalls bereits ausführlich thematisiert worden (Servatius 1985: 118-145; Wolfrum 1994: 200-212, 224-235; Brockhoff 1999: 222-228).

Die bisherigen Überlegungen lassen sich in der in Abbildung 1 wiedergegebenen Systematik der Einflussfaktoren der Technologiegewinnung zusammenfassen.

3 Stand der empirischen betriebswirtschaftlichen Forschung

Im letzten Jahrzehnt ist eine große Zahl von empirischen wissenschaftlichen Arbeiten publiziert worden, welche direkt oder indirekt auf Einflussfaktoren des Erfolgs der Technologiegewinnung rekurrieren. Diese Studien lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen. Die erste Gruppe von Arbeiten bezieht sich auf das *Gesamtspektrum* von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung, welche dabei häufig auch in den Kontext von ganzen Innovationssystemen gestellt werden. In den Beiträgen der zweiten Gruppe werden hingegen *Einzelaspekte*, d.h. einzelne Einflussfaktoren sowie einzelne Methoden der Technologiegewinnung untersucht. In der dritten Gruppe von Studien steht schließlich die Analyse verschiedener Einflussfaktoren der Technologiegewinnung unter der Perspektive der *Internationalisierung* dieses Tätigkeitsbereichs im Mittelpunkt der Betrachtung.

Innerhalb der ersten Gruppe stehen institutionenökonomische Arbeiten im Vordergrund. In den grundlegenden Studien von Lundvall (1992) und Nelson (1993) wurde der Analyserahmen des nationalen Innovationssystems geprägt, welcher auf einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive basiert, jedoch auch viele Ansatzpunkte zur Identifizierung von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung von Unternehmen bietet. Hieran anknüpfend wurden sowohl in den USA (Klevorick et al. 1995) und Japan (Gotō und Nagata 1997) als auch in Deutschland (Janz und Licht 1999) großzahlige empirische

Erhebungen zum Innovationsverhalten von Unternehmen durchgeführt, in denen teilweise auch Einflussfaktoren der Technologiegewinnung untersucht wurden. Schließlich wurde das Konzept des Innovationssystems auch auf die regionalwirtschaftliche Ebene übertragen und mündete dort ebenfalls in umfangreiche empirische Studien (Saxenian 1994; Braczyk, Cooke und Heidenreich 1998; Sternberg 1998).

In den in Deutschland durchgeführten, überwiegend bei kleinen und mittleren Unternehmen durchgeführten Innovationserhebungen wurden zu hohe Kosten, fehlendes Kapital, Genehmigungsverfahren sowie ein hohes wirtschaftliches Risiko als häufigste Gründe für die Verhinderung, die Verzögerung sowie den Abbruch von Innovationsprojekten ermittelt (Janz und Licht 1999: 50). Dies weist auf die Relevanz verschiedener faktorbezogener sowie politisch-rechtlich-administrativer Einflussfaktoren hin, wenngleich zu beachten ist, dass sich die Ergebnisse auf den Bereich der Innovation beziehen, der sich mit der Technologiegewinnung nur teilweise überschneidet. Die gleiche Aussage lässt sich auch bezüglich der Ergebnisse der regionalwirtschaftlichen Studie von Sternberg treffen. Er stellt bei den von ihm untersuchten Unternehmen einen positiven Zusammenhang zwischen der externen Kooperationsintensität und der Innovativität fest (Sternberg 1998: 290, 295), was als Hinweis auf eine große Bedeutung der Verfügbarkeit externen Wissens für den Technologiegewinnungserfolg betrachtet werden kann.

Auch in den oben genannten, teilweise sehr umfangreichen Überblicksstudien zu nationalen und regionalen Innovationssystemen wird auf eine große Zahl von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung von Unternehmen rekurriert. Die Bedeutung dieser Faktoren wird jedoch nur isoliert, d.h. nicht im direkten Vergleich zu der Bedeutung anderer Faktoren betrachtet. Die Ergebnisse gründen sich zudem häufig auf Plausibilitätsüberlegungen, d.h. eine direkte Messung der Wirkung der untersuchten Einflussgrößen auf den Erfolg der Technologiegewinnung von Unternehmen findet nicht statt.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht liegt der Nutzen der Überblicksstudien zu Innovationssystemen insgesamt eher in der Identifikation von Einflussgrößen der Technologiegewinnung als in der konkreten Messung ihrer relativen Bedeutung.

Innerhalb der zweiten Gruppe von Beiträgen, welche sich auf Einzelaspekte der Technologiegewinnung beziehen, wurden in mehreren Arbeiten die Erfolgsbedingungen von F&E-Kooperationen untersucht. Mowery, Oxley und Silverman (1996) stellen

aufgrund einer Patentanalyse von ca. 2.000 Unternehmen aus verschiedenen Branchen fest, dass die Vertrautheit der einzelnen Kooperationspartner mit dem jeweiligen Technologiefeld von großer Bedeutung für den Erfolg von F&E-Kooperationen ist. Die Studie von Shan, Walker und Kogut (1994) beruht ebenfalls auf einer Patentanalyse, welche sich jedoch ausschließlich auf Biotechnologieunternehmen bezieht. In dieser Arbeit wird die Bedeutung der Verfügbarkeit von Kapital sowie der Ressourcenausstattung der beteiligten Unternehmen für den Kooperationserfolg betont.

In anderen Beiträgen werden insbesondere öffentlich geförderte F&E-Kooperationen analysiert, wobei die Erfolgswirksamkeit der Subventionierung im Mittelpunkt des Interesses steht. Irwin und Klenow (1994) vergleichen den Erfolg von Unternehmen, welche sich an dem US-amerikanischen Halbleiterkonsortium Sematech beteiligt haben, mit demjenigen von Nicht-Konsortialunternehmen. Sie konstatieren einen deutlich höheren Erfolg der Konsortialunternehmen, welchen sie auf kooperationsbedingte Kostensenkungen zurückführen. Teichert (1994), der eine Umfrage bei 81 Unternehmen auswertet, welche sich an EU-geförderten F&E-Kooperationen beteiligt haben, kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass die betreffenden Unternehmen den öffentlich geförderten Kooperationen durchweg nur eine geringe strategische Bedeutung beimessen. Dementsprechend erschöpft sich der Kooperationserfolg seiner Analyse zufolge weitgehend in der Mitnahme von öffentlichen Fördermitteln.

In einer weiteren Gruppe von Arbeiten steht die Bedeutung öffentlicher Forschungseinrichtungen für die Technologiegewinnung von Unternehmen im Vordergrund. Beise und Stahl (1998) analysieren die Umfrageergebnisse von ca. 2.300 deutschen Unternehmen. Sie gelangen zu dem Resultat, dass die öffentlichen Forschungseinrichtungen von deutschen Unternehmen als Technologiequellen lebhaft genutzt werden, sich diese Nutzung jedoch in hohem Maße auf wenige, sehr angesehene Forschungseinrichtungen konzentriert.

Andere Studien mit einem ähnlichen inhaltlichen Fokus beziehen sich auf einzelne Branchen. Cockburn und Henderson (1998) führen Fallstudien bei 20 Pharmaunternehmen aus verschiedenen Ländern durch. Sie stellen eine starke Interaktivität zwischen öffentlicher und privater Pharmaforschung fest, betonen aber auch, dass die interne Absorptionsfähigkeit externer Forschungsergebnisse durch die Unternehmen eine entscheidende Voraussetzung für deren Nutzung ist. Mcmillan, Narin und Deeds (2000)

beobachten auf der Grundlage einer Patentanalyse von 119 US-amerikanischen Biotechnologieunternehmen ebenfalls eine hohe Nutzungsintensität der Ergebnisse öffentlicher Forschungseinrichtungen.

Schließlich sind noch einzelne weitere Beiträge zu erwähnen, in denen Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung auf qualitativer Grundlage, insbesondere auf der Basis von mündlichen Befragungen analysiert werden. In einer Studie der Boston Consulting Group (1998) werden die Standortbedingungen für Pharmaforschung in Deutschland untersucht. Dabei werden sowohl die Verfügbarkeit von Risikokapital als Grundlage für die Finanzierung von Biotechnologieunternehmen als auch die Verfügbarkeit von externem Wissen aus Forschungseinrichtungen und anderen Unternehmen als bedeutende Einflussfaktoren der Technologiegewinnung von Pharmaunternehmen identifiziert. Auch der gesellschaftlichen Akzeptanz der Pharmaforschung sowie Genehmigungsverfahren wird eine hohe Bedeutung beigemessen. Zucker und Darby (1997) werten eine Fallstudie der Technologiegewinnung eines führenden US-amerikanischen Pharmaunternehmens aus. Von ihnen wird in diesem Kontext ebenfalls die Verfügbarkeit von externem Wissen aus Forschungseinrichtungen, darüber hinaus aber auch die Verfügbarkeit von qualifiziertem F&E-Personal als wesentlich für den Technologiegewinnungserfolg betont.

Die rezipierten Einzelstudien geben eine Reihe von Aufschlüssen bezüglich der Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren für den Technologiegewinnungserfolg von Unternehmen. Die Analyse in diesen Beiträgen beschränkt sich jedoch fast häufig a priori auf die Untersuchung einzelner oder weniger Einflussfaktoren, weshalb eine Einschätzung ihrer Bedeutung im Vergleich zu anderen Faktoren nicht geleistet werden kann. Darüber hinaus beziehen sich die Arbeiten durchweg auf Unternehmen in einzelnen Branchen und Ländern, was die Frage nach der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse nach sich zieht.

Die dritte, auf Kriterien für die Auswahl internationaler F&E-Standorte bezogene Gruppe von Arbeiten ist umfangreich, da dieser Bereich im letzten Jahrzehnt intensiv empirisch erforscht wurde.

In einer Reihe von Studien werden die Verfügbarkeit von qualifiziertem F&E-Personal sowie von externem technologischem Wissen als F&E-bezogene Standortfaktoren betont. In den Arbeiten von Almeida (1996) und Florida (1997) werden diese

Aspekte in Bezug auf F&E-Investitionen ausländischer Unternehmen in den USA, bei Odagiri und Yasuda (1997) sowie Cantwell und Harding (1998) bezüglich der Auslands-F&E japanischer bzw. deutscher Unternehmen hervorgehoben.

Pearce und Singh (1992) identifizieren hingegen auf der Grundlage einer Auswertung von Umfrageergebnissen zahlreicher multinationaler Unternehmen den Marktzugang als wichtigstes Motiv für deren Auslands-F&E.

Im Beitrag von Pearce und Papanastassiou (1996), wo die Motive für die Ansiedlung von F&E-Standorten ausländischer Unternehmen in Großbritannien untersucht werden, wird hingegen sowohl der Zugriff auf externes technologisches Wissen als auch der Marktzugang als relevant für die internationale Standortwahl erkannt. Zu gleichgerichteten Ergebnissen kommen Kuemmerle (1999), dessen Analyse auf einer Befragung multinationaler Unternehmen aus verschiedenen Ländern basiert, sowie die OECD in einer 1999 veröffentlichten, auf der Auswertung von Sekundärquellen basierenden Studie (OECD 1999a).

In wiederum anderen Arbeiten werden sowohl die Ressourcen Arbeit und Wissen als auch marktbezogene Faktoren sowie politisch-rechtlich-administrative Rahmenbedingungen fallweise als relevant für internationale F&E-bezogene Standortentscheidungen eingestuft. Dies gilt z.B. für Taggart (1991) sowie Beckmann und Fischer (1994), welche diesbezügliche Befragungen bei großen Pharmaunternehmen auswerten, sowie für Caluori und Schips (1991), deren Ergebnisse auf Umfragen bei schweizerischen Unternehmen aus verschiedenen Branchen rekurrieren. Von Boehmer (1995), der sowohl deutsche als auch britische und US-amerikanische Unternehmen befragt hatte, identifiziert neben den genannten externen Einflussfaktoren auch den unternehmensinternen Wissenstransfer als eine bedeutende Determinante der Auslands-F&E.

In der Arbeit von Reger, Beise und Belitz (1999), die aus einer Befragung führender deutscher Unternehmen aus drei F&E-intensiven Branchen hervorging, wird schließlich ebenfalls auf eine breite Palette von Einflussfaktoren für die Auswahl internationaler F&E-Standorte hingewiesen. Darüber hinaus werden hier die branchenspezifischen Unterschiede betont. So wird in der Pharmaindustrie der Zugang zu externem technologischem Wissen, in der Telekommunikationsindustrie hingegen die Marktattraktivität als Standortfaktor stärker betont.

zwischen 48 Einflussfaktoren und sieben Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung überprüft.

Zweitens erstreckte sich die Untersuchung über Unternehmen aus mehreren Ländern und Industriezweigen, um überprüfen zu können, in welchem Umfang länder- und branchenspezifische Unterschiede bei den Resultaten erkennbar sind. Dies wurde konkret durch die Befragung von führenden Pharma- und Halbleiterunternehmen aus Deutschland und Japan umgesetzt.

Drittens kamen verschiedene Untersuchungsmethoden zur Anwendung, um eine hohe Validität der Ergebnisse zu gewährleisten.⁴ Im Einzelnen wurden hierzu

- (1) quantitative Informationen zur Struktur der Technologiegewinnung der Unternehmen
- (2) detaillierte Einschätzungen von Einflussfaktoren und Erfolg der Technologiegewinnung durch F&E-Manager anhand einer schriftlichen Befragung
- (3) qualitative Einschätzungen zur Bedeutung von Einflussfaktoren für den Technologiegewinnungserfolg durch F&E-Bereichsleiter anhand einer mündlichen Befragung und
- (4) Patentinformationen der Unternehmen zur Überprüfung des Technologiegewinnungserfolgs

in die Studie mit einbezogen.

Im Vorfeld der Untersuchung wurden in den beiden Ländern und Industriezweigen jeweils die gemessen am Umsatz und den F&E-Aufwendungen im Geschäftsfeld Pharma oder Halbleiter ca. sechs größten Unternehmen hinsichtlich einer Teilnahme an der Untersuchung kontaktiert. Um die Akzeptanz zu erhöhen, wurde die Anonymisierung der Ergebnisse sowie ein individueller Informationsrückfluss zugesichert. Von 26 angesprochenen Unternehmen nahmen schließlich 16 an der Studie teil. In allen betreffenden Ländern und Industriezweigen war damit ein Großteil der führenden Unternehmen durch die Untersuchung abgedeckt, womit ein hoher Repräsentativitätsgrad der Ergebnisse erreicht werden konnte.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, weisen die untersuchten Unternehmen und Geschäftsfelder eine hohe Ähnlichkeit auf. Mit Ausnahme der japanischen Pharmaunternehmen,

⁴ Dieses Vorgehen gründet sich auf die Sichtweise, dass noch nicht abgesicherte Erkenntnisse vorzugsweise durch qualitativ verschiedene Informationsquellen Untersuchungsmethoden überprüft werden sollten. Vgl. hierzu Fielding und Fielding (1986: 23-30).

bei denen der Bereich Pharma im Zentrum der Geschäftstätigkeit steht, handelt es sich meist um integrierte Großunternehmen mit verschiedenen anderen Geschäftsfeldern. Die empirische Untersuchung wurde ausschließlich in den Geschäftsfeldern Pharma und Halbleiter dieser Unternehmen durchgeführt, um die inhaltliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

Table 1: Strukturelle Kennzahlen der untersuchten Unternehmen und Geschäftsfelder, differenziert nach Ländern und Industriezweigen (1998)

Kennzahl	Bereich / Anzahl der Unternehmen	Halbleiter Japan ^b n = 5	Halbleiter Deutschland n = 4	Pharma Japan ^b n = 4	Pharma Deutschland n = 3
A	Durchschnittlicher Gesamtumsatz des Unternehmens (Mio. DM)	74.060	78.792	5.958	35.295
B	Durchschnittlicher Umsatz des Geschäftsfeldes (Mio. DM) ^a	9.546	4.889	4.660	7.641
C	Durchschnittlicher Prozentanteil des Geschäftsfeldumsatzes am Gesamtumsatz (B / A x 100)	12,9	6,2	78,2	21,6
D	Durchschnittliche F&E-Aufwendungen des Geschäftsfeldes (Mio. DM)	1.189	709	587	1.291
E	Durchschnittliche prozentuale F&E-Intensität des Geschäftsfeldes (D / B x 100)	12,5	14,5	12,6	16,9

QUELLE: Geschäftsberichte der Unternehmen; ergänzende Einzelangaben der Unternehmen an den Verfasser; Semiconductor World (1999).

a geschäftsfeldbezogener Umsatz einschließlich Innenumsatz

b zugrunde gelegter Währungsumrechnungskurs für die Kennzahlen japanischer Unternehmen: 1,3678 DM / 100 Yen. Es handelt sich um den Devisendurchschnittskurs für den Zeitraum von April 1998 bis März 1999; ermittelt nach Angaben aus Deutsche Bundesbank (1999: 9-10).

Diese Geschäftsfelder sind in der Pharmaindustrie in Deutschland, in der Halbleiterindustrie in Japan im Durchschnitt größer, weisen aber jeweils einen ähnlichen Umfang auf. Der Anteil der F&E-Aufwendungen am Umsatz ist in diesen Geschäftsfeldern durchweg sehr hoch, und zwar nicht nur im länder- und branchenspezifischen Durchschnitt, sondern auch bei individueller Betrachtung der Geschäftsfelder. Alle unter-

suchten Geschäftsfelder weisen eine F&E-Intensität von mehr als 9% des Umsatzes auf und können somit als F&E-intensive Geschäftsfelder bezeichnet werden.⁵

Parallel zur Akquirierung der Unternehmen wurden eine Reihe von Vorgesprächen und Pretests durchgeführt. Auf die direkte Untersuchung von leistungs- und technologiebezogenen Faktoren wurde als Ergebnis dieser Vorgespräche verzichtet, da sich abzeichnete, dass die befragten F&E-Manager in Bezug auf die Einschätzung solcher Faktoren vor großen Beantwortungsschwierigkeiten gestanden hätten. Der Einfluss dieser Faktoren kann allerdings, wie unten ausgeführt, durch einen branchenspezifischen Vergleich der Ergebnisse abgeschätzt werden.

Darüber hinaus sind in der schriftlichen Befragung auch keine Items enthalten, die sich auf Eigenschaften der Ressource Kapital beziehen. Im Vorfeld der Untersuchung stellte sich heraus, dass diesem Bereich von den F&E-Managern der betreffenden Unternehmen im Kontext der Technologiegewinnung keine hohe Bedeutung beigemessen wurde. Dieser Befund steht nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen einiger früherer empirischer Untersuchungen, in welchen die Verfügbarkeit von Kapital als bedeutender Einflussfaktor der Technologiegewinnung identifiziert worden war. Diese Untersuchungen (Shan, Walker und Kogut 1994; Janz und Licht 1999) bezogen sich vorwiegend auf kleine und mittlere Unternehmen, während in der hier betrachteten Studie Großunternehmen im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Zur Jahresmitte 1999 wurden insgesamt 235 Fragebögen⁶ an die Unternehmen mit der Vorgabe ausgesandt, jeden Fragebogen von einem je einem F&E-Manager beantworten zu lassen, der für einen separaten Einzelbereich innerhalb des betreffenden Geschäftsfeldes verantwortlich ist. Alle Fragen bezogen sich dabei auf die Gesamtheit der Technologiegewinnungsaktivitäten in den jeweiligen Tätigkeitsbereichen. Zusätzlich wurden einige quantitative Informationen zur Struktur, insbesondere zur Internationalisierung der Technologiegewinnung angefordert.⁷

5 Zum Vergleich: in der Berichterstattung des BMBF zur technologischen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands werden Branchen mit einer durchschnittlichen F&E-Intensität von mehr als 8,5% als Bereiche der Spitzentechnik bezeichnet (BMBF 2000: 22).

6 Die Anzahl der jeweils ausgesandten Fragebögen wurde im Vorfeld der Untersuchung individuell mit den teilnehmenden Unternehmen vereinbart.

7 Darüber hinaus wurden auch Informationen zur Externalisierung der F&E sowie zu deren Verteilung auf einzelne Tätigkeitsbereiche erhoben, welche jedoch für die Analyse in diesem Bereich keine unmittelbare Relevanz besitzen.

Es wurden insgesamt 165 auswertbare Antworten zurückgesandt, womit eine Rücklaufquote von 70,2% erzielt werden konnte. Alle Fragebögen sind dabei von stammlandbasierten, d.h. in Deutschland bzw. Japan tätigen F&E-Managern beantwortet worden.

Im Anschluss an eine erste Vorauswertung der Fragebogenergebnisse wurden sodann ergänzende Interviews mit jeweils mehreren F&E-Bereichsleitern der betreffenden Geschäftsfelder durchgeführt. Insgesamt fanden im Herbst 1999 Interviews mit 44 Gesprächspartnern aus 15 Unternehmen⁸ statt. Nach der Gesamtauswertung der Ergebnisse wurde schließlich noch eine Patentanalyse der betreffenden Geschäftsfelder durchgeführt, um die Befragungsergebnisse hinsichtlich des Technologieerfolgserfolgs zu überprüfen.

Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse sukzessiv analysiert, wobei die Ergebnisse der schriftlichen Befragung bei der Darstellung im Vordergrund stehen.

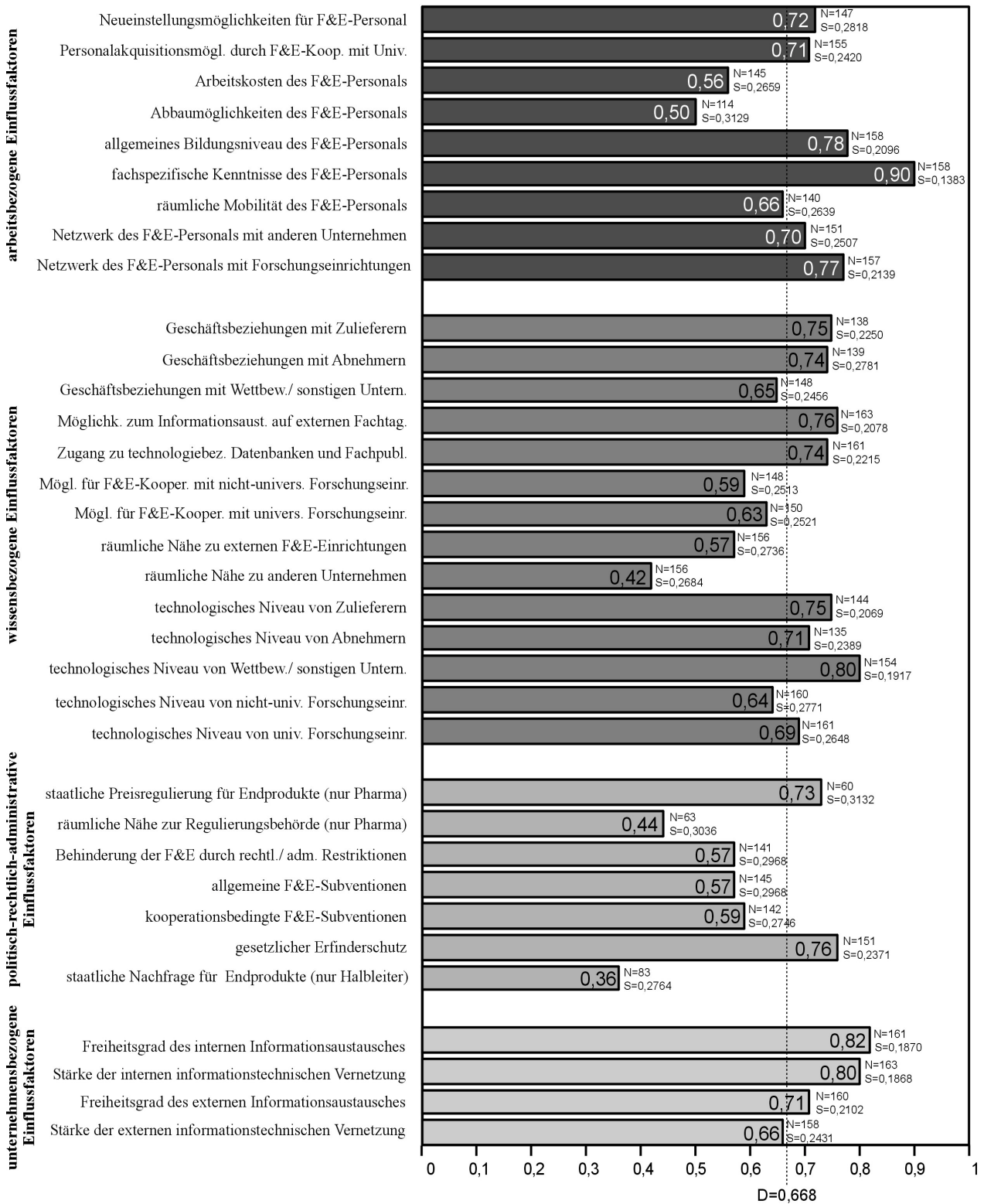
4.2 Relevanz von Einflussfaktoren für die Technologiegewinnung

Innerhalb der schriftlichen Befragung gaben die Respondenten zunächst Einschätzungen bezüglich der Relevanz von 34 Einflussfaktoren der Technologiegewinnung ab. Die hierbei verwendete Itemliste enthält 9 arbeitsbezogene, 14 wissensbezogene, 7 politisch-rechtlich-administrative und 4 managementbezogene Einflussfaktoren. Zwei Items beziehen sich ausschließlich auf die Pharmaindustrie, einer ausschließlich auf die Halbleiterindustrie. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt also bei den externen und hier wiederum bei den ressourcenbezogenen Faktoren.

In Tabelle 2 sind die Gesamtdurchschnittswerte der Relevanzeinschätzungen wiedergegeben. Im Fragebogen wurde die Relevanz von den Respondenten zunächst jeweils auf einer fünfstufigen Skala zugeordnet. Die Ergebnisse wurden als intervallskalierte Daten interpretiert und in eine standardisierte Skala mit den Extremwerten Null und Eins überführt, d.h. ein Wert von Null entspricht einer minimalen, ein Wert von Eins einer maximalen Relevanzeinschätzung.

⁸ Ein japanisches Halbleiterunternehmen beschränkte seine Teilnahme aus internen Gründen auf den schriftlichen Teil der Untersuchung.

Abbildung 2: Relevanz von institutionellen Einflussfaktoren für die Technologiegewinnung in den Arbeitsbereichen der befragten F&E-Manager
 – Mittelwerte aller abgegebenen Antworten,
 Fallzahlen und Standardabweichungen –



Der mit Abstand höchste Durchschnittswert entfällt auf den Item „fachspezifische Kenntnisse des F&E-Personals“. Im Übrigen fällt auf, dass in allen vier Kategorien Einflussfaktoren mit über- ebenso wie mit unterdurchschnittlicher Bedeutungseinschätzung vertreten sind. Die Ergebnisse zeigen also, dass sowohl arbeitsbezogene als auch wissensbezogene, politisch-rechtlich-administrative und managementbezogene Einflussfaktoren teilweise als überdurchschnittlich relevant für die Technologiegewinnung eingestuft werden, innerhalb dieser Kategorien jedoch eine differenzierte Betrachtung notwendig ist.

Bei den arbeitsbezogenen Faktoren wird neben den bereits genannten fachspezifischen Kenntnissen des F&E-Personals auch dem „allgemeinen Bildungsniveau des F&E-Personals“ sowie dem „Netzwerk des F&E-Personals mit F&E-Einrichtungen“ eine weit überdurchschnittliche Relevanz beigemessen. Diese Items beziehen sich allesamt auf qualitative Aspekte der Ressource Arbeit. Der Verfügbarkeit von Arbeit, operationalisiert in den „Neueinstellungsmöglichkeiten für F&E-Personal“ und den „Personalakquisitionsmöglichkeiten durch F&E-Kooperationen mit Universitäten“, wird demgegenüber eine noch leicht überdurchschnittliche, im Vergleich zu den zuvor genannten Einflussfaktoren jedoch deutlich geringere Bedeutung zuerkannt. Die auf die Kosten der Ressource Arbeit bezogenen Items („Arbeitskosten des F&E-Personals“, „Abbaumöglichkeiten des F&E-Personals“) werden schließlich von den Respondenten innerhalb der Kategorie der arbeitsbezogenen Einflussfaktoren für am wenigsten relevant erachtet.

In der Kategorie der wissensbezogenen Einflussfaktoren liegen die Durchschnittswerte der Relevanzeinschätzungen bei den meisten auf die Verfügbarkeit von externem Wissen bezogenen Items relativ hoch. Dies betrifft sowohl die Geschäftsbeziehungen zu anderen Unternehmen als auch den Zugriff auf externes Wissen über Konferenzen, Datenbanken oder Fachpublikationen. Lediglich den Kooperationsmöglichkeiten mit Forschungseinrichtungen wird eine unterdurchschnittliche Relevanz beigemessen. Auch die Durchschnittswerte der Items, welche sich auf die Qualität von Wissen beziehen, sind relativ hoch. Dem technologischen Niveau anderer Unternehmen wird dabei eine noch höhere Relevanz beigemessen als demjenigen von Forschungseinrichtungen. Die niedrigsten Relevanzeinstufungen innerhalb der wissensbezogenen Faktoren weisen die räumliche Nähe zu anderen Unternehmen sowie zu Forschungseinrichtungen auf. Diese

Items können sowohl mit den Kosten als auch mit der Verfügbarkeit von Wissen in Verbindung gebracht werden.

Den meisten Items, die sich auf politisch-rechtlich-administrative Einflussfaktoren beziehen, wird eine relativ geringe Bedeutung für die Technologiegewinnung zuerkannt. Zwei Ausnahmen liegen im „gesetzlichen Erfinderschutz“ sowie in der nur in der Pharmaindustrie untersuchten „staatlichen Preisregulierung für Endprodukte“, wo die mittleren Relevanzwerte jeweils über dem Gesamtdurchschnittswert aller Items liegen.

Bezüglich der managementbezogenen Faktoren ist schließlich zu konstatieren, dass sowohl dem „Freiheitsgrad des internen Informationsaustausches“ als auch der „Stärke der internen informationstechnischen Vernetzung“ eine sehr hohe Bedeutung für die Technologiegewinnung beigemessen wird. Die Relevanzeinschätzung der auf den externen Informationsfluss bezogenen Items ist hingegen deutlich geringer.

In den Interviews wurden von den befragten F&E-Bereichsleitern vor allem Aspekte der Personalqualifikation sowie des unternehmensinternen Technologietransfers als primär relevant für die Technologiegewinnung herausgestellt. Es wurde also die Bedeutung solcher Einflussfaktoren betont, welche auch von den Respondenten der schriftlichen Befragung für überdurchschnittlich relevant erachtet wurden.

Es bleibt zu prüfen, in welchem Umfang die anhand der schriftlichen Antworten gemessenen Relevanzeinschätzungen im länder- und branchenspezifischen Vergleich voneinander abweichen. Im folgenden wird dabei auf Mittelwertabweichungen rekurriert, welche wenigstens auf 5%-Niveau statistisch signifikant sind.⁹

In länderspezifischer Sicht sind nur wenige signifikante Abweichungen bezüglich der Relevanzeinschätzungen von Einflussfaktoren festzustellen, die sich großteils auf arbeitsbezogene Faktoren beziehen. In Deutschland werden den „Neueinstellungsmöglichkeiten für F&E-Personal“, den „Personalakquisitionsmöglichkeiten durch F&E-Kooperationen mit Universitäten“ sowie dem „allgemeinen Bildungsniveau des F&E-Personals“ eine höhere Relevanz beigemessen als in Japan. Bezüglich der beiden erstgenannten Items kann dies mit dem in Deutschland seit einigen Jahren stark beobachteten Fachkräftemangel (Ebling et al. 2000: 13-14), bezüglich des letztgenannten Faktors mit dem im Vergleich zu anderen Ländern generell sehr hohen Bildungsniveau in Japan

⁹ Aus Raumgründen wird hier auf eine Einzeldokumentation der diesbezüglichen Ergebnisse verzichtet. Vgl. die ausführliche Darstellung bei Hemmert (2000: 151-161).

erklärt werden (Waldenberger 1999: 117-118). Sofern die Verfügbarkeit sowie das allgemeine Bildungsniveau des F&E-Personals in Deutschland ungünstiger ausgeprägt sind als in Japan, kann erwartet werden, dass in Deutschland diesbezüglich auch höhere Relevanzeinschätzungen abgegeben werden. Darüber hinaus werden auch die „Freiheit des internen Informationsaustausches“ sowie die „Stärke der internen informationstechnischen Vernetzung“ in Deutschland für relevanter erachtet. In Japan sind demgegenüber höhere Bedeutungseinstufungen bezüglich der Geschäftsbeziehungen zu sowie des technologischen Niveaus von Wettbewerbern und anderen Unternehmen zu beobachten. Auch der staatlichen Nachfrage wird in Japan im Vergleich zu Deutschland eine signifikant höhere Relevanz zuerkannt.

Im branchenbezogenen Vergleich konzentrieren sich die Abweichungen bei den Relevanzeinschätzungen auf die wissensbezogenen Einflussfaktoren. In der Halbleiterindustrie wird den Geschäftsbeziehungen zu anderen Unternehmen, aber auch dem technologischen Niveau dieser Unternehmen eine höhere Bedeutung beigemessen als in der Pharmaindustrie. In der Pharmaindustrie werden demgegenüber die Items, welche sich auf externe Forschungseinrichtungen sowie sonstige Wissensquellen (Fachtagungen, Datenbanken, Fachpublikationen) beziehen, durchweg für relevanter erachtet als in der Halbleiterindustrie. Gleiches gilt auch für den gesetzlichen Erfinderschutz.

Diese Befunde stehen in Einklang zu anderen branchenbezogenen Untersuchungsergebnissen. Demnach ist die Technologiegewinnung in der Pharmaindustrie stark wissenschaftsorientiert (Gambardella 1995: 42-61; Cockburn, Henderson und Stern 1999: 12-21), während in der Halbleiterindustrie die technologische Kooperation mit anderen Unternehmen im Vordergrund steht (Reger, Beise und Belitz 1999: 52-53). Die im Rahmen der Befragung nicht explizit untersuchten divergierenden technologie- und marktbezogenen Rahmenbedingungen in den beiden Industriezweigen kommen hier zur Geltung. Dabei ist jedoch zu beachten, dass im Kontext der oben entwickelten Systematik von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung die Ergebnisse in Bezug auf beide Branchen eine hohe Übereinstimmung aufweisen. Sowohl in der Pharma- als auch in der Halbleiterindustrie wird der Verfügbarkeit und der Qualität externen Wissens eine hohe Bedeutung zuerkannt. Die branchenspezifischen Unterschiede beschränken sich weitgehend auf die institutionelle Herkunft des Wissens.

Als Zwischenergebnis kann damit festgehalten werden, dass

- insbesondere der Qualität des Faktors Arbeit, der Verfügbarkeit und der Qualität des Faktors Wissen sowie dem Management des unternehmensinternen Informationsflusses eine hohe Relevanz für die Technologiegewinnung zuerkannt werden und
- die Untersuchungsergebnisse überwiegend robust gegenüber länder- und branchenspezifischen Einflüssen sind, was für ihre Verallgemeinerbarkeit spricht.

4.3 Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und Erfolg der Technologiegewinnung

4.3.1 Zusammenhänge auf der Ebene von Einzelindikatoren

Im Rahmen der empirischen Untersuchung erfolgte durch die Respondenten nicht nur eine Relevanzeinschätzung, sondern auch eine Einschätzung der gegenwärtigen Situation bezüglich verschiedener Einflussfaktoren sowie des Erfolgs der Technologiegewinnung. Auf dieser Grundlage konnte zusätzlich analysiert werden, in welchem Umfang statistische Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und Erfolg der Technologiegewinnung zu beobachten sind.

Die Einschätzung der gegenwärtigen Wirkung von Einflussfaktoren auf die Technologiegewinnung in den Arbeitsbereichen der Fragebogenrespondenten erfolgte analog zu der Einstufung der Relevanz auf einer fünfstufigen Skala, wobei der eine Extremwert in einer „sehr negativen“, der andere in einer „sehr positiven“ Wirkung bestand. Der Erfolg der Technologiegewinnung wurde von den Respondenten in Bezug auf ihre jeweiligen Arbeitsbereiche ebenfalls auf einer fünfstufigen Skala, und zwar im Vergleich zu Konkurrenzunternehmen eingestuft. Die Bewertung erfolgte dabei ebenfalls zwischen den Extremwerten eines „sehr geringen“ und „sehr hohen“ Erfolgs in Bezug auf sechs Einzelkriterien sowie die Gesamtpformance der Technologiegewinnung. Die untersuchten Einzelkriterien bestanden in der „Kostengünstigkeit von Einsatzfaktoren“ (der Technologiegewinnung), der „Effizienz“ (des Technologiegewinnungsprozesses) der „Schnelligkeit“ (der Technologiegewinnung) sowie im „Neuheitsgrad“, der „Marktfähigkeit“ und der „Übertragbarkeit“ (der gewonnenen Technologien).

Angesichts der großen Bedeutung der Erfolgseinschätzungen für die Untersuchungsergebnisse sowie der generellen Schwierigkeiten der Erfolgsmessung im Bereich der Technologiegewinnung wurde die Validität der diesbezüglichen Ergebnisse der Frage-

bogenuntersuchung besonders gründlich überprüft. Erstens wurden die F&E-Bereichsleiter im Rahmen der Interviews ebenfalls zu ihren Erfolgseinschätzungen befragt. Dabei stellte sich heraus, dass die dort abgegebenen, qualitativen Einschätzungen hochgradig mit den Erfolgseinstufungen in der schriftlichen Befragung übereinstimmten. Zusätzlich wurde zweitens die Entwicklung der Anzahl der Patente untersucht, die den untersuchten Unternehmen in den betreffenden Technologiefeldern vom US-Patentamt im Zeitraum von 1995 bis 2000 zugesprochen wurde. Hier erwies sich ebenfalls eine weitgehende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Fragebogenuntersuchung, d.h. bei den Unternehmen, deren F&E-Manager ihren Technologieerfolg im Durchschnitt günstig einschätzten, war tendenziell auch eine relativ vorteilhafte Entwicklung der Anzahl der erteilten Patente zu beobachten.

Basierend auf den in den Fragebögen abgegebenen Einschätzungen der Einflussfaktoren sowie des Erfolgs der Technologieerfolgung wurden die linearen Korrelationskoeffizienten zwischen beiden Gruppen von Indikatoren berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Es werden fast durchweg positive Korrelationen zwischen der Wirkung von Einflussfaktoren und dem Technologieerfolgungserfolg ausgewiesen. Dabei sind jedoch weitreichende Unterschiede bezüglich der Signifikanz der Korrelationen zu beobachten. Bei den arbeitsbezogenen Einflussfaktoren sind die beiden erstgenannten, auf die Verfügbarkeit des Faktors Arbeit bezogenen Items, aber auch die „fachspezifischen Kenntnisse des F&E-Personals“ signifikant positiv mit den meisten Einzelindikatoren des Technologieerfolgungserfolg sowie der Gesamtperformance korreliert. Innerhalb der Gruppe der wissensbezogenen Einflussfaktoren korrelieren vor allem die auf das technologische Niveau, also die Qualität von externen Wissensquellen bezogenen Items signifikant positiv mit den Erfolgsindikatoren. Die statistischen Zusammenhänge der Wirkung politisch-rechtlich-administrativer Einflussfaktoren zum Technologieerfolgungserfolg sind hingegen mit Ausnahme des „gesetzlichen Erfinderschutzes“ durchweg schwach und insignifikant. Schließlich sind innerhalb der managementbezogenen Faktoren die beiden auf den unternehmensinternen Kommunikationsfluss bezogenen Items, nicht jedoch die auf die externe Kommunikation rekurrierenden Einflussfaktoren signifikant positiv mit den meisten Erfolgsindikatoren der Technologieerfolgung korreliert.

Tabelle 3: Statistische Zusammenhänge zwischen der Wirkung von Einflussfaktoren und dem Erfolg der Technologiegewinnung in den Arbeitsbereichen der befragten F&E-Manager

Erfolgsindikator								
Einflussfaktor	Kostengünstigkeit	Effizienz	Schnelligkeit	Neuheitsgrad	Marktfähigkeit	Übertragbarkeit	Gesamtpformance	Intervalle für zugrunde liegende Fallzahlen N
Neueinstellungsmöglichkeiten F&E-Personal	0,137	0,398***	0,332***	0,133	0,142	0,164*	0,341***	112-127
F&E-Personalakqu. durch Zus. mit Univers.	0,224**	0,333***	0,287***	0,241***	0,352***	0,268***	0,372***	117-137
Arbeitskosten F&E-Personal	0,318***	0,215**	0,176*	0,120	0,017	0,090	0,166*	108-124
Abbaumöglichkeiten F&E-Personal	0,134	0,235**	0,235**	0,084	-0,008	-0,070	0,146	87-96
Bildungsniveau F&E-Personal	-0,020	0,261***	0,117	0,181**	0,185**	-0,015	0,159*	119-140
fachspezifische Kenntnisse F&E-Personal	-0,007	0,213**	0,164**	0,227***	0,265***	0,132	0,260***	125-146
räumliche Mobilität F&E-Personal	0,011	0,292***	0,103	0,119	0,186**	0,020	0,168*	107-120
Netzwerk des F&E-Pers. mit anderen Untern.	-0,010	0,092	0,100	0,205**	0,192**	0,178**	0,054	119-137
Netzwerk des F&E-Pers. mit Forschungseinr.	-0,018	0,151*	0,200**	0,233***	0,274***	0,142	0,190**	121-144
Geschäftsbeziehungen zu Zulieferern	0,051	0,063	0,105	0,202**	0,134	0,112	0,171*	113-130
Geschäftsbeziehungen zu Abnehmern	0,147	0,191**	0,030	0,086	0,139	0,207**	0,087	110-125
Geschäftsbez. zu Wettbew. / sonstigen Untern.	0,002	0,154*	0,038	0,193**	0,130	-0,046	0,087	117-136
Informationsaustausch auf Fachtagungen	0,009	0,228***	0,155*	0,202**	0,160*	0,166*	0,189**	129-152
Informationserhalt durch Datenb. / Fachpubl.	-0,110	0,109	0,083	0,075	0,042	0,155*	0,125	130-152
Kooperationsmögl. mit nicht-univ. FE	0,044	0,090	0,085	-0,011	0,006	0,028	0,181**	116-132
Kooperationsmögl. mit univ. Forschungseinr.	0,079	0,296***	0,289***	0,174**	0,056	0,186**	0,237***	117-133
Nähe zu F&E-Einrichtungen	-0,019	0,193**	0,140*	0,099	0,080	0,115	0,137	119-141
Nähe zu anderen Unternehmen	-0,054	0,068	0,127	-0,030	-0,005	0,051	0,042	116-138
technologisches Niveau Zulieferer	0,082	0,177**	0,252***	0,164*	0,114	0,053	0,219**	116-132
technologisches Niveau Abnehmer	0,165*	0,173*	0,111	0,025	0,086	0,145	0,033	109-123
technolog. Niveau Wettbew. / sonstige Unt.	0,011	0,157*	0,031	0,332***	0,227***	0,120	0,247***	120-139
Niveau nicht-univ. Forschungseinrichtungen	0,146	0,145*	0,101	0,004	0,096	-0,102	0,199**	123-143
Niveau universitärer Forschungseinrichtungen	0,135	0,170**	0,228***	0,211***	0,085	0,087	0,174**	125-146
Behinder. durch admin./rechtl. Restriktionen	0,056	0,056	0,020	0,037	-0,087	-0,003	0,042	108-121
Preisregulierung für Endprodukte	0,066	0,249*	0,175	0,001	0,062	0,398***	0,053	49-54
Nähe zur Regulierungsbehörde	0,117	0,011	0,011	0,036	-0,206	0,004	0,025	47-53
staatliche Nachfrage nach Endprodukten	0,080	0,141	0,045	-0,041	-0,171	-0,043	-0,177	58-67
allgemeine F&E-Subventionen	0,078	0,125	0,173*	-0,099	0,118	0,046	0,111	108-122
kooperationsbedingte F&E-Subventionen	0,086	0,093	0,132	-0,032	0,108	0,133	0,104	110-123
gesetzlicher Erfinderschutz	-0,007	0,278***	0,183**	0,234***	0,251***	0,052	0,299***	120-141
Freiheitsgrad interner Informationsaustausch	0,058	0,266***	0,223***	0,170**	0,303***	0,197**	0,269***	129-151
interne informationstechnische Vernetzung	0,180**	0,283***	0,312***	0,104	0,241***	0,166*	0,265***	130-153
Freiheitsgrad externer Informationsaustausch	-0,016	0,165*	0,121	0,059	0,095	0,086	0,140*	127-146
externe informationstechnische Vernetzung	0,039	0,064	0,085	0,015	0,091	-0,038	0,089	123-143

Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman

*: zweiseitig signifikant auf 10%-Niveau

** : zweiseitig signifikant auf 5%-Niveau

***: zweiseitig signifikant auf 1%-Niveau

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse sind überwiegend konsistent mit den vorherigen Resultaten bezüglich der Relevanzeinschätzungen der Einflussfaktoren. Bei solchen Einflussfaktoren, denen von den befragten F&E-Managern eine hohe Bedeutung für die Technologiegewinnung beigemessen wurde, korrelieren die Wirkungseinschätzungen meist auch relativ stark mit den Erfolgseinschätzungen der Technologiegewinnung.

Dabei sind allerdings zwei Ausnahmen zu beobachten. Erstens wurde den beiden an oberster Stelle aufgeführten, auf die Verfügbarkeit des Faktors Arbeit bezogenen Einflussfaktoren nur eine leicht überdurchschnittliche Relevanz für die Technologiegewinnung zuerkannt. Die diesbezüglichen Wirkungseinschätzungen sind jedoch zugleich signifikant positiv mit den meisten Erfolgsindikatoren korreliert. Zweitens weisen die „Kooperationsmöglichkeiten mit universitären Forschungseinrichtungen“ einen signifikant positiven Zusammenhang zu den meisten Erfolgsindikatoren auf, obgleich ihnen eine nur unterdurchschnittliche Relevanz für die Technologiegewinnung zuerkannt worden war.

Neben den bislang diskutierten, überwiegend externen Einflussfaktoren der Technologiegewinnung wurden in der Untersuchung noch weitere, arbeitsbereichs- und unternehmensspezifische Informationen erfasst, bezüglich derer ebenfalls ein statistischer Zusammenhang zum Technologiegewinnungserfolg überprüft werden kann. Auf der Ebene der Arbeitsbereiche der einzelnen F&E-Manager betrifft dies zunächst die Internationalisierung von Technologiequellen. Bezüglich fünf interner und neun externer Technologiequellen wurde von den Respondenten angegeben, ob sie diese Technologiequellen (a) ausschließlich aus dem Inland (b) sowohl aus dem In- als auch aus dem Ausland oder (c) ausschließlich aus dem Ausland beziehen. Diese Angaben wurden in dreistufige Variablen des Internationalisierungsgrades von Technologiequellen überführt, wobei die Antwortalternative (a) den niedrigsten, die Alternative (c) den höchsten Internationalisierungsgrad repräsentiert. Die Korrelationen zwischen der so gemessenen Internationalisierung und dem Erfolg der Technologiegewinnung sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4: Statistische Zusammenhänge zwischen der Internationalisierung von Technologiequellen und dem Erfolg der Technologiegewinnung in den Arbeitsbereichen der befragten F&E-Manager

Erfolgsindikator								
Internationalisierung von...	Kostengünstigkeit	Effizienz	Schnelligkeit	Neuheitsgrad	Marktfähigkeit	Übertragbarkeit	Gesamtpformance	Intervalle für zugrunde liegende Fallzahlen N
unternehmensinterne F&E	0,005	0,077	0,101	0,208**	0,220***	0,049	0,170**	131-155
andere unternehmensinterne Einh.	0,116	0,241***	0,197**	0,148*	0,204**	0,129	0,261***	127-150
Tochter- und Gruppenuntern.	0,097	0,157*	0,111	0,151*	0,123	0,109	0,125	123-145
unternehmensint. Seminare	0,031	0,243***	0,182**	0,309***	0,238***	0,090	0,316***	129-152
unternehmensint. Datenbanken	0,039	0,216**	0,160**	0,270***	0,253***	0,119	0,305***	128-152
Zulieferer	0,281***	0,058	0,045	-0,059	0,021	0,060	0,104	117-140
Abnehmer	0,073	0,059	0,093	0,134	0,085	0,079	0,078	113-135
Wettbewerber / sonstige Untern.	-0,033	-0,081	-0,126	-0,048	0,033	-0,026	-0,042	124-146
nicht.-univ. Forschungseinr.	0,088	0,035	0,042	0,107	0,100	0,031	0,157	122-144
universitäre Forschungseinr.	-0,042	-0,014	-0,053	-0,005	-0,049	0,002	0,026	126-149
externe Fachtagungen / Seminare	0,127	0,044	0,003	-0,079	-0,094	0,011	0,015	127-148
Fachpublikationen	0,044	-0,108	-0,194**	-0,122	-0,058	0,015	-0,058	128-152
Internet / externe Datenbanken	-0,003	-0,103	-0,193**	-0,033	-0,091	0,148*	-0,020	126-149
Patente	0,122	0,042	-0,085	0,065	0,089	0,026	0,043	124-147

Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman

*: zweiseitig signifikant auf 10%-Niveau

** : zweiseitig signifikant auf 5%-Niveau

***: zweiseitig signifikant auf 1%-Niveau

Es ist deutlich erkennbar, dass die Internationalisierung unternehmensinterner Technologiequellen durchweg positiv mit dem Technologiegewinnungserfolg zusammenhängt, wobei die Korrelationskoeffizienten in einem Großteil der Fälle auch statistisch signifikant sind. Zwischen der Internationalisierung externer Technologiequellen und den Erfolgsindikatoren sind hingegen von wenigen Ausnahmen abgesehen nur sehr schwache Zusammenhänge mit wechselndem Vorzeichen zu beobachten. Die Resultate deuten also darauf hin, dass die Internationalisierung der unternehmensinternen F&E zumindest aus der Stammlandperspektive einen deutlichen positiven Einfluss auf den

Erfolg der Technologiegewinnung ausübt, während die Internationalisierung externer Technologiequellen in diesem Kontext keine erkennbare Rolle zu spielen scheint.

Darüber hinaus wurde auch die Korrelation einiger unternehmens- und geschäftsfeldbezogenen Indikatoren zum Erfolg der Technologiegewinnung untersucht, wobei auf die von den Unternehmen zur Verfügung gestellten quantitativen Informationen zurückgegriffen wurde. Diese Indikatoren umfassen

- die Größe des Unternehmens (gemessen durch den Jahresumsatz)
- die Größe des Geschäftsfeldes (gemessen durch den Jahresumsatz)
- die relative Größe des Geschäftsfeldes (gemessen durch den Anteil des Geschäftsfeldumsatzes am Unternehmensumsatz)
- den Anteil marktnaher F&E (gemessen durch den Anteil der F&E-Aufwendungen im Bereich klinische Entwicklung in der Pharmaindustrie bzw. der Produktentwicklung in der Halbleiterindustrie an den F&E-Gesamtaufwendungen)
- den Anteil der Auslands-F&E (gemessen durch den Anteil der F&E-Aufwendungen im Ausland an den gesamten F&E-Aufwendungen)

Der Technologieerfolg auf Geschäftsfeldebene wurde durch die Mittelwerte der (wieder als intervallskalierten Daten interpretierten) Erfolgseinschätzungen in jeweils allen einem Geschäftsfeld zugeordneten Datensätzen gemessen. Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen den Einflussfaktoren und Erfolgsindikatoren auf Unternehmens- und Geschäftsfeldebene sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Am deutlichsten ist ein positiver Zusammenhang zwischen dem Anteil marktnaher F&E und den Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung erkennbar, der trotz der geringen Fallzahl in Bezug auf drei Erfolgsindikatoren auch statistisch signifikant ist. Darüber hinaus hängen auch der Anteil der Auslands-F&E sowie die Unternehmensgröße positiv mit den meisten Erfolgsindikatoren zusammen. Bezüglich des Zusammenhangs der absoluten ebenso wie der relativen Größe des Geschäftsfeldes zu den Erfolgsindikatoren liegt hingegen kein klarer Befund vor, da die Korrelationen überwiegend insignifikant sind und uneinheitliche Vorzeichen aufweisen.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse auf Unternehmens- und Geschäftsfeldebene deuten also auf einen positiven Einfluss einer hohen Marktorientierung der F&E sowie der Größe des Gesamtunternehmens auf den Technologieerfolg hin. Darüber hinaus wurde auch der auf Arbeitsbereichsebene festgestellte positive Zusammen-

hang zwischen der Internationalisierung der F&E und dem Erfolg der Technologiegewinnung tendenziell bestätigt. Bezüglich dieser Resultate ist allerdings einschränkend hinzuzufügen, dass aufgrund der im Vergleich zu der Arbeitsbereichsebene weitaus geringeren Fallzahlen eine deutlich höhere Irrtumswahrscheinlichkeit vorliegt.

Tabelle 5: Statistische Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung auf Unternehmens- und Geschäftsfeldebene

Erfolgsindikator	Kostengünstigkeit	Effizienz	Schnelligkeit	Neuheitsgrad	Marktfähigkeit	Übertragbarkeit	Gesamtpformance
Einflussfaktor							
Größe des Unternehmens	0,038	0,322	0,101	0,486*	0,375	-0,240	0,200
Größe des Geschäftsfeldes	-0,168	0,267	0,029	0,322	0,084	-0,105	0,116
relative Größe des Geschäftsfeldes	0,024	-0,290	-0,042	-0,392	-0,239	0,437*	-0,149
Anteil markt-naher F&E	0,586**	0,332	0,474*	0,204	0,396	0,548**	0,379
Anteil Auslands-F&E	-0,281	0,130	-0,091	0,126	0,149	0,099	0,261

Korrelationskoeffizienten nach Pearson; n=16

*: zweiseitig signifikant auf 10%-Niveau

** : zweiseitig signifikant auf 5%-Niveau

4.3.2 Zusammenhänge auf der Ebene aggregierter Einflussgrößen

Die bisherige Analyse der Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und Erfolg der Technologiegewinnung bezog sich auf die Ebene einzelner Einflussfaktoren. Nachfolgend wird ergänzend eine Untersuchung auf der Ebene aggregierter Konstrukte durchgeführt. Diese nachfolgend als „Einflussgrößen“ bezeichneten Konstrukte wurden zunächst mit Hilfe von Faktorenanalysen generiert. Bei diesen Faktorenanalysen wurden

fehlende Werte durch Mittelwerte ersetzt, da ansonsten ein Großteil der Fälle aufgrund einzelner fehlender Werte von der Analyse hätte ausgeschlossen werden müssen.

Aus der Gesamtheit der untersuchten 34 Einflussfaktoren der Technologiegewinnung wurden zunächst die drei Items entfernt, welche sich lediglich auf eine der beiden Branchen bezogen, da sie aufgrund eines sehr hohen Anteils fehlender Werte in Bezug auf die Grundgesamtheit für eine Faktorenanalyse ungeeignet erschienen. Eine Analyse der Kovarianzen und Korrelationen der übrigen Einflussfaktoren führte darüber hinaus zur Eliminierung von vier weiteren Variablen, deren KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)-Werte den Mindestakzeptanzwert von 0,5 nicht deutlich überschritten, d.h. die einen nur geringen statistischen Zusammenhang zu den übrigen Variablen aufwiesen.¹⁰ Für das Gesamtsample mit den dann noch verbleibenden 27 Variablen ergab sich nunmehr ein KMO-Wert von 0,730, und auch bei allen Einzelvariablen lagen die KMO-Werte klar über dem Schwellenwert von 0,5.

Eine Faktorextraktion auf der Grundlage der Korrelationsmatrix mit dem Hauptkomponentenverfahren sowie eine daran anschließende Varimax-Rotation führte unter dem Anwendung des Elbow-Kriteriums zur Identifizierung von fünf Faktoren, mit denen insgesamt 51,39% der Gesamtvarianz erklärt werden.

Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 6 wiedergegeben. Demnach werden für 19 der 27 Einzelvariablen Faktorladungen von mehr als 0,5 für jeweils einen Faktor ausgewiesen. Die Faktoren sind leicht interpretierbar und können mit den Stichworten „Unternehmen“, „Forschungseinrichtungen“, „Vernetzung“, „Personal“ und „Subventionen“ bezeichnet werden.

Darüber hinaus wurde auch bei den 14 Variablen, welche sich auf die Internationalisierung von Technologiequellen beziehen, eine Faktorenanalyse durchgeführt. Hier brauchten keine Variablen von der Faktorenanalyse ausgeklammert zu werden, da zwischen ihnen ausnahmslos ein starker statistischer Zusammenhang vorlag, der sich in KMO-Werten von deutlich über 0,5 für alle Einzelvariablen sowie von 0,716 für das Gesamtsample ausdrückte.

¹⁰ Zum Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium sowie auch zu den sonstigen genannten Aspekten bei der Anwendung von Faktorenanalysen vgl. ausführlich Hair et al. (1995: 364-406); Backhaus et al. (1996: 189-260).

Für die Faktorenextraktion und –rotation kam der gleiche Algorithmus wie bei den oben besprochenen Einflussfaktoren zur Anwendung. Die Analyse führte zur Identifikation von zwei Faktoren, welche 43,28% der Gesamtvarianz erklären.

Wie aus der Ergebniszusammenstellung in Tabelle 7 hervorgeht, ergibt sich eine klare inhaltliche Zuordnung der Variablen mit jeweils hohen Faktorladungen. Der erste Faktor kann mit der „Internationalisierung externer Technologiequellen“, der zweite mit der „Internationalisierung interner Technologiequellen“ bezeichnet werden.

Die in den Faktorenanalysen gewonnenen sieben Konstrukte gehen nunmehr als unabhängige Variablen in lineare Regressionen ein, bei denen jeweils ein Erfolgsindikator der Technologiegewinnung als abhängige Variable definiert ist. Dabei sind die einzelnen Regressionskoeffizienten nicht schrittweise, sondern simultan berechnet worden. Fälle mit fehlenden Werten der Erfolgsindikatoren wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Weil die unabhängigen Variablen im Rahmen von Faktorenanalysen generiert worden sind und deshalb zumindest innerhalb der beiden Gruppen a priori voneinander unabhängig sind, sind die statistischen Voraussetzungen für die Anwendung der linearen Regression günstig.¹¹

¹¹ Dies gilt mit Einschränkungen auch für die Normalverteilungsprämisse. Diese Prämisse wurde zwar in Kolmogorov-Smirnov-Tests in Bezug auf die abhängigen sowie zwei der unabhängigen Variablen auf 1%-Niveau zurückgewiesen. Eine zusätzliche Betrachtung von Q-Q-Diagrammen wies jedoch auf eine weitgehende Annäherung der Werteverteilungen an die Normalverteilung hin. Vgl. ausführlich zu den Voraussetzungen und zur Anwendung der multiplen Regressionsanalyse Hair et al. (1995: 86-120); Backhaus et al. (1996: 1-49).

Tabelle 6: Ergebnisse der Faktorenanalyse bezüglich Indikatoren von Einflussfaktoren der Technologiegewinnung

Faktorladungen	Faktor				
	1	2	3	4	5
<i>Wirkung von...</i>	Unternehmen	For- schungs- einrich- tungen	Vernet- zung	Perso- nal	Subven- tionen
technologisches Niveau von Abnehmern	0,833	-0,028	-0,015	-0,104	0,206
Enge der Geschäftsbeziehungen mit Abnehmern	0,769	0,044	-0,060	0,054	0,219
technologisches Niveau von Zulieferern	0,646	0,129	0,310	0,107	-0,031
Enge der Geschäftsbeziehungen zu Zulieferern	0,631	-0,167	0,297	0,125	0,102
technologisches Niveau von Wettbewerbern / sonstigen Unternehmen	0,497	-0,102	0,273	0,277	-0,015
Freiheitsgrad bezüglich internen Informationsaustausches	0,433	0,118	0,165	0,373	0,026
Zugangsbedingungen für F&E-Kooper. mit universit. Forschungseinr.	0,067	0,766	0,085	0,064	0,018
technologisches Niveau von universitären Forschungseinrichtungen	0,011	0,736	0,203	0,039	-0,029
technologisches Niveau von nicht-universitären Forschungseinricht.	-0,144	0,705	0,118	0,057	0,064
Zugangsbed. für F&E-Kooper. mit nicht-univers. Forschungseinr.	0,067	0,705	0,118	0,057	0,064
Mögl. der Personalakqu. durch F&E-Koop. mit univ. Forschungseinr.	0,302	0,582	-0,011	0,258	0,104
Mögl. zum Austausch technologiebez. Inform. über ext. Fachtagungen	0,021	0,279	0,721	-0,026	0,174
Informationserhalt durch Datenbanken / Fachpublikationen	0,093	0,191	0,685	-0,091	0,168
Stärke der informationstechn. Vernetzung mit externen Organisationen	0,151	0,054	0,663	0,233	-0,036
Stärke der informationstechn. Vernetzung innerhalb des Unternehmens	0,293	0,090	0,563	0,220	-0,048
Freiheitsgrad bez. technologiebez. Informationsaust. mit ext. Organisat.	0,144	0,004	0,519	0,467	0,111
Enge der Geschäftsbeziehungen zu Wettbewerben und sonst. Untern.	0,305	-0,183	0,354	0,299	0,181
fachspezifische Kenntnisse von Forschern und Technikern	0,072	0,266	0,140	0,737	0,006
Mögl. und Bed. für die Neueinstellung von Forschern und Technikern	0,219	0,118	-0,077	0,590	0,076
allgemeines Bildungsniveau von Forschern und Technikern	-0,147	0,078	0,249	0,557	0,059
Netzwerk des F&E-Personals mit Forschungseinrichtungen	-0,137	0,212	0,220	0,429	0,287
räumliche Mobilität des F&E-Personals	0,265	-0,057	0,157	0,373	0,077
Stärke des gesetzlichen Erfinderschutzes	0,152	0,303	0,219	0,347	0,099
spezielle Subventionen und Steuervergünst. für F&E-Kooperationen	0,121	0,095	0,209	0,036	0,836
allgemeine Subventionen und Steuervergünst. für F&E-Aktivitäten	0,135	0,167	0,259	0,051	0,809
räumliche Nähe zu anderen Unternehmen	0,175	-0,076	-0,107	0,368	0,479
räumliche Nähe zu Forschungseinrichtungen	0,207	0,113	-0,178	0,398	0,453
Eigenwerte	3,202	2,977	2,855	2,702	2,139
erklärte Varianzanteile (%)	11,86	11,03	10,57	10,01	7,92

n=165. Faktorenextraktion nach dem Hauptkomponentenverfahren, Rotation nach der Varimax-Methode. Gruppierung der Items nach den Faktoren, auf die sie die jeweils höchste Ladung aufweisen. Faktorladungen mit Werten von über 0,5 sind farblich hervorgehoben.

Tabelle 7: Ergebnisse der Faktorenanalyse bezüglich Indikatoren der Internationalisierung von Technologiequellen

Faktorladungen	Faktor	
	1	2
<i>Internationalisierung von...</i>	Internationalisierung externer Technologiequellen	Internationalisierung interner Technologiequellen
unternehmensinternen F&E-Einheiten	0,002	0,790
unternehmensinternen Seminaren	0,107	0,775
unternehmensinternen Datenbanken	0,127	0,686
anderen unternehmensinternen Einheiten	-0,144	0,658
Tochter- und Gruppenunternehmen	0,090	0,424
Abnehmern	0,201	0,359
Fachpublikationen	0,773	-0,103
Internet / Datenbanken	0,773	-0,071
Patenten	0,715	0,022
Wettbewerbern und sonstigen Unternehmen	0,673	0,141
externen Fachtagungen / Seminaren	0,600	0,055
universitären Forschungseinrichtungen	0,582	0,199
nicht-universitären Forschungseinrichtungen	0,478	0,362
Zulieferern	0,431	0,209
Eigenwerte	3,369	2,690
erklärte Varianzanteile (%)	24,06	19,22

n=165. Faktorenextraktion nach dem Hauptkomponentenverfahren, Rotation nach der Varimax-Methode. Gruppierung der Items nach den Faktoren, auf die sie die jeweils höchste Ladung aufweisen. Faktorladungen mit Werten von über 0,5 sind farblich hervorgehoben.

Varianzanalysen auf der Grundlage der einzelnen Regressionsmodelle zeigen, dass die Erfolgsindikatoren der Effizienz, der Schnelligkeit, des Neuheitsgrades, der Marktfähigkeit sowie der Gesamtperformance jeweils hochsignifikant (auf 0,01%-Niveau) mit den unabhängigen Variablen zusammenhängen. Im Gegensatz hierzu liegt das Signifikanzniveau der Modelle bezüglich der Kostengünstigkeit und der Übertragbarkeit bei über 10%, womit die Regressionsmodelle in diesen beiden Fällen abzulehnen sind. Anders formuliert: der Erfolg bezüglich der Kostengünstigkeit von Einsatzfaktoren

sowie der Übertragbarkeit neuer Technologien kann mit den in den Modellen zugrundegelegten Einflussfaktoren nicht signifikant erklärt werden. Dies erscheint allerdings für den Erklärungsgehalt der Untersuchungsergebnisse insgesamt nicht sehr gravierend, da diesen beiden Erfolgskriterien von den befragten F&E-Managern im Kontext der Technologiegewinnung auch die niedrigste Relevanz beigemessen wurde.¹²

Die Resultate bezüglich der übrigen vier Einzelindikatoren sowie der Gesamtperformance der Technologiegewinnung sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Die Ergebnisse weisen für die einzelnen Erfolgsindikatoren weitgehende Parallelen auf. Die Einflussgröße „Unternehmen“ übt auf alle Erfolgsindikatoren einen etwa gleich starken, signifikant positiven Einfluss aus. Bei der Determinante „Forschungseinrichtungen“ ist der positive Zusammenhang zur Gesamtperformance am stärksten und auch bezüglich der Effizienz und Schnelligkeit statistisch signifikant, im Hinblick auf den Neuheitsgrad und die Marktfähigkeit hingegen deutlich schwächer. Die Einflussgröße „Vernetzung“ hängt nur schwach positiv mit den fünf Erfolgsindikatoren zusammen. Der Faktor Personal ist hingegen signifikant positiv mit allen fünf Erfolgsgrößen korreliert, wobei der Zusammenhang zur Effizienz am stärksten ist. Die „Subventionen“ und die „Internationalisierung externer Technologiequellen“ weisen hingegen nur äußerst schwache und teilweise sogar leicht negative Zusammenhänge zu den Erfolgsindikatoren auf. Die „Internationalisierung interner Technologiequellen“ ist schließlich mit den Erfolgsgrößen durchweg signifikant korreliert, wobei der Zusammenhang zum Neuheitsgrad, der Marktfähigkeit und der Gesamtperformance noch stärker ist als zur Effizienz und Schnelligkeit.

Bemerkenswert sind die trotz der zahlreichen berücksichtigten Einflussfaktoren relativ geringen R^2 -Werte für die zugrundegelegten Regressionsmodelle, welche anzeigen, dass durch die verwendeten Einflussgrößen nur ein relativ geringer Teil der Varianz der Erfolgsindikatoren erklärt wird. Dieser Befund unterstreicht das bereits aus der Literaturanalyse hervorgegangene Ergebnis, dass der Technologiegewinnungserfolg von zahlreichen Determinanten abhängt, weshalb auf wenige Faktoren begrenzte oder gar monokausale Erklärungsansätze diesbezüglich wenig aussagekräftig erscheinen.

¹² Im Rahmen der empirischen Erhebung wurde auch die Relevanzeinschätzung der einzelnen Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung untersucht. Vgl. hierzu ausführlich Hemmert (2000: 214-215).

Tabelle 8: Regressionskoeffizienten des Einflusses zusammengefasster Einflussgrößen auf Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung

Erfolgsindikator Einflussgröße	Effizienz n=146	Schnelligkeit n=156	Neuheitsgrad n=152	Marktfähigkeit n=150	Gesamtperformance n=148
Unternehmen	0,187*	0,170*	0,160*	0,156*	0,181*
Forschungseinrichtungen	0,172*	0,171*	0,085	0,075	0,223**
Vernetzung	0,087	0,105	0,094	0,087	0,099
Personal	0,293**	0,180*	0,206**	0,221**	0,249**
Subventionen	0,018	0,074	-0,105	0,015	0,010
Internationalisierung externer Technologiequellen	-0,023	-0,120	-0,040	-0,034	0,041
Internationalisierung interner Technologiequellen	0,194*	0,193*	0,255**	0,249**	0,256**
R ²	0,230	0,185	0,185	0,174	0,259

lineare Regressionen mit Konstanten

*: signifikant auf 5%-Niveau

**: signifikant auf 1%-Niveau

Zusätzliche Regressionsanalysen auf der Basis der branchen- und länderspezifischen Samples zeigten, dass die „Internationalisierung interner Technologiequellen“ sowohl in Bezug auf das Sample der Pharmaindustrie als auch auf das der Halbleiterindustrie einen starken Zusammenhang zu den Erfolgsindikatoren der Technologiegewinnung aufweist. Bei Zugrundelegung der beiden länderspezifischen Samples ist dieser Zusammenhang hingegen weitaus schwächer.

Diese Befunde werden verständlich, wenn zusätzlich die Ergebnisse von länderspezifischen Mittelwertanalysen in die Betrachtung einbezogen werden. In beiden Branchen werden sowohl der Internationalisierungsgrad als auch der Erfolg der Technologiegewinnung von den deutschen F&E-Managern signifikant höher eingeschätzt als von den japanischen Respondenten.

Durch die Einbeziehung zweier Länder in die Befragung tritt somit die Bedeutung der Internationalisierung interner Technologiequellen als Erfolgsfaktor der Technologiegewinnung sehr deutlich hervor. Bei einer Beschränkung der Untersuchung auf eines der beiden Länder wäre die Relevanz dieses Faktors hingegen weitgehend unerkannt geblieben, weil der Internationalisierungsgrad der internen Technologiequellen innerhalb der beiden länderspezifischen Samples weniger stark variiert als im Gesamtsample.

4.4 Synthese

Die Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren für den Technologiegewinnungserfolg großer, F&E-intensiver Unternehmen wurde in den vorherigen Abschnitten unter verschiedenen Aspekten untersucht. Zunächst wurden die Relevanzeinschätzungen der befragten F&E-Manager im Hinblick auf eine Vielzahl von Einflussfaktoren analysiert. Darüber hinaus wurde eine statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen den von den Respondenten abgegebenen Wirkungseinschätzungen (bzw. bei unternehmensbezogenen Faktoren den Strukturmerkmalen) und den Erfolgseinschätzungen der Technologiegewinnung vorgenommen. Diese Untersuchung erfolgte auf zwei Ebenen: erstens durch eine Korrelationsanalyse auf der Ebene einzelner Einflussfaktoren und zweitens durch eine Regressionsanalyse auf der Ebene zusammengefasster Einflussgrößen.

Die auf unterschiedlichen Ebenen und mittels verschiedener Messmethoden generierten Ergebnisse weisen ein hohes Maß an inhaltlicher Übereinstimmung auf. Einen diesbezüglichen Überblick gibt Tabelle 9.

In Bereich der Ressource Arbeit üben die Verfügbarkeit von F&E-Personal, aber auch das Bildungsniveau und insbesondere die fachlichen Kenntnisse einen deutlichen Einfluss auf den Technologiegewinnungserfolg aus. Kostenbezogene Aspekte des Faktors Arbeit sind hingegen von minderer Bedeutung.

Die Verfügbarkeit und Qualität des Faktors Wissen sind ebenfalls von großer Bedeutung für den Erfolg der Technologiegewinnung. Dieser Befund bezieht sich sowohl auf das technologische Niveau und die Enge der Kooperation mit anderen Unternehmen als auch auf die technologische Kompetenz und die Kooperationsmöglichkeiten mit Forschungseinrichtungen. Die räumliche Nähe zu externen Wissensquellen ist hingegen von weitaus geringerer Relevanz.

Tabelle 9: Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung im Überblick

KATEGORIE VON EINFLUSSFAKTOREN	ERFOLGSFAKTOR	INHALTLICHE HAUPTASPEKTE
Ressource Arbeit	Verfügbarkeit und Qualifikation von F&E-Personal	Zugriff auf qualifiziertes F&E-Personal, Bildungsniveau und fachliche Kenntnisse des F&E-Personals
Ressource Wissen	Verfügbarkeit und Qualität von externem Wissen	technologisches Niveau von und Enge der Zusammenarbeit mit Zulieferern und Abnehmern; technologisches Niveau von und Kooperationsmöglichkeiten mit universitären und nicht-universitären Forschungseinrichtungen
politisch-rechtlich-administratives Umfeld	rechtliche Rahmenbedingungen	gesetzlicher Erfinderschutz
unternehmensbezogene Einflussfaktoren	Unterstützung und Internationalisierung unternehmensinternen Technologietransfers	Freiheit des internen Informationsaustausches; Stärke der internen informationstechnischen Vernetzung; Internationalisierung von F&E-Einheiten, Datenbanken, Seminaren und anderen Funktionsbereichen

Innerhalb des politisch-rechtlich-administrativen Umfeldes wurde lediglich dem gesetzlichen Erfinderschutz als Teil der rechtlichen Rahmenbedingungen eine wesentliche Bedeutung für den Technologiegewinnungserfolg zuerkannt. Alle übrigen untersuchten Einflussfaktoren in diesem Bereich, und zwar sowohl fördernder (z.B. Steuererleichterungen und Subventionen) als auch restriktiver Art (z.B. administrative und rechtliche Behinderungen) sind für den Technologiegewinnungserfolg hingegen von relativ geringer Bedeutung.

Im Bereich der unternehmensbezogenen Faktoren wurden schließlich die Förderung des unternehmensinternen Wissenstransfers sowie die Internationalisierung interner Technologiequellen als Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung ermittelt. Darüber hinaus wurde auf Geschäftsfeldebene auch ein positiver Zusammenhang zwischen der Marktnähe der F&E und dem Technologiegewinnungserfolg beobachtet. Aufgrund der

hier geringen Fallzahl kann dieser Befund jedoch nicht als gesichert betrachtet werden. Die Förderung des unternehmensexternen Wissenstransfers sowie die Internationalisierung externer Technologiequellen sind schließlich von weitaus geringerer Erfolgsrelevanz als die zuvor genannten Faktoren.

5 Implikationen für die betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis

Im Kontext der betriebswirtschaftlichen Forschung weisen die Untersuchungsergebnisse darauf hin, dass der Erfolg von Unternehmen, Geschäftsfeldern und Arbeitsbereichen, und zwar nicht nur auf allgemeiner Ebene, sondern auch in spezifischen Kontexten wie der Technologiegewinnung, von einer Vielzahl von Einflussfaktoren determiniert wird, deren jeweilige Bedeutung jedoch sehr unterschiedlich ist. Dies ist zwar keine fundamental neue Erkenntnis. Der teilweise zu beobachtenden Tendenz, den betriebswirtschaftlichen Erfolg auf der jeweiligen Ebene mit einzelnen oder sehr wenigen Bestimmungsgrößen zu erklären, ist jedoch angesichts der Vielzahl der in der hier vorgestellten, relativ umfangreichen Untersuchung als erfolgsrelevant erkannten Einflussgrößen entgegenzuwirken. Ansonsten liefe die Betriebswirtschaftslehre Gefahr, in zunehmendem Maße für die Praxis wenig relevante oder gar irreführende Partialerkenntnisse bereitzustellen.

Trotz der hohen Zahl der berücksichtigten Einflussfaktoren konnte hiermit nur ein relativ geringer Teil der Varianz des Technologieerfolgserfolgs erklärt werden. Im Bereich der Technologiegewinnung sind deshalb weitere ausdifferenzierte Untersuchungen von Erfolgseinflussgrößen, insbesondere auch solchen, die hier nicht berücksichtigt werden konnten, angezeigt, um einen noch umfassenderen Überblick der Erfolgseinflussgrößen zu gewinnen.

Für die betriebswirtschaftliche Praxis können die Ergebnisse genutzt werden, um bei der strategischen Planung von F&E-Standorten auf nationaler und internationaler Ebene, aber auch generell bei der Implementierung des strategischen Technologiemanagements bedeutende von weniger bedeutenden Erfolgsdeterminanten zu unterscheiden. Hierauf basierend kann die Komplexität der Planung reduziert werden, indem eine Konzentration auf die als primär relevant erkannten Erfolgsfaktoren vorgenommen wird. Die oben diskutierten Ergebnisse basieren auf einer Untersuchung von F&E-

intensiven Großunternehmen aus mehreren Ländern und Industriezweigen und erscheinen deshalb auf solche Unternehmen auch allgemein anwendbar. Sie sollten allerdings nicht unreflektiert auf Unternehmen aus weniger F&E-intensiven Branchen sowie kleine und mittlere Unternehmen übertragen werden.

Literatur

- Almeida, P. (1996): Knowledge Sourcing by Foreign Multinationals: Patent Citation Analysis in the U.S. Semiconductor Industry. In: Strategic Management Journal, Vol. 17, Special Issue „Knowledge and the Firm“, S. 155-165.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R., (1996): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 8. Aufl. Berlin u.a.: Springer.
- Beckmann, C., Fischer, J., (1994): Einflußfaktoren auf die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung in der deutschen Chemischen und Pharmazeutischen Industrie. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 46. Jg., S. 630-657.
- Beise, M., Stahl, H. (1998): Public Research and Industrial Innovations in Germany. ZEW Discussion Paper No 98-37. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2000): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1999. Bonn: BMBF.
- Boston Consulting Group (1998): Innovationskraft: Forschende Arzneimittelhersteller am Standort Deutschland. o.O.: The Boston Consulting Group.
- Braczyk, H.-J., Cooke, P., Heidenreich, M. (Hrsg.) (1998): Regional Innovation Systems. The role of governances in a globalized world. London und Bristol: UCL Press.
- Brockhoff, K. (1999): Forschung und Entwicklung. Planung und Kontrolle. 5. Aufl. München und Wien: Oldenbourg.
- Bürgel, H. D., Haller, C., Binder, M. (1996): F&E-Management. München: Vahlen.
- Bund, M. (2000): F&E-Outsourcing. Planung - Kontrolle - Integration. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

- Caluori, M., Schips, B. (1991): Internationalisierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten schweizerischer Unternehmen. Empirische Befunde und volkswirtschaftliche Konsequenzen. Chur und Zürich: Rüegger.
- Cantwell, J., Harding R. (1998): The Internationalisation of German Companies' R&D. In: National Institute Economic Review, No. 163, January, S. 99-115.
- Cockburn, I. M., Henderson, R. M. (1998): Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery. In: Journal of Industrial Economics, Vol. 46, S. 157-182.
- Cockburn, I. M., Henderson, R., Stern, S. (1999): The Diffusion of Science-driven Drug Discovery: Organizational Change in Pharmaceutical Research. NBER Working Paper 7359. Washington, D.C: National Bureau of Economic Research.
- Corsten, H. (2000): Produktionswirtschaft. Einführung in das industrielle Informationsmanagement. 9. Aufl. München und Wien: Oldenbourg.
- Deutsche Bundesbank (1999): Devisenkursstatistik April 1999. Statistisches Beiheft zum Monatsbericht 5. Frankfurt a.M.: Deutsche Bundesbank.
- Dillmann, L. (1997): Die zunehmende Fremdvergabe pharmazeutischer Produktentwicklungsaufgaben an Contract Research Organizations. In: ZfbF, 49. Jg., S. 1047-1065.
- Ebling, G., Gottschalk, S., Janz, N., Niggemann, H. (2000): Zukunftsperspektiven der deutschen Wirtschaft. Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe. Ergebnisse der Erhebung 1999. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Einsfeld, U. (1998): Forschungsk Kooperationen zwischen Universitäten und Unternehmen. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Fielding, N.G, Fielding, J. L. (1986): Linking Data. Beverly Hills u.a.: Sage.
- Florida, R. (1997): The globalization of R&D: Results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA. In: Research Policy, Vol. 26, S. 85-103.
- Gambardella, A. (1995): Science and innovation. The US pharmaceutical industry during the 1980s. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerpott, T. J. (1999): Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Eine konzentrierte Einführung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Gotō, A., Nagata A. (1997): Inobēshon no sen'yū kanōsei to gijutsu kikai. Sābei dēta ni yoru Nichi-bei hikaku kenkyū [Möglichkeiten der Abschöpfung von Inno-

- vationsgewinnen und technologische Chancen. Eine vergleichende japanisch-US-amerikanische Studie auf der Grundlage von Umfrageergebnissen]. Tokyo: Kagaku Gijutsu Seisaku Kenkyūsho (NISTEP Report No. 48).
- Gutenberg, E. (1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Erster Band: Die Produktion. 24. Aufl. Berlin u. a.: Springer.
- Hagedoorn, J. (1995): Strategic technology partnering during the 1980s: trends, networks and corporate patterns in non-core technologies. In: Research Policy, Vol. 24, S. 207-231.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. (1995): Multivariate Data Analysis with Readings. 4. Aufl. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Hauschildt, J. (1997): Innovationsmanagement. 2. Aufl. München: Vahlen.
- Hemmert, M. (2000): Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung von Hochtechnologieunternehmen. Eine Untersuchung von Pharma- und Halbleiterunternehmen in Deutschland und Japan. Habil., Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Universität Essen.
- Hermes, M. (1993): Eigenfertigung oder Fremdbezug neuer Technologie. Diss. Kiel.
- Irwin, D.A., Klenow, P. J. (1994): High Tech R&D Subsidies: Estimating the Effects of Sematech. NBER Working Paper 4974. Cambridge: National Bureau of Economic Research. <http://papers.nber.org/papers/W4974>
- Janz, N., Licht, G. (Hrsg.) (1999): Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft. ZEW Wirtschaftsanalysen. Schriftenreihe des ZEW, Band 41. Baden-Baden: Nomos.
- Kaltwasser, A. (1994): Wissenserwerb für Forschung & Entwicklung. Eine Make-or-Buy-Entscheidung. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Kern, W. (1986): Die Schranken unternehmerischen Handelns als Determinante und Objekte wissenschaftlicher Betriebsführung. In: Gaugler, E., Meissner, H.G., Thom, N. (Hrsg): Zukunftsaspekte der anwendungsorientierten Betriebswirtschaftslehre. Stuttgart: Poeschel, S. 557-568.
- Kern, W. (1992): Industrielle Produktionswirtschaft. 5. Aufl. Stuttgart: Poeschel.
- Kern, W., Schröder, H.-H. (1977): Forschung und Entwicklung in der Unternehmung. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

- Klevorick, A. K., Levin, R. C., Nelson, R. R., Winter S. G. (1995): On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. In: Research Policy, Vol. 24, S. 185-205.
- Kuemmerle, W. (1999): The Drivers of Foreign Direct Investment into Research and Development: An Empirical Investigation. In: Journal of International Business Studies, Vol. 30, No. 1, S. 1-24.
- Lehner, F. (1995): Die Erfolgsfaktoren-Analyse in der betrieblichen Informationsverarbeitung. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 65. Jg., S. 385-409.
- Lundvall, B.-Å. (Hrsg.) (1992): National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London und New York: Pinter.
- McMillan, G. S., Narin, F., Deeds, D. L. (2000): An analysis of the the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. In: Research Policy, Vol. 29, S. 1-8.
- Möhrle, M. (1988): Das FuE-Programm-Portfolio: Ein Instrument für das Management betrieblicher Forschung und Entwicklung. In: technologie & management, 37. Jg., Nr. 4, S. 12-19.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., Silverman, B. S. (1996): Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer. In: Strategic Management Journal, Vol. 17, Winter Special Issue, S. 77-91.
- National Science Board (Hrsg.) (2000): Science and Engineering Indicators 2000. Washington, D.C.: National Science Foundation.
- Nelson, R. R. (Hrsg.) (1993): National Innovation Systems. A Comparative Analysis. New York und Oxford: Oxford University Press.
- Odagiri, H., Yasuda, H. (1997): Overseas R&D Activities of Japanese Firms. In: Goto, A. und H. Odagiri (Hrsg.): Innovation in Japan. Oxford: Oxford University Press, S. 204-228.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (1999a): Globalisation of Industrial R&D: Policy Issues. Paris: OECD.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (1999b): Main Science and Technology Indicators 1999/2. Paris: OECD.

- Pearce, R., Papanastassiou, M. (1996): R&D networks and innovation: decentralised product development in multinational enterprises. In: R&D Management, Vol. 26, S. 315-333.
- Pearce, R. D., Singh, S., (1992): Globalizing Research and Development. New York: St. Martin's Press.
- Reger, G., Beise, M., Belitz, H. (1999): Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen: Internationalisierung technologischer Kompetenzen in der Pharmazie, Halbleiter- und Telekommunikationstechnik. Heidelberg: Physica.
- Rockart, J. F. (1979): Chief executives define their own data needs. In: Harvard Business Review, Vol. 57, March-April, S. 81-93.
- Rotering, C. (1990): Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen Unternehmen. Eine empirische Analyse. Stuttgart: Poeschel.
- Saxenian, A. (1994): Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge und London: Harvard University Press.
- Schefczyk, M. (1994): Kritische Erfolgsfaktoren in schrumpfenden Branchen dargestellt am Beispiel der Gießerei-Industrie. Stuttgart: M und P.
- Schneider, D., Zieringer, C. (1991): Make-or-Buy-Strategien für F&E. Transaktionskostentheoretische Überlegungen. Wiesbaden: Gabler.
- Schröder, H.-H. (1973): Zum Problem einer Produktionsfunktion für Forschung und Entwicklung. Meisenheim am Glan: Hain.
- Semiconductor World (1999): 1999-nenpan nihon handōtai nenkan [Japanisches Halbleiter-Jahrbuch, Ausgabe 1999]. Tokyo: Puresujānaru.
- Servatius, H.-G. (1985): Methodik des strategischen Technologie-Managements. Grundlage für erfolgreiche Innovationen. Berlin: Erich Schmidt.
- Shan, W., Walker, G., Kogut, B. (1994): Interfirm Cooperation and Startup Innovation in the Biotechnology Industry. In: Strategic Management Journal, Vol. 15, S. 387-394.
- Specht, G., Beckmann, C. (1996): F&E-Management. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Sternberg, R. (1998): Innovierende Industrieunternehmen und ihre Einbindung in intraregionale versus interregionale Netzwerke. In: Raumforschung und Raumordnung, 56. Jg., S. 288-298.
- Taggart, J. H. (1991): Determinants of the foreign R&D locational division in the pharmaceutical industry. In: R&D Management, Vol. 21, S. 229-240.

- Teichert, T. A. (1994): Erfolgspotential internationaler F&E-Kooperationen. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- von Boehmer, A. (1995): Internationalisierung industrieller Forschung und Entwicklung. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Waldenberger, F. (1999): Organisation und Evolution arbeitsteiliger Systeme. Erkenntnisse aus der japanischen Wirtschaftsentwicklung. München: Iudicium.
- Wolfrum, B. (1994): Strategisches Technologiemanagement. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Zahn, E. (Hrsg.) (1995): Handbuch Technologiemanagement. Stuttgart: Schaeffer-Poeschel.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. (1997): Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm. In: Research Policy, Vol. 26, S. 429-446.