ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Stephan, Michael

Working Paper

Outsourcing und technologischer Kompetenzabbau? Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen

Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 07-01

Provided in Cooperation with:
Department of Technology and Innovation Management (TIM), Philipps-University Marburg

Suggested Citation: Stephan, Michael (2007) : Outsourcing und technologischer Kompetenzabbau? Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen, Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 07-01, Philipps-University Marburg, Department of Technology and Innovation Management, Marburg

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/77068

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.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Philipps-University Marburg
Department of Technology and Innovation Management

Discussion Papers on Strategy and Innovation

Discussion Papers on Strategy and Innovation 07-01

Michael Stephan

Outsourcing und technologischer Kompetenzabbau?

Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen

Discussion Papers on Strategy and Innovation

Michael Stephan[1]

Outsourcing und technologischer Kompetenzabbau?

Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen

Discussion-Paper 07-01
Marburg, March 2007
ISSN 1864-2039

[1] Michael Stephan, Contact: Department of Technology and Innovation Management (BWL 01), Philipps-University Marburg, Am Plan 2, D-35037 Marburg, E-mail: stephanm@staff.uni-marburg.de

Abstract

Ein großer Anteil der multinational tätigen Großunternehmen ist in technologieintensiven, dynamischen Branchen tätig und verfügt über ein breites Spektrum an technologischen Ressourcen. In den vergangenen Dekaden hat ein Großteil dieser Unternehmen zunehmend Wertschöpfungsleistungen an externen Zulieferer abgegeben. Unter Schlagworten wie ‚Outsourcing', ‚Refokussierung auf Kernkompetenzen' oder ‚Dekonstruktion der Wertschöpfungskette' haben sich zahlreiche theoretische Abhandlungen und empirische Untersuchungen im Bereich des strategischen Managements sowie in der Industrieökonomik mit diesem Phänomen beschäftigt. Aus theoretischer Perspektive finden sich u. a. in der ressourcenbasierten Theorie der Unternehmung und in der Transaktionskostentheorie zahlreiche Erklärungsansätze für die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer. Aus empirischer Sicht konnte der Trend zu einer verringerten Wertschöpfungstiefe branchenübergreifend festgestellt werden. Insbesondere in Industrien mit komplexen, systemisch geprägten Produkten, wie bspw. der Automobilindustrie, der Netzwerkausrüsterbranche (Telekommunikation), der Computerindustrie oder im Maschinen- und Anlagenbau, ist dieser Trend zum ‚Outsourcing' zu beobachten.

Das vorliegende Diskussionspapier umfasst eine empirische Untersuchung der Auswirkungen Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen. Die Untersuchung umfasst eine Stichprobe von insgesamt 50 multinationalen Unternehmen aus der Grundgesamtheit der Top-200 F&E betreibenden Unternehmen. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich auf insgesamt 20 Jahre im Zeitraum 1983-2002. Das Ergebnis zeigt, dass sich während der letzten 20 Jahre die Breite des Technologieportfolios verstärkt von der Entwicklung der Wertschöpfungstiefe entkoppelt hat. Obwohl im Stichprobendurchschnitt die Werte für beide Kenngrößen zurückgegangen sind, war der Rückgang bei der Wertschöpfungstiefe mit 15 Prozent deutlich stärker als der Rückgang des Technologiespektrums (-3,03 Prozent). Diese Entkopplung kann in der multiplen Regressionsanalyse bestätigt werden: Der Grad der vertikalen Spezialisierung hat keinen signifikanten Einfluss auf die zu erklärende Variable. Damit lässt sich die im Beitrag aufgeworfene Fragestellung beantworten: Die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer geht nicht mit dem Abbau der technologischen Kompetenzbasis einher.

