

Brockhoff, Klaus

**Working Paper — Digitized Version**

Innovationsmanagement als Technologiemanagement: Vortrag vor der Kommission "Technologie- und Innovationsmanagement" im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, Kiel, 2. November 1998

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 492

**Provided in Cooperation with:**

Christian-Albrechts-University of Kiel, Institute of Business Administration

*Suggested Citation:* Brockhoff, Klaus (1998) : Innovationsmanagement als Technologiemanagement: Vortrag vor der Kommission "Technologie- und Innovationsmanagement" im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, Kiel, 2. November 1998, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 492, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/177332>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

*Nr. 492*

**Innovationsmanagement als Technologiemanagement**

**Klaus Brockhoff**

Vortrag vor der Kommission  
„Technologie- und Innovationsmanagement“  
im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft  
Kiel, 2. November 1998

## 1. Zum Begriff des Technologiemanagement

Die Gegenüberstellung der Begriffe von Innovations- und Technologiemanagement erfordert eine Klärung ihrer wechselseitigen Beziehung. Dies ist insofern schwer, als beide Begriffe unterschiedlich definiert werden. Insbesondere der Begriff des Innovationsmanagement wird nicht nur hinsichtlich seines Gegenstandes, der Art der Innovation, sehr verschieden festgelegt. Schon Schumpeter hatte in der Aufzählung der "neuen Kombinationen" nicht nur Produkte oder Produktionsprozesse erwähnt, sondern zum Beispiel auch Entdeckungen neuer Rohstoffquellen und Absatzmärkte oder organisatorische Innovationen<sup>1</sup>. Der Innovationsbegriff ist auch hinsichtlich der für eine Innovation erforderlichen Aktivitäten nicht einheitlich gefaßt. Man spricht insofern von engen oder weiten Verwendungen des Begriffs. In einem sehr eingängigen Vergleich ist dies schon früh von Vedin gezeigt worden<sup>2</sup>. Eng ist dabei die Verwendung des Begriffs zur Beschreibung erstmaliger Markteinführung oder nicht nur versuchsweiser Ingebrauchnahme einer Neuerung. Weit ist die Verwendung des Begriffs, wenn darüber hinaus einerseits die zur Generierung der Neuerung notwendigen Aktivitäten vor allem in Forschung und Entwicklung erfaßt werden oder andererseits Übergänge zur Diffusion der Neuerung berücksichtigt werden. Bei finanzwirtschaftlicher Betrachtung technologischer Neuerungen muß zwangsläufig eine weite Begriffsfassung gewählt werden, um die Aktivitäten überhaupt rechtfertigen zu können. Dies hat zugleich Folgen für die zu beachtenden Zeithorizonte. Darin liegt in der Praxis ein bedeutendes Problem, insbesondere wenn als Reaktion auf zunehmende Umweltturbulenzen die Planungshorizonte gekürzt und damit die zur Überwindung von turbulenten Situationen potentiell beitragenden grundlegenden Aktivitäten grundsätzlich reduziert oder unmöglich werden.

Hier interessiert vor allem, ob die Generierung des für die Innovation erforderlichen neuen Wissens als Teil des Innovationsbegriffs angesehen wird oder nicht. Im ersten Fall

kann von einer weiten Fassung des Begriffs gesprochen werden, im zweiten Fall von einer engeren Fassung. Diese Unterscheidung ist hier deshalb von Interesse, weil das Technologiemanagement auf die effektive und effiziente Bereitstellung neuen Wissens als Grundlage für die Realisierung von Neuerungen und die bestmögliche Verwertung des neuen Wissens gerichtet ist. Dabei kann diese bestmögliche Verwertung in der Abgabe dieses Wissens an Dritte zur Erlangung einer Gegenleistung oder in der internen Verwertung des Wissens bestehen. Je nach der Fassung des Innovationsbegriffs ist das Technologiemanagement Teil des Innovationsmanagement oder eigenständig. Bei einer ausschließlich zweckorientierten Definition kann diese oder jene Anschauung vertreten werden.

Auch der Wissensbegriff zur Kennzeichnung des Technologiemanagement bereitet Schwierigkeiten. Mit dem Blick auf die Tätigkeit privater Forschungs- und Entwicklungseinheiten ist herkömmlich davon ausgegangen worden, daß es sich um technisches oder naturwissenschaftliches Wissen handele. Es zeigt sich heute, daß diese Auffassung viel zu eng ist, selbst wenn man nicht das für den gesamten Innovationsprozeß erforderliche Wissen im Blick hat. Die Enge ergibt sich aus zwei Beobachtungen. Erstens wird deutlich, daß technisch-naturwissenschaftliche Forschung durch sozial- und wirtschaftliche Forschung zumindest begleitet werden muß, um frühzeitig die Akzeptanzbedingungen für die Ergebnisse jener Forschung positiv zu beeinflussen. Insbesondere bei Pharmazeutika oder bei Großtechnologien ist dies klar erkennbar. Der zweite Grund liegt darin, daß die Verlagerung immer größerer Teile der Wertschöpfung entwickelter Volkswirtschaften auf "intelligente" Dienstleistungen die Erstellung von Software, die Erforschung von Planungsmöglichkeiten oder - beispielsweise bei Bankprodukten - die mathematisch-betriebswirtschaftliche Gestaltung der Produkte erfordert. Die erstmalige und sicher unvollständige Erfassung der Forschung und Entwicklung schweizerischer Banken gibt hier ein Beispiel. Aus den hier genannten

beiden Gründen kann Forschung und Entwicklung auch nicht einfach als die Menge von Tätigkeiten aufgefaßt werden, die in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen abläuft.

Diese Erwähnung einer organisatorischen Abgrenzung verweist auf eine zusätzliche Schwierigkeit. Die Erweiterung des Begriffes vom Forschungs- und Entwicklungsmanagement zum Technologiemanagement ist vor allem mit den Fremdbeschaffungs- und den Fremdverwertungsmöglichkeiten des neuen Wissens zu begründen. Dies würde keine größeren Abgrenzungsschwierigkeiten begründen, wenn diese Vorgänge ganz überwiegend über Märkte abgewickelt würden. Dann wären die Grenzen des Unternehmens durch die Angebots- und Nachfragefunktionen zu beschreiben. Dies ist aber aus mehreren Gründen untypisch. Erstens läßt sich plausibel machen, daß Wissensmärkte sehr unvollkommen sind, so daß keine nach dem Modell des vollkommenen Marktes zu ermittelnden Preise als Abgrenzungsinstrument herangezogen werden können. Zweitens zeigt sich bei genauerer Analyse, daß Wissensmärkte in der Form des bilateralen Monopols recht merkwürdige Gleichgewichtsbedingungen aufweisen, die im spieltheoretischen Sinne zum Teil Gefangenendilemmata darstellen. Die Gleichgewichte werden zusätzlich von Verzerrungen beeinflusst, die den Wissensaustausch behindern oder fördern und die beispielsweise als "not invented here"-Syndrom oder "never sell out"-Syndrom existieren können<sup>3</sup>. Drittens werden zunehmend Kooperationen zwischen Unternehmen oder Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen zur Wissenserzeugung eingegangen oder Lizenz- und Patentaustauschverträge abgeschlossen. Man kann diese Vorgehensweisen agenturtheoretisch, transaktionskostentheoretisch oder spieltheoretisch interpretieren. Keiner dieser Ansätze vermag bisher alle wesentlichen Elemente einer Kooperation gemeinsam zu behandeln, was Rüdiger in einem instruktiven Überblick zeigt<sup>4</sup>. Als Beobachtung ist festzuhalten, daß auch an dieser Stelle die Unternehmen "grenzenlos" werden<sup>5</sup>. Die damit verbundenen Managementprobleme sind einer

der Schwerpunkte des Graduiertenkollegs "Betriebswirtschaftslehre für Technologie und Innovation" gewesen<sup>6</sup>.

## 2. Eine Entwicklungsskizze des Technologiemanagement

Die Einrichtung industrieller Forschungs- und Entwicklungslabors vor etwa einhundert Jahren<sup>7</sup> kann mit der Erwartung erklärt werden, dadurch eine Verstetigung des Erkenntnisgewinns zu ermöglichen<sup>8</sup>, indem

- (1) die Richtung der Wissensgewinnung stärker beeinflussbar wurde als im wissenschaftlichen System außerhalb des Unternehmens,
- (2) die Stärke des Wissensstroms durch die Wahl entsprechender Faktoreinsätze beeinflussbar erschien, ohne daß allerdings neues Wissen jeweils unmittelbar in Produkten oder Prozessen genutzt wurde,
- (3) die Grundlagen für die Wahrnehmung und die Integration extern bereitgestellten Wissens verbessert wurden,
- (4) die Verantwortlichkeiten klar wurden, die in einem allein über Steuerzahlungen der Unternehmen rückgekoppelten System öffentlicher Forschung und Entwicklung schwer erkennbar sind.

Es kann kaum bestritten werden, daß diese Erwartungen im Mittel erfüllt wurden. Auch deshalb wurde die organisatorische Innovation des industriellen Forschungs- und Entwicklungslabors in deutschen Chemieunternehmen sowohl in anderen Branchen als auch in anderen Ländern imitiert.

Dem Management dieser Laborbereiche standen allerdings zunächst fast keine betriebswirtschaftlichen Hilfsmittel zur Verfügung. Es griff deshalb auf drei Quellen zur Verbesserung seiner Wirkungsweisen zurück, nämlich auf

- (1) Erfahrungen aus der Leitung akademischer Forschungseinrichtungen, was sich insbesondere auch auf die disziplinenorientierten Strukturentscheidungen in der Organisation lange Zeit eher hinderlich auswirkte,
- (2) das "learning-by-doing" oder "on-the-job-training", für

das die Kreativität der Themenstellung und die Erzielung technischer Erfolge als Beurteilungskriterien dienten, so daß fachlich überdurchschnittlich erfolgreiche Labormitarbeiter aufgrund einer vermuteten positiven Korrelation mit ihren Managementfähigkeiten in der Leitungshierarchie aufstiegen,

(3) Erfahrungsaustausch mit den Trägern gleichartiger Aufgaben, allerdings mit überraschend stark ausgeprägtem "not-invented-here-Syndrom" gegenüber Erkenntnissen des "general management" oder der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre bei Betonung der Besonderheiten ihrer Verantwortungsbereiche im Vergleich mit anderen Funktionsbereichen der Unternehmen. Das scheint sich in der vergleichsweise starken Abgeschlossenheit der Arbeitsgruppen der European Industrial Research Management Association gegenüber Wissenschaftlern aus Hochschulen beispielhaft zu bestätigen.

Diese Form des Management ist nicht unverändert geblieben, sondern ist durch beachtliche Verfeinerungen weiterentwickelt worden. Allerdings haben schon 1934 beobachtbare Versuche mit "profit center"-Organisationen analog von Forschungs-GmbH's bei den Vereinigten Stahlwerken und bei Junkers keine allgemeine Nachahmung gefunden.

Die Veränderung des Prozeßmanagement ist von einigen Autoren durch "Generationen"-Typen dargestellt worden<sup>9</sup>, obwohl noch kein Nachweis zeitgleichen Auftretens von Generationencharakteristika vorliegt. Eine einzelne Fallstudie deutet sogar darauf hin, daß das Technologiemanagement von DuPont de Nemours von den Generationencharakteristika abweicht.

Insgesamt gewinnt man heute den Eindruck, daß die bisher beschrittenen Wege zur Heranbildung von Forschungs- und Entwicklungsmanagern aus mehreren Gründen an ihre Grenzen führen.

### 3. Grenzen des herkömmlichen Technologiemanagement

Diese Grenzen des herkömmlichen Technologiemanagement er-

geben sich daraus, daß heute für dieses Management neue Herausforderungen entstanden sind, denen auf herkömmliche Weise zu begegnen nicht genügend Zeit verbleibt. Die systematische Heranziehung betriebswirtschaftlicher Erkenntnisse kann da eine Hilfe sein. Diese Herausforderungen und einige der betriebswirtschaftlichen Erkenntnisse, wobei Ergebnisse des Kieler Graduiertenkollegs im Vordergrund stehen, werden im folgenden gesehen:

(1) Die Bereitstellung neuen Wissens erfolgt immer weniger als Vorratsproduktion, sondern ist eng mit dem Verwertungsprozeß des Wissens in neuen Produkten und Verfahren verknüpft. Neues Wissen wird als Engpaßfaktor deutlicher erkennbar, der Drang zur Reduktion der Entwicklungsdauer ist unübersehbar und Maßnahmen, ihm zu entsprechen, sind vielfach untersucht worden<sup>10</sup>. Allerdings ist die Wahl der Entwicklungsdauer als Optimierungsproblem kaum einmal in den Vordergrund gerückt worden, obwohl mit einer Verkürzung sowohl Erlös- als auch Kostenwirkungen verbunden sind. Einführungsprobleme der A-Klasse Fahrzeuge von Daimler Benz sind sogar mit der Konzentration der Kräfte auf die Reduzierung der Entwicklungsdauer erklärt worden.

Die Notwendigkeit zu einer weiteren Klärung der Verantwortlichkeiten für Technologie einerseits und Innovation andererseits hat vermutlich dazu beigetragen, daß es zu einer Dezentralisierung von Forschungs- und Entwicklungseinheiten kam. So ist eine die Kommunikation fördernde Optimierung der Distanzen zum wissenschaftlichen Umfeld einerseits und den internen Wissensnutzern andererseits möglich.

(2) Die Tätigkeit von Forschungseinrichtungen in Unternehmen wird im Zuge der vom höheren Wettbewerbsdruck an den Kapitalmärkten angestoßenen "shareholder value"-Diskussion und -Orientierung nicht mehr ohne weiteres akzeptiert und bedarf deshalb besonderer Rechtfertigung<sup>11</sup>, die gerade bei grundlagenorientierter Forschung durch die traditionelle finanzwirtschaftliche Betrachtung nicht gelingt. Dies ist nicht nur ein Problem der Datenbeschaffung. Ebenso problematisch ist es, wenn die theoretische Formulierung der Ent-

scheidungskriterien durch die praktische Ausgestaltung ihrer Anwendung unterlaufen wird. So fordert die Theorie des shareholder value-Ansatzes die Einbeziehung der gesamten entscheidungsrelevanten Zukunft, während in der Praxis Planungshorizonte von drei Jahren nicht ungewöhnlich sind.

(3) Die stärker wirtschaftliche Orientierung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit erfordert in der Projektbewertung, zum Beispiel durch Hinweise auf die Preisbildung für Realloptionen<sup>12</sup>, und in der Budgetierung, zum Beispiel durch die Entwicklung unternehmerischer Simulationsmodelle<sup>13</sup>, neue Wege. Ihre Tragfähigkeit ist durch betriebswirtschaftliche Untersuchungen zu prüfen. Schon die Kommunikationsfähigkeit von Forschungs- und Entwicklungsmanagern mit ihren wirtschaftlich orientierten Kollegen in den Führungsgremien der Unternehmen kann ein wichtiges Element für die Bereitschaft zur Förderung ihrer Aktivitäten sein und erfordert die Beherrschung entsprechender Kriterien<sup>14</sup>.

(4) Die schon erwähnte Konkurrenz des extern erzeugten neuen Wissens und der unter Umständen überlegeneren Möglichkeiten externer Verwertung neuen Wissens unter hohem Wettbewerbsdruck muß explizit in die Dispositionen des Forschungs- und Entwicklungsmanagement einbezogen werden<sup>15</sup>. Das erfordert neben der Überwindung psychologischer Schranken, die Beherrschung wirtschaftlicher Bewertungskalküle und die Ausarbeitung einer technologischen Umweltanalyse<sup>16</sup>. Nach Feststellungen von Simon klafft zwischen dem für erforderlich gehaltenen Wissensstand auf diesem Gebiet und dem tatsächlichen Wissensstand eine besonders weite Lücke<sup>17</sup>. Es gibt aber generelle Hinweise auf die Erfolgswirksamkeit technologischer Frühaufklärung<sup>18</sup>. Allerdings zeigt sich, daß die Deutlichkeit der Hinweise vergrößert werden kann, wenn man nach Branchen und darüber hinaus nach strategischer Ausrichtung der Unternehmen differenziert. So wurden in der Elektronikindustrie 180 Leiter von Geschäftseinheiten gebeten, ihre strategische Ausrichtung

einem der von Miles und Snow beschriebenen Strategietypen (Analysierer, Prospektoren, Verteidiger, Reagierer)<sup>19</sup> zuzuordnen. Wird dann der Aufwand für die technologische Konkurrenzanalyse mit vier unterschiedlichen Erfolgsmaßen korreliert, so zeigen sich nur für die Verteidiger kurzfristig durchgängig positive und signifikante Werte. Es wird deshalb vermutet, daß die Fokussierung von Ressourcen durch das Technologiemanagement gerade bei dieser strategischen Ausrichtung Früchte tragen kann, während bei Prospektoren zum Beispiel generell ein hohes Niveau an technologischer Frühaufklärung lebenswichtig ist, unterschiedliche Intensitäten dieser Aktivität also schnell vom Markt bestraft würden und deshalb nicht beobachtet werden könnten<sup>20</sup>. Es gibt also Hinweise auf eine Interdependenz von Technologiestrategie und Wirksamkeit technologischer Frühaufklärung.

Freilich stellt sich dann die weitere Frage, ob die heute übliche Form der technologischen Wettbewerbsanalyse verbessert werden kann. Hierfür gibt es inhaltliche und organisatorische Ansatzpunkte, die interdependent sind. Es ist zweckmäßig,

(a) die technologische Konkurrenzanalyse zu institutionalisieren statt sie aus gegebenem Anlaß projektweise zu betreiben oder informell und dezentral zu verfolgen. Damit ist es möglich, die vor dem Marktauftritt von Wettbewerberinnovationen liegende Vorwarnzeit zu vergrößern und das Spektrum herangezogener Informationsquellen zu verbreitern<sup>21</sup>.

(b) Die Institutionalisierung sollte - zumindest in raschem Wandel unterliegenden Technologiefeldern - an einer Stelle im Unternehmen erfolgen und über ausreichende Ressourcen verfügen. Damit wird erreicht, daß die gesammelten Informationen an einem Ort zusammenlaufen und professionelle Analysehilfe eingesetzt werden kann<sup>22</sup>. Lange weist auf die Notwendigkeit von Kontinuität zum Aufbau ausreichender Analyseerfahrungen hin<sup>23</sup>.

(c) Bisher ist nicht erkennbar, daß es für die unterneh-

mensinterne Institutionalisierung eine bevorzugte Stelle gibt. Allerdings ist darauf zu achten, daß der Kommunikationsfluß zu den potentiellen Verwendern der Analyseergebnisse ungestört und die Unterstützung durch einen Machtpromotor gewährleistet ist<sup>24</sup>.

(d) Obwohl festgestellt wurde, daß spät anzeigende, leicht greifbare Informationsquellen bevorzugt verwendet werden<sup>25</sup>, ist die Empfehlung zur Suche und zur Auswertung früh anzeigender Informationen nicht ganz ohne Vorbehalt zu geben. Dabei sind die Informationskosten ebenso zu berücksichtigen wie die Möglichkeit, daß der Unterschied zwischen frühen und späten Signalen um so mehr zusammenschrumpft, je größer der Wettbewerb zwischen den Informationsquellen ist und je stärker auch ursprünglich früh anzeigende Quellen durch elektronische Medien erschlossen werden. In diesem Falle werden sie nämlich praktisch jedem Interessierten zu demselben Zeitpunkt zugänglich. Es ist durch Institutionalisierung dafür zu sorgen, daß dieser Zeitpunkt nicht verpaßt wird. Ein Teil der Anstrengungen zur technologischen Konkurrenzanalyse muß sich auf die Konzipierung lernender Software für das Aufspüren wettbewerbsrelevanter technologischer Informationen verlagern. Hierin liegen noch wesentliche ungelöste Aufgaben.

(5) Die Vielfalt der Aufgaben, nicht zuletzt als Folge fortschreitender Internationalisierung der Märkte, ist nicht mehr durch zentrale Entscheidungen an einem Ort zu bewältigen und abzuarbeiten. Sie erfordert eine international gestreute Wahrnehmung von Teilen der gesamten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten; damit sind besondere Koordinationsprobleme verbunden, die aus Sicht mancher Unternehmenszentrale unzureichend gelöst erscheinen<sup>26</sup>.

(6) Die Beherrschung der zwischen "Markt" und "Hierarchie" angesiedelten Koordinationsinstrumente zur Erleichterung des internen und externen Wissenstransfers sowie der Definition der Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ist zwingend<sup>27</sup>. Die aus der Verfolgung von Partialzielen der

Funktionsbereiche entstehenden Konflikte scheinen je nach der Art der beteiligten Bereiche und damit auch der Konfliktgegenstände sehr unterschiedliche Erfolgswirkungen zu haben<sup>28</sup>. Damit wird das Schnittstellenmanagement deutlich schwerer als bei einheitlicher Ausprägung der Zusammenhänge.

(7) Neue Informations- und Kommunikationstechniken haben die Wissensdiffusion deutlich schneller und breiter werden lassen, ohne daß parallel die Fähigkeiten und die Bereitschaft zur Adoption des Wissens dem Diffusionsvorgang auf eine natürliche Weise angepaßt würden<sup>29</sup>.

(8) Hohe Anforderungen werden an das Personalmanagement gestellt. Das gilt z. B. bei der Auswahl von Projektmanagern, wo die Replikation von "Heroen-Katalogen" vermieden werden muß<sup>30</sup>, oder bei der Gestaltung von Anreizsystemen zur Förderung der marktorientierten Entwicklung<sup>31</sup>. Die Erhaltung der Kreativität von "Spitzenerfindern" in belastenden Situationen, wie sie durch Akquisitionen und Zusammenschlüsse entstehen, ist eine schwierige Aufgabe<sup>32</sup>. Sie ist oft neben dem Kampf um die Forschungs- und Entwicklungsbudgets zu führen, die gerade in dieser Situation stark gefährdet sind<sup>33</sup>.

(9) Neues Wissen soll durch Technologiemanager bereitgestellt werden. Eine wesentliche Schwierigkeit für die Steuerung des dazu beschrittenen Weges ist im Unterschied zum Management anderer Funktionsbereiche, daß keine metrischen Maße für Wissen existieren. Die Arbeit mit Ersatzgrößen erfordert laufende Untersuchungen darüber, ob diese Ersatzgrößen noch positiv mit wirtschaftlichen Outputmaßen korreliert sind. Die Korrelation kann durch vielfältige Einflüsse aus allen Funktionsbereichen, auch durch technischen Fortschritt im Entwicklungsprozeß, gestört sein. Eine besondere Eigenschaft des "Wissens" wird darin gesehen, daß die Kombination von Wissenselementen synergetische Effekte auslösen kann, die sie zu völlig neuem Wissen führen. Zusammen mit den Eigenschaften der Outputs folgt daraus, daß die einfache Übertragung effizienzsteigernder Hand-

lungsempfehlungen aus anderen Funktionsbereichen des Unternehmens, wie etwa zur Gestaltung "schlanker" Prozesse oder zur Konzentration auf "Kernkompetenzen", die Gefahr heraufbeschwört, durch Beschneidung von Kombinationsmöglichkeiten des Wissens dessen kreative Komponente unzureichend zu nutzen. Das müßte langfristig zu Wettbewerbsnachteilen oder Wachstumseinbußen führen, also Opportunitätskosten verursachen<sup>34</sup>. Diese Funktion von Wissen ökonomisch zu begründen, ist eine schwierige Aufgabe.

Die Bereitschaft zur Wahrnehmung der neuen Aufgaben wird äußerlich daran sichtbar, daß sich Forschungs- und Entwicklungsmanager zu Technologiemanagern ("chief technological officer") des Unternehmens wandeln. Freilich steht dieser Entwicklung entgegen, daß in der letzten Zeit einige Unternehmen die früheren Vorstandsposition des Forschungs- und Entwicklungschefs auf eine unter der Ebene des Vorstands angesiedelte Stelle reduziert haben. Ob diese Entwicklung wegen der geringeren Durchsetzungsmöglichkeiten von Forschungs- und Entwicklungsinteressen und der schwächeren Einbindung in die Gestaltung der Unternehmensstrategien langfristig vorteilhaft ist, muß dahingestellt bleiben. Sie entspricht einer Tradition in amerikanischen Unternehmen, und sie widerspricht eine Tradition in japanischen Unternehmen.

#### 4. Kernproblem des Technologiemanagement: Lohnt sich Forschung und Entwicklung?

Lassen wir den Entstehungsort neuen technologischen Wissens unberücksichtigt und unterstellen, daß die verantwortlichen Manager eine rationale Wahl über diesen Ort getroffen haben. Dann bleibt die Frage, ob sich Investitionen in Forschung und Entwicklung zumindest ebenso lohnen, wie vom Aufwand her vergleichbare Investitionen in das für Produktion und Marketing des derzeitigen Produktprogramms bereitgestellte Kapital. Die Beantwortung der hier gestellten Frage ist aus zwei Gründen besonders schwierig: Erstens

entsteht eine zeitliche Verzögerung zwischen den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und ihrer Nutzung zur Generierung von Erlösen. Diese Verzögerung ist in der Regel deutlich länger als in anderen Funktionsbereichen der Unternehmen. Zweitens ist der Zusammenhang zwischen Inputs und Outputs durch erhebliche Unsicherheiten gestört, die ebenfalls deutlicher ausgeprägt sind als in anderen Unternehmensbereichen. Schließlich führt der in den letzten Jahren zu beobachtende Wechsel in den Produktionsbedingungen neuen Wissens, zum Beispiel durch Datenanalyse und -verarbeitung, zu bisher unbekanntem Zusammenhängen.

Zur Ermittlung der Grenzproduktivität der Forschung und Entwicklung einzelner Unternehmen können Zeitreihen- und Querschnittsanalysen herangezogen werden. Damit sind allerdings sowohl praktische Probleme der Datenermittlung als auch theoretische Probleme der Methodenwahl verbunden. Gerade in jüngster Zeit ist auf der Branchenebene wieder gezeigt worden, daß auch in deutschen Unternehmen die Grenzproduktivität der Forschung und Entwicklung deutlich über der der alternativen Verwendung der Grenzbeträge liegt<sup>35</sup>. Allerdings muß die für alle Industrieunternehmen oder einzelne Branchen beantwortbare Frage auch für das einzelne Unternehmen eine Antwort finden. Eine positive Antwort wird als Grundlage strategischen Technologiemanagements angesehen, weil anderenfalls eine Grundsatzentscheidung gegen eigene Forschung und Entwicklung notwendig ist. Die Antwort auf die Frage ist auf zwei Wegen gesucht worden:

(1) Es wurde untersucht, ob zwischen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und Forschungs- und Entwicklungsergebnissen eine positive Korrelation nachzuweisen ist und weiter, ob diese Ergebnisse selbst wiederum mit wirtschaftlichen Erfolgsindikatoren in positiver Beziehung stehen. Die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen können mit hinreichender Genauigkeit ermittelt werden. Als Forschungs- und Entwicklungsergebnisse kommen einerseits branchenspezifische Indikatoren in Frage, wie "lines of code" für

Software oder AI-Seiten für Konstruktionen, andererseits aber auch Patentanmeldungen oder Patente. Trotz einer Vielzahl von Argumenten gegen die Verwendung von Patenten als einem Ergebnismaß für Forschung und Entwicklung zeigt sich bei branchenbezogener Betrachtung, daß die beiden hier unterstellten Beziehungen mit großer Klarheit nachweisbar sind. In Tabelle 1 werden beispielhaft empirische Studien zusammengefaßt, in denen signifikant positive Zusammenhänge zwischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und Patentaktivitäten nachgewiesen werden. Es ist dabei interessant zu beobachten, daß bei der Erklärung von Patenterteilungen die Berücksichtigung einer Zeitverzögerung die Ergebnisse verbessert. Außerdem wird die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von industriespezifischen Ansätzen deutlich erkennbar. Unter Beachtung dieser Differenzierungen kann die Vermutung eines Zusammenhangs zwischen Forschung und Entwicklung und nachfolgenden Patenterteilungen nicht von der Hand gewiesen werden.

In Tabelle 2 werden Studien aufgeführt, die einen Zusammenhang zwischen Patentaktivitäten und wirtschaftlichen Ergebnissen überprüfen. Auch hier zeigt sich, daß Branchenunterschiede berücksichtigt werden müssen und zeitliche Verzögerungswirkungen vor allem jetzt zwischen Patentanmeldungen und Ergebnis, weniger zwischen Patenterteilung und Ergebnis, beachtlich sind. Ohne explizite Berücksichtigung dieser Größen kommen keine signifikanten Zusammenhänge zustande oder der Anteil der erklärten Varianz ist sehr gering. Generell lassen sich Umsätze besser erklären als Gewinne und diese wiederum besser als Umsatzwachstum. Das kann durch die jeweils alternativ zu berücksichtigenden Einflußgrößen plausibel erklärt werden.

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß selbst ohne Berücksichtigung spezifischer Markt- oder Produktionsbedingungen eine Wirkungskette von Forschung und Entwicklung über Patentaktivitäten zu wirtschaftlichen Erfolgsindikatoren nachweisbar ist. Allerdings ist es schwierig, auf der Grundlage dieser Ergebnisse ein Urteil über den Beitrag der

Tabelle 1: Zusammenhänge zwischen Forschungs- und Entwicklungs(FuE)- und Patentaktivitäten

Abhängige Variable	Unabhängige Variablen	Zeitliche Verzögerung	Erklärte Varianz (%)	Autor/ Jahr
Patenterteilungen	FuE-Aufwand	28 Mon.	50	Scherer, 1983
Patenterteilungen	FuE-Aufwand, Branchendummies	28 Mon.	86	Scherer, 1983
Unternehmensgrößenbereinigte Patenterteilungen	Unternehmensgrößenbereinigter FuE-Aufwand, Branchendummies	Q.	65	Bound et al., 1984
Patenterteilungen	FuE-Aufwendungen, Unternehmensdummies	0 (auf Anmeldezeitpunkt rückdatiert)	69	Pakes, Griliches, 1984
Patenterteilungen hochqualitativer Patente	Forschungsaufwendungen	Q.	25	Ernst, 1998

Q.=Querschnittsanalyse, ohne zeitliche Verzögerung.

Quellen: Bound, J., et al., Who does R&D and who patents? in: Griliches, Z., Hrsg., R&D, patents, and productivity, Chicago (Univ. of Chicago Press) 1984, S. 21-54; Pakes, A., Griliches, Z., Patents and R&D at the firm level: a first look, ebenda, S. 253-259; Scherer, F.M., The propensity to patent, International Journal of Industrial Organization, Vol. 1, 1983, S. 107-128; Ernst, H., Industrial Research as a Source of Important Patents, Research Policy, Vol. 27, 1998, S. 1-15.

Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen Patentaktivitäten und wirtschaftlichen Unternehmensergebnissen

Abhängige Variable	Unabhängige Variablen	Zeitliche Verzögerung	Erklärte Varianz (%)	Autor/ Jahr
Umsatz von Produktinnovationen in den ersten zwei Jahren nach Markteinführung	1. Patenterteilungen	0 Mon.	26%	Comanor, Scherer, 1969
	2. Patentanmeldungen	36 Mon.	24%	Comanor, Scherer, 1969
Gewinn	Patenterteilungen, Unternehmensdummies	unterschiedlich je Branche, 0 bis 36 Mon. (Panel) Q.	25% - 77%(I)	Branch, 1974
Umsatzwachstum	ebenso	ebenso	4% - 6%(I)	Branch, 1974
Finanzieller Erfolg	Patenterteilungen, Patentzitate Patentzitate pro erteiltem Patent	Q.	40%	Narin et al., 1987
Umsatz, Gewinn, Wachstum	Patenterteilungen	Q.	n.s.	Chakrabarti, Halperin, 1990
Umsatzwachstum	Patenterteilungen	Q.	12% (M)	Chakrabarti, 1990
Produktankündigungen	Patenterteilungen	Q.	14% (E)	Chakrabarti, 1990
Umsatz	Patentanmeldungen, Anteil europäischer Patente, Branchendummies	24 bis 36 Mon. (Panel)	40%	Ernst, 1996

Q.=Querschnittsanalyse, ohne zeitliche Verzögerung. M=nur Unternehmen des Maschinenbaus; E=nur Unternehmen der Elektrotechnik; I=Ergebnisse für unterschiedliche Industriezweige.

Quellen: Comanor, W.S., Scherer, F.M., Patent statistics as a measure of technical change, Journal of Political Economy, Vol. 77, 1969, S. 392-398; Branch, B., Research and

development activity and profitability: a distributed lag analysis, *Journal of Political Economy*, Vol. 82, 1974, S. 999-1011; Narin, F., Noma, E., Perry, R., Patents as indicators of corporate technological strength, *Research Policy*, Vol. 16, 1987, S. 143-155; Chakrabarti, A.K., Scientific output of small and medium size firms in high tech industries, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 37, 1990, S. 48-52; Chakrabarti, A.K., Halperin, M.R., Technical performance and firm size: analysis of patents and publications of U.S. firms, *Small Business Economics*, Vol. 2, 1990, S. 183-190; Ernst, H., Patentinformationen für die strategische Planung von Forschung und Entwicklung, Wiesbaden (DUV) 1996.

Forschung und Entwicklung zu den Erfolgen im Vergleich zu anderen Faktoreinsätzen vorzunehmen.

(2) Ein solcher Vergleich wird ermöglicht, wenn man eine direkte Beziehung zwischen Forschung und Entwicklung und Erfolgsindikatoren unter Berücksichtigung der zeitlichen Wirkungsverzögerungen zu messen versucht. Hierzu sind wiederum wenigstens zwei Ansätze zu verfolgen.

(a) Einmal können Indizes gebildet werden, deren genauer Aufbau die Annahme einer bestimmten Input-Output-Funktion und einer Verhaltensannahme ebenso erfordert, wie die Unterstellung nahezu vollkommener Konkurrenz auf den Faktormärkten<sup>36</sup>.

(b) Zum anderen kann eine Input-Output-Beziehung explizit angenommen werden, in der der Einsatz von Wissen durch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit verschiedenen Zeitverzögerungen operationalisierbar ist. Es hat sich gezeigt, daß Input-Output-Beziehungen vom Cobb-Douglas-Typ schon zu ausreichend guten Ergebnissen führen. Sie haben den Vorteil, daß die Potenzexponenten als Elastizitäten interpretiert werden können. Nachteilig ist, daß die Absolutbeträge der Faktoreinsätze in Zeitreihen hohe Multikollinearität aufweisen, so daß entweder Differenzgleichungen geschätzt werden sollten oder Querschnittsanalysen anzusetzen sind. Letztere aber können an der Beschaffbarkeit der notwendigen Daten scheitern.

Für Zeitreihenanalysen einzelner Unternehmen ist gezeigt worden, daß

(α) die Grenzproduktivität von Forschung und Entwicklung

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse zur Grenzproduktivität von Forschung und Entwicklung aufgrund von Zeitreihenschätzungen in deutschen Unternehmen

Unabhängige Variable	Grenzprodukt. F&E relativ zu ...	Höhe des Verhältnisses	Zeitl. Verzögerung	Autor, Jahr
Umsatz	Kapital	2,68 bis 4,37 (je nach Verfahren der Schätzung)	0 bis 5 Jahre	Brockhoff, 1970
Umsatz	Kapital	2,00 bis 2,10 (je nach Messung des Kapitaleinsatzes)	0 bis 5 Jahre	Brockhoff, 1972
Wertschöpfung	Kapital	2,21 bis 2,40	0 bis 9 Jahre	Bardy, 1974
Wertschöpfung	Kapital	1,55	0 bis 9 Jahre	
Wertschöpfung	Kapital	4,39 bis 4,85	0 bis 9 Jahre	
Wertschöpfung	Kapital	7,03 bis 12,78	4 bis 8 Jahre	
Umsatz	Kapital	6,91	1 bis 4 Jahre	Brockhoff, 1986
Umsatz	Kapital	4,16 bis 17,08 (je nach Annahmen über die Wirkung von F&E)	2 bis 10 Jahre	Bender, 1997

Quellen: Brockhoff, K., Zur Quantifizierung der Produktivität industrieller Forschung durch die Schätzung einer einzelwirtschaftlichen Produktionsfunktion - Erste Ergebnisse, Zeitschrift für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 184, 1970, S. 248-276; Brockhoff, K., Ein Ansatz zur Abschätzung des Forschungserfolges, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Bd. 24 N.F., 1972, S. 709-723; Bardy, R., Die Produktivität von Forschung und Entwicklung, Meisenheim/Glan:Hain 1974; Brockhoff, K., Die Produktivität von Forschung und Entwicklung eines Industrieunternehmens, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 56. Jg., 1986, S. 525-537; Bender, A., Budgetierung von Forschung und Entwicklung. Das Simulationsmodell RADBUDGE, Wiesbaden 1998.

positiv ist, also eine zusätzliche Faktoreinheit zu zusätzlichem Output führt,

( $\beta$ ) die Grenzproduktivität deutlich höher ist als die anderer Faktoreinsätze,

( $\gamma$ ) die Grenzproduktivität der Grundlagenforschung die der Entwicklung übersteigt, wobei für diese allerdings auch kürzere Zeitverzögerungen bis zu ihrer Wirkung auftreten als für jene<sup>37</sup>. Ausgewählte Belege für die beiden ersten Feststellungen finden sich für Schätzungen aufgrund von Zeitreihendaten einiger deutscher Unternehmen in Tabelle 3. Bis auf eine Arbeit<sup>38</sup> stammen alle diese Untersuchungen aus Unternehmen der Chemie- und Pharmaindustrie. Das schränkt die Gültigkeit der Aussagen ein. Neben vielen anderen Meßproblemen ist die operationale Erfassung und Gestaltung der zeitlich verzögerten Wirkung von Forschung und Entwicklung auf eine unabhängige Variable ein schwieriges Problem. Es kann nur aufgrund langer innerbetrieblicher Zeitreihen gelöst werden, deren Verfügbarkeit aber begrenzt ist. Selbst dann können mit unterschiedlichen Annahmen über die Wirkung von Forschung und Entwicklung im statistischen Sinne gleich gute Ergebnisse erzielt werden.

Um die Datenbeschaffung zu erleichtern, ist in anderen Untersuchungen auch der Weg über Querschnittsanalysen innerhalb einer Branche gewählt worden<sup>39</sup>. Das erlaubt die Untersuchung der Effizienzabstände eines Unternehmens zu denjenigen, die mit ihren Inputs die maximalen Outputs erzielen.

Insbesondere die Beobachtung hoher Forschungs- und Entwicklungsgrenzproduktivitäten ist von außerordentlicher Bedeutung. Sie signalisiert nämlich, daß Unternehmen, für die dieses Ergebnis zutrifft, ihre Forschungs- und Entwicklungsinputs relativ zu denen anderer Faktoren erhöhen können, wenn sie ein Gewinnmaximierungsziel verfolgen. Eine solche Interpretation erfolgt unter der Einschränkung, daß die in der Vergangenheit beobachteten Beziehungen sich auch in die Zukunft hinein fortsetzen lassen. Das heißt hier insbesondere, daß keine radikalen Umorientierungen der Forschung und Entwicklung erfolgen, die schon aufgrund der von ihr selbst ermittelten Ergebnisse erforderlich sein können. Freilich sind so radikale

Technologiewechsel nur in größeren Zeitabständen zu erwarten und durch Frühindikatoren zu erfassen.

## 5. Schluß

Die Aufgaben der Technologiemanager sind umfangreicher und komplexer geworden als sie sich für Forschungs- und Entwicklungsmanager stellten. Die Betriebswirtschaftslehre hat bereits in kurzer Zeit eine beachtliche Menge von Ergebnissen bereitgestellt, die für die Aufgabenerfüllung nützlich sind. Ein wesentliches Problem liegt immer noch darin, diese Beiträge über die Fachgrenzen hinaus bekannt zu machen, da die überwiegende Zahl der Technologiemanager keine betriebswirtschaftliche Ausbildung erfahren oder diese außerhalb des deutschen Sprachraums erhalten hat oder kein Schwergewicht der Ausbildung auf das Technologiemanagement gelegt wurde.

Für die Mittelbereitstellung für Forschung und Entwicklung ist vor allem der Nachweis von Bedeutung, daß Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten relativ hohe Grenzproduktivitäten aufweisen. Deshalb ist es gerechtfertigt, die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in denjenigen Unternehmen weiter zu steigern, wo dieser Nachweis geführt werden kann. Der Nachweis liefert auch eine Grundlage für eine rationale, durch Simulation unterstützbare Budgetierung.

Freilich ist der Erkenntnisstand noch weit von dem entfernt, was in der Praxis gefordert wird oder was in anderen Funktionsbereichen, die teilweise seit Jahrhunderten der Forschung zugänglich sind, bereits erreicht worden ist. Die betriebswirtschaftliche Forschung hat mit dem Technologiemanagement ein lohnendes Arbeitsgebiet vor sich, das zudem den besonderen Reiz hat, fast notwendigerweise auf das interdisziplinäre Gespräch angewiesen zu sein. Darin sollte neben der natürlichen Erschwernis auch eine Chance gesehen werden.

Wenn man weiteres Lernen auf dem Gebiet des Technologiemanagement systematisch betreiben, also auch in diesem Bereich "das neue strategische Management"<sup>40</sup> praktizieren will, welches vor allem durch systematisches Lernen gekennzeichnet wird, erfordert dies

große Anstrengungen bei der Aus- oder Weiterbildung von Technologiemanagern und strategischen Planern.

#### Literatur

1. Schumpeter, J.A., Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Leipzig 1912.
2. Vedin, B.A., Radical Product Innovation, Lund 1980.
3. Vgl. Boyens, K., Externe Verwertung von technologischem Wissen, Wiesbaden 1998.
4. Rüdiger, M., Theoretische Grundmodelle zur Erklärung von FuE-Kooperationen, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 68. Jg., 1998, S. 25-48.
5. Vgl. den Titel von: Picot, A., Reichwald, R., Wigand, R.T., Die grenzenlose Unternehmung, Wiesbaden 1996.
6. Vgl. Roterling, C., Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen Unternehmen, Stuttgart 1990; Pulczynski, J., Interorganisationales Innovationsmanagement: Eine problemorientierte Analyse des Forschungsprojektes Growian, Kiel 1991; Dobberstein, J.N., Technologiekoperationen zwischen kleinen und großen Unternehmen, Kiel 1992; Kirchmann, E., Innovationskooperation zwischen Herstellern und Anwendern, Wiesbaden 1994; Teichert, T., Erfolgspotential internationaler F&E-Kooperationen, Wiesbaden 1994; Hermes, M., Entscheidungshilfen für den Fremdbezug von technologischem Wissen, Kiel 1995; Hansen, T.B., International R&D in Norway - An Empirical Study of Oil- and Gasexploring and -producing Companies, Kiel 1997.
7. Es wird berichtet, daß 1873 solche Labors bei Hoechst und der BASF sowie bei Krupp entstanden.
8. Vgl. Wehler, H.U., Deutsche Gesellschaftsgeschichte, 3.Bd., München:Beck 1995, S. 615.
9. Saad, K.N., Roussel, P.A., Tiby, C., Management der F&E-Strategie, Wiesbaden:Gabler 1991, stellen drei Generationen dar. Vgl. auch: Cooper, R.G., Third Generation New Product Processes, Journal of Product Innovation Management, Vol. 11, 1994, S. 3-14; Miller, W.L., A Broader Mission for R&D, Research.Technology Management, Nov./Dec. 1995, S. 24-36; Amidos Rogers, D.M., The Challenge of Fifth Generation R&D, Research.Technology Management, July/Aug. 1996, S. 33-41.

10. Vgl. u.a. Murmann, P., Zeitmanagement für Entwicklungsbereiche im Maschinenbau, Wiesbaden:DUV 1994.
11. Vgl. Eggers, O., Funktionen und Management der Forschung im Unternehmen, Wiesbaden 1997; Bardenhewer, J., Integration industrieller Grundlagenforschung in das wissenschaftliche Umfeld, Kiel 1998; Brockhoff, K., Industrial Research for Future Competitiveness, New York, Heidelberg et al. 1997.
12. Reinhardt, H.C., Kapitalmarktorientierte Bewertung industrieller F&E-Projekte, Wiesbaden 1997.
13. Bender, A., Budgetierung von Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1998.
14. Brockhoff, K., Chakrabarti, A.K., Take a Proactive Approach to Negotiating your R&D Budget, Research. Technology Management, Vol. 40, Sept./Oct. 1997, S. 37-42.
15. Vgl. zur Verwertung beispielsweise: Gedenk, G., Einflußfaktoren auf den Imitationswettbewerb im Arzneimittelmarkt der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt 1987; Mordhorst, C., Ziele und Erfolg unternehmerischer Lizenzstrategien, Wiesbaden.
16. Lange, V., Technologische Konkurrenzanalyse, Wiesbaden 1993; Brockhoff, K., Competitor Technology Intelligence, Industrial Marketing Management, Vol 20, 1991, S. 91-98; Brockhoff, K., Instruments for Patent Data Analyses in Business Firms, Technovation, Vol. 12, 1992, S. 41-58.
17. Simon, H., Management strategischer Wettbewerbsvorteile, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 58. Jg., 1988, S. 461-480.
18. Zusammenfassend in: Lange, V., Technologische Konkurrenzanalyse, Wiesbaden 1994, S. 5.
19. Miles, R.E., Snow, C.C., Organizational Strategy, Structure and Process, op.cit.
20. Dvir, D., Segev, E., Shenhar, A., Technology's varying impact on the success of strategic business units within the Miles and Snow Typology, Strategic Management Journal, Vol. 14, 1993, S. 155-162.
21. Lange, V., op. cit., S. 247.
22. Brockhoff, K., Competitor Technology Intelligence in German Companies, Industrial Marketing Management, Vol. 20, 1991, 2/S. 91-98.
23. Lange, V., op. cit., S. 252, 254.

24. Lange, V., op. cit., S. 233, 252.
25. Brockhoff, K., op. cit.
26. Vgl. Schmaul, B., Organisation und Erfolg internationaler Forschungs- und Entwicklungseinheiten, Wiesbaden 1995; von Boehmer, A., Internationalisierung industrieller Forschung und Entwicklung: Typen, Bestimmungsgründe und Erfolgsbeurteilung, Wiesbaden 1995; Brockhoff, K., Internationalization of Research and Development, New York, Heidelberg et al. 1998.
27. Brockhoff, K., Management organisatorischer Schnittstellen - unter besonderer Berücksichtigung der Koordination von Marketingbereichen mit Forschung und Entwicklung, Göttingen 1994; Brockhoff, K., Hauschildt, J., Schnittstellen-Management - Koordination ohne Hierarchie, Zeitschrift Führung und Organisation, 62. Jg., 1993, S. 396-403.
28. Gerhard, B., Amelingmeyer, J., Specht, G., Managing Conflicts Between Functional Units in Innovation Projects, 5th International Product Development Conference, Como, Italien, 1998, S. 435-449, hier S. 442ff.
29. Vgl. von Boehmer, A., Information systems for global technology management, in: Deans, P.C., Karwan, K.R., Hrsg., Global information systems and technology - focus on the organization and its functional areas, Harrisburg, PA: Ideas Group 1994, S. 345-360; Chakrabarti, A.K., Information Technology for R&D in Global Business, in: Deans, P.C., Karwan, K.R., Edts., Global information systems and technology - focus on the organization and its functional areas, Harrisburg, PA: Ideas Group 1994, S. 361-374.
30. Keim, G., Projektleiter in der industriellen Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1997.
31. Leptien, C., Anreizsysteme in Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1996.
32. Vitt, J., Schlüsselerfinder in der industriellen Forschung und Entwicklung. Strategisches Akquisitionsmanagement in Unternehmen, Wiesbaden 1998.
33. Pieper, U., Unternehmensakquisitionen und Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1998.
34. Brockhoff, K., Dynamik technologischer Kompetenzen, in: Albach, H., Hrsg., Theorien der Betriebswirtschaftslehre, Heidelberg, ersch. demn.
35. Harhoff, D., R&D and Productivity in German Manufacturing Firms, Jopurnal of Economics of Innovation and New Technologies, Vol. 6, 1998, S. 29-49.

36. Fischer, K.H., Die Messung von totaler Faktorproduktivität, Effizienz und technischem Fortschritt, Diss. Bonn 1984.

37. Zu dieser Aussage vergleiche besonders: Mansfield, E., Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing, American Economic Review, Vol. 70, 1980, S. 863-873; Link, A.N., Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence, American Economic Review, Vol. 71, 1981, S. 1111-1112.

38. In Tabelle 3 mit Brockhoff, 1986 zitiert.

39. Ravenscraft, D., Scherer, F.M., Is R&D Profitable? PIMSLETTER on Business Strategy, No. 29, Cambridge/Mass: PIMS 1982; Cuneo, Ph., Mairesse, J., Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing, in: Griliches, Z., Hrsg., R&D, Patents, and Productivity, Chicago: Chicago Univ. Press 1984, S. 375-392; Clark, K.B., Griliches, Z., Productivity Growth and R&D at the Business Level: Results from the PIMS Data Base, ebenda, S. 393-416; Griliches, Z., Mairesse, J., Productivity and R&D at the Firm Level, ebenda, S. 339-374.

40. So der Titel des Sammelbandes von: Hinterhuber, H.H., Al-Ani, A., Handlbauer, G., Wiesbaden: Gabler 1996.