Keywords:
Outsourcing, Technologieportfolio, Internationalisierung, Produktdiversifikation

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
2. Zusammenhang zwischen vertikaler Spezialisierung und der Breite der technologischen Kompetenzbasis 3
3. Determinanten der Breite des Technologieportfolios von Unternehmen 6
   - 3.1 Einfluss des Produktprogramms auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis 7
   - 3.2 Einfluss der Komplexität der angestammten Produktbasis auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis 8
   - 3.3 Einfluss der Internationalisierung auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis 9
4. Untersuchungsmethodik 10
   - 4.1 Überblick über das Untersuchungsdesign 10
   - 4.2 Erfassung der zu erklärenden Variable: Indikatoren für die technologische Basis der Unternehmen 12
   - 4.3 Erfassung der unabhängigen Variablen: Wertschöpfungstiefe, Internationalisierungsgrad und Produktprogramm 17
   - 4.4 Methodische Probleme der Zeitreihenuntersuchung 22
5. Ergebnisse der empirischen Untersuchung 24
   - 5.1 Modellvariablen 24
   - 5.2 Deskriptive Statistik 25
   - 5.3 Ergebnisse der multiplen Regression zu den Determinanten des Unternehmenswachstums 27
6. Diskussion der Ergebnisse 29

Literaturverzeichnis 30

1. Einleitung

Ein großer Anteil der multinational tätigen Großunternehmen ist in technologieintensiven, dynamischen Branchen tätig und verfügt über ein breites Spektrum an technologischen Ressourcen. In der vergangenen Dekade hat ein Großteil dieser Unternehmen zunehmend Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer abgegeben. Unter Schlagworten wie ‚Outsourcing', ‚Refokussierung auf Kernkompetenzen' oder ‚Dekonstruktion der Wertschöpfungskette' haben sich zahlreiche theoretische Abhandlungen und empirische Untersuchungen im Bereich des strategischen Managements sowie in der Industrieökonomik mit diesen Phänomenen beschäftigt. Aus theoretischer Perspektive finden sich u. a. in der ressourcenbasierten Theorie der Unternehmung und in der Transaktionskostentheorie zahlreiche Erklärungsansätze für die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer. Aus empirischer Sicht konnte der Trend zu einer verringerten Wertschöpfungstiefe branchenübergreifend festgestellt werden. Insbesondere in Industrien mit komplexen, systemisch geprägten Produkten, wie bspw. der Automobilindustrie, der Netzwerkausrüsterbranche (Telekommunikation), der Computerindustrie oder im Maschinen- und Anlagenbau, ist dieser Trend zum ‚Outsourcing' zu beobachten.[2]

Der verstärkte Trend zur Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer ist gleichbedeutend mit einer verstärkten vertikalen Spezialisierung der Unternehmen und führt zu einer verstärkten Arbeitsteilung in der betreffenden Industrie. Insgesamt lassen sich drei Dimensionen der Arbeitsteilung unterscheiden[3]:

(1) *Arbeitsteilung nach Anbieterrollen:* In Abhängigkeit des von den Herstellern verantworteten Wertschöpfungsumfangs lassen sich verschiedene Anbieterrollen in der Branche unterscheiden (Systemanbieter, Subsystem-/Modulzulieferer und Komponenten-/Teilelieferant);

(2) *Arbeitsteilung nach Verrichtungen:* Innerhalb des verantworteten Wertschöpfungspakts kann sich der Hersteller auf einzelne Wertschöpfungsaktivitäten konzentrieren und andere, bspw. Fertigungs- oder Entwicklungsleistungen, an externe Zulieferer fremd vergeben;

(3) *Arbeitsteilung nach Branchensegmenten (Differenzierungsgrad des Produktprogramms):* Unabhängig von der Anbieterrolle können Hersteller entweder breit diversifiziert im Markt auftreten oder aber sich auf Anwendungen für einzelne Marktsegmente spezialisieren.

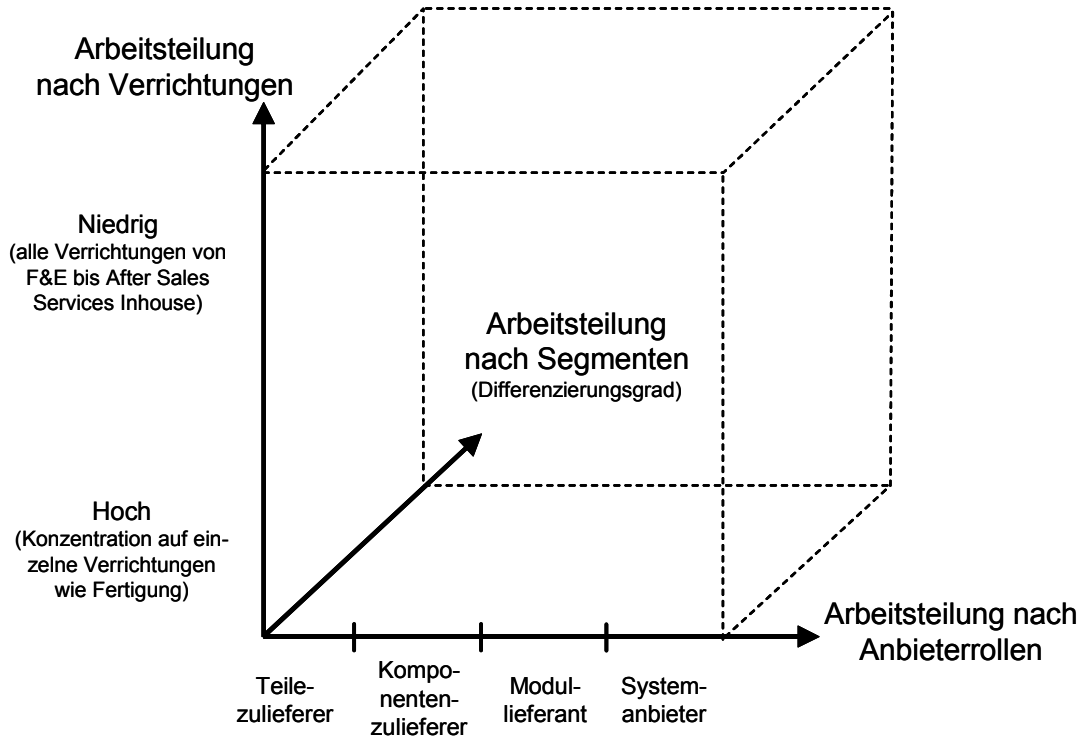
---

[2] Vgl. u. a. Burr/Stephan (2004); Pfaffmann (2001); Stephan (2003).

[3] Vgl. dazu im folgenden Burr/Stephan (2004).

Die nachfolgende Abb. 1 visualisiert die drei Dimensionen der Arbeitsteilung in einer Industrie bzw. in einem Wertschöpfungsnetzwerk.

Abb. 1: Dreidimensionale Struktur der Arbeitsteilung



Während das Phänomen der Verringerung der Wertschöpfungstiefe in der betriebswirtschaftlichen Forschung sowohl aus empirischer als auch aus theoretischer Sicht umfassend analysiert worden ist, hat die Auswirkung dieser Strategie auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen nur am Rande und primär aus theoretischer Perspektive heraus Beachtung gefunden. Der Zusammenhang zwischen der Verringerung der Wertschöpfungstiefe und der Breite der technologischen Basis wirft aus einer langfristigen strategischen Perspektive jedoch einige Fragen auf. In der naiven Betrachtung dieses Zusammenhangs ist zu vermuten, dass die Abgabe von Wertschöpfungsleistungen auch eine entsprechende Ab- bzw. Aufgabe von (nicht mehr benötigten) technologischen Kompetenzen zur Folge hat. Bei näherer Betrachtung gestaltet sich dieser Zusammenhang jedoch weniger eindeutig. Der nachfolgende Abschnitt 2 widmet sich der theoretischen Betrachtung des Zusammenhangs zwischen der vertikalen Spezialisierung und der Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen.

2. Zusammenhang zwischen vertikaler Spezialisierung und der Breite der technologischen Kompetenzbasis

Ausgangsüberlegung des vorliegenden Beitrages ist, dass Unternehmen nur in Ausnahmefällen alle Teile der Wertschöpfung selbst übernehmen werden. Gerade bei komplexen Produkten vergeben Unternehmen Teile der Wertschöpfung an externe Zulieferer. Die Komplexität kann dabei zum einen im Produktionssystem begründet sein. Komplexe Produktionssysteme sind vornehmlich in skalenintensiven Geschäftsfeldern anzutreffen. Hier werden Teile der Produktionssysteme von Unternehmen fremdbezogen. Zum anderen kann sich die Komplexität auf das Produkt an sich beziehen. Komplexe Produkte setzen sich aus mehreren Komponenten zusammen. Hier werden einzelne Komponenten und Materialien von externen Zulieferern bezogen. Eine Fremdvergabe bei komplexen Produkten hat zunächst zur Folge, dass enge und komplementäre Beiträge zum Endprodukt von den Zulieferern des Endherstellers geleistet werden.

Geht die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer auch mit dem Abbau der technologischen Kompetenzbasis einher? Verringern Unternehmen als Folge von Outsourcing-Aktivitäten das Spektrum ihrer technologischen Innovationsbemühungen? Die Beantwortung dieser Fragen steht im Zentrum der Betrachtung des vorliegenden Beitrages. Genau genommen richtet sich der Fokus auf den Zusammenhang zwischen der Veränderung der Wertschöpfungstiefe und der Veränderung der Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen. Prencipe (2000) präzisiert das Konstrukt der „Breite der technologischen Kompetenzbasis“:

> *„….as the number of distinct ‘technological fields that are maintained in-house’”.*[4]

Aus einer naiven Sicht heraus lässt sich zunächst argumentieren, dass die Fremdvergabe von Teilen der Produktion an externe Zulieferer auch mit der Abgabe von technologischen Kompetenzen einhergeht.

Der naiven Sicht widersprechen jedoch fallstudienbasierte Beobachtungen in technologieintensiven Sektoren. Diesen zufolge übersteigt bei Unternehmen in technologieintensiven, dynamischen Sektoren der Umfang des Wissens den Umfang der produktiven Aktivitäten:

> *„….multitechnology firms need to have knowledge in excess of what they need for what they make”.*[5]

---

[4] Prencipe (2000), S. 898.

[5] Bruisoni et al. (2001), S. 598.

So beobachtet Prencipe (1997) in einer Fallstudie über Flugzeugturbinenhersteller, dass die Unternehmen technologisches Wissen auch bei denjenigen Komponenten weiter pflegten, deren Fertigung an externe Zulieferer verlagert wurde. Brusoni und Prencipe (2001) vergleichen den Fall der Flugzeugturbinenherstellung mit der Verfahrenstechnik in reifen Segmenten der Chemieindustrie und kommen zu ähnlichen Schlussfolgerungen. Gambardella und Torrisi (1998) zeigen auf, dass Unternehmen in der Elektronikindustrie, trotz des Outsourcings von Teilen der Produktion, ihr Technologiespektrum sogar noch ausgedehnt haben. Zu ähnlichen Einsichten kommt von Tunzelmann (1998) in der Nahrungsmittelindustrie.

Entfernt man sich von der naiven Betrachtung, dann liegt es auf den zweiten Blick nahe, die Entkopplung zwischen dem Umfang der technologischen und der produktiven Aktivitäten eines Unternehmens durch einen Zielkonflikt zu erklären: Auf der einen Seite versuchen Unternehmen durch das Outsourcing von Fertigungsleistungen ihre Flexibilität zu erhöhen und Kosten zu verringern. Auf der anderen Seite hängt ihre Wettbewerbsposition aber auch von der Fähigkeit ab, Produkt- und Komponenteninnovationen in den Markt einzuführen. Welche Gründe lassen sich also finden, warum Unternehmen ihre Innovationsfähigkeit nicht durch das Outsourcing von technologischem Wissen sichern können? Durch das Outsourcing von technologischem Wissen gefährden Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit. Welches sind die Ursachen dieser Gefährdung?

Ein bekanntes Argument, welches das Paradoxon, warum Unternehmen zugleich ihre Wissensbasis verbreitern und ihre Fertigungstiefe verringern sollten, aufzulösen versucht, ist der Erklärungsansatz über das Risiko opportunistischen Verhaltens. Dieses Argument aus der Transaktionskostentheorie basiert auf der Überlegung, dass bei fremdbezogenen Technologien das zu Grunde liegende technologische Wissen häufig durch eine hohe Spezifität gekennzeichnet ist. Zugleich ist das Anwendungsfeld des technologischen Wissens in diesem Fall idiosynkratischer Natur. Diese Eigenschaften lassen deshalb das Risiko zu opportunistischem Verhalten von Zulieferern besonders groß erscheinen. Um eine Absicherung gegen opportunistisches Verhalten zu betreiben, werden Unternehmen technologische Kompetenzen auch in den Domänen der Zulieferer aufrechterhalten.

Bei technologisch komplexen Produkten sind Unternehmen jedoch auch ohne das Risiko opportunistischen Verhaltens gezwungen, in den Aufbau von technologischen Kompetenzen und Wissen außerhalb ihrer Kernbereiche zu investieren. Die Technologien in komplexen, systemischen Produkten, welche aus zahlreichen Komponenten und Subsystemen

bestehen, stehen i. d. R. in einem engen, komplementären Verhältnis zueinander.[6] Bestehen zwischen den Technologien reziproke Interdependenzen, dann müssen die Unternehmen technologisches Hintergrundwissen und Kompetenzen in angestammten Zulieferdomänen aufbauen, um zum einen eine effektive Identifikation, Bewertung, Integration und Anpassung der Zuliefertechnologien sicherstellen zu können, und um zum anderen die für den technologischen Wandel erforderlichen komplementären Veränderungen in der Zulieferkette einleiten und koordinieren zu können. Je komplexer das Zuliefernetzwerk ist und je größer die reziproken Interdependenzen zwischen den Komponenten sind, desto höher wird der Anteil an technologischen Ressourcen sein, die Unternehmen außerhalb ihrer spezifischen Kernfähigkeiten einsetzen. Der Aufbau technologischer Kompetenzen außerhalb der Kernkomponenten und Kernprozesse dient damit als Schnittstelle zu externen Technologiequellen.

Die Notwendigkeit zum Aufbau bzw. zur Aufrechterhaltung von technologischem Wissen in Zuliefererdomänen wird durch unausgeglichene technologische Entwicklungen bei den einzelnen Komponententechnologien noch verschärft:

> *„Uneven rates of change in component technologies are an important determinant of knowledge outsourcing. If fast-changing technological fields (e.g. digital electronics) displace slowly changing fields (e.g., hydromechanics), firms must develop and keep in house the technological knowledge to accommodate changes in one field that may have cascade effects on others."*[7]

Gerade bei systemischen „Multitechnologieprodukten" ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es zu ungleichgewichtigen technologischen Entwicklungen bei den einzelnen Komponenten und Subsystemen kommt. Unternehmen, die die Rolle von Systemintegratoren in der Wertschöpfungskette übernehmen, müssen auch über Wissen in ihren Zuliefererdomänen verfügen.[8]

Die Ausgangshypothese des vorliegenden Beitrages ist demzufolge, dass die vertikale Spezialisierung nicht zwingend mit einem technologischen Kompetenzabbau einhergeht:

Hypothese 1: Vertikale Spezialisierung und technologischer Kompetenzerhalt

Zur Aufrechterhaltung der Innovationsfähigkeit behalten Unternehmen bei der Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen die korrespondierenden technologischen Kompetenzen

---

6 Vgl. dazu Bruisoni et al. (2001); Ethiraj/Puranam (2004); Metcalfe (1998) sowie Stephan (2004).

7 Bruisoni et al. (2001), S. 608.

8 Vgl. Macher/Mowery (2004).

inhouse: Die Vertikale Spezialisierung übt keinen Einfluss auf die Breite des Technologieportfolios aus.

3. Determinanten der Breite des Technologieportfolios von Unternehmen

Erschwert wird die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen vertikaler Spezialisierung und einem vermeintlichen Kompetenzabbau durch den Umstand, dass die Breite des Technologieportfolios von weiteren strategischen Entscheidungen des Unternehmens beeinflusst wird. Die Fokussierung bzw. Verbreiterung des Technologieportfolios bei Unternehmen ist niemals Selbstzweck. So ist der Aufbau neuer technologischer Kompetenzen kein Zufallsprodukt, das an unerwartete bzw. unbeabsichtigte Ergebnisse innovativer Aktivitäten geknüpft ist. So genanntes „Happy Engineering“, bei dem sowohl das angestrebte technologische Ergebnis als auch die Bedürfnisse am Markt zum Zeitpunkt der Aufnahme der F&E-Aktivitäten unbekannt sind, ist angesichts knapper Ressourcen kein erwünschtes Phänomen im strategischen (Technologie-)Management. Unternehmen betreiben technologische Diversifikation immer zweckorientiert.

So wird neben der Wertschöpfungstiefe des Unternehmens insbesondere der Vorstoß in neue Märkte einen entscheidenden positiven Einfluss auf das Spektrum der technologischen Kompetenzbasis ausüben.[9] Zwei zentrale Motive für die Erweiterung der technologischen Basis von Unternehmen lassen sich in diesem Zusammenhang unterscheiden: Erweiterung (Fokussierung) der technologischen Kompetenzbasis zur (a) Erschließung neuer Produktmärkte und (b) zur Erschließung neuer Ländermärkte. Die Fokussierung des Produktportfolios bzw. des Länderportfolios wird demgegenüber auch eine Verringerung der technologischen Kompetenzbreite zur Folge haben. Neben der Erweiterung (bzw. Fokussierung) des Geschäftsfeldportfolios der Unternehmen wird darüber hinaus auch die technologische Komplexität des angestammten Produktprogramms einen Einfluss auf die Breite der technologischen Ressourcenbasis ausüben. Der Einfluss der angesprochenen Determinanten auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis wird in den nachfolgenden Abschnitten vertieft beleuchtet.

---

[9] Vgl. dazu ausführlich Stephan (2003) sowie Bühner (1991).

3.1 Einfluss des Produktprogramms auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis

Die Breite des technologischen Kompetenzportfolios von Unternehmen wird in starkem Maße von der Breite und dem Charakter des Produktprogramms beeinflusst.[10] So wird der Wunsch des Unternehmens, das Produktportfolio zu verbreitern, mit einem entsprechenden Ausbau der technologischen Kompetenzbasis einhergehen. Unternehmen erweitern ihre technologischen Kompetenzen, um die Basis für neue Produkte und Prozesse zu schaffen, oder die Leistungsfähigkeit bestehender Produkte und Prozesse zu verbessern. Das Motiv geht konform mit der Erklärung der technologischen Diversifikation bei Penrose (1959): Die Ausdehnung der technologischen Aktivitäten wird durch die Überzeugung stimuliert, dass technologische Innovation eine Quelle für neue Geschäftsaktivitäten und Wachstum sein kann. Diversifikation wird angeregt durch technologische Möglichkeiten als Folge von Erkenntnisfortschritten in der Wissenschaft und/oder durch die Identifikation neuer Marktpotentiale.[11] Unternehmen werden dann zu Investitionen in die Verbreiterung der technologischen Basis bereit sein, wenn zumindest vage Vorstellungen über potentielle Anwendungsfelder der neuen Technologien vorliegen. Potentielle Anwendungsfelder können dabei völlig neue Produkte, Produkte mit verbesserter Funktionalität oder neue Herstellungsverfahren sein. Je konkreter die Geschäftsidee, desto enger werden die technologischen Spezifikationen über den einzuschlagenden Forschungs- und Entwicklungspfad definiert.[12] Ob Unternehmen neue technologische Kompetenzen aufbauen, hängt zudem von der Frage ab, in welchem Umfang Investitionen in komplementäre Vermögenswerte für die Erschließung des neuen Anwendungsfeldes erforderlich sind. Je mehr komplementäre Vermögenswerte im Unternehmen vorhanden sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Unternehmen in den Aufbau der technologischen Kompetenzen investieren wird. Aus dieser Sichtweise ist die Diversifikation in neue Geschäftsfelder der zentrale Antrieb für die Verbreiterung der technologischen Kompetenzbasis. In diesem Sinne ist die technologische Diversifikation der Produktdiversifikation zeitlich vorgelagert und führt damit mittelbar zu einem Umsatzanstieg.

Während sich die Erschließung neuer Produktmärkte bis Ende der 1980er Jahre als populäre Strategie des Unternehmenswachstums erwiesen hat, beobachten zahlreiche

---

[10] Vgl. dazu ausführlich Stephan (2003).

[11] Vgl. Granstrand/Sjölander (1990). Ob die technologische Diversifikation ursprünglich durch neue Marktpotentiale oder durch technologische Möglichkeiten stimuliert wurde, ist für die Fragestellung unerheblich. Von Bedeutung ist lediglich, dass die neuen technologischen Möglichkeiten auf entsprechende Marktanforderungen treffen.

[12] Vgl. Christensen (1998), S. 5.

Autoren seit Anfang der 1990er Jahre eine verstärkte Refokussierung auf so genannte „Kerngeschäftsfelder“. Bspw. stellt Stephan (2003) für den Zeitraum 1990-1997 bei großen, multinational tätigen Großunternehmen - branchenübergreifend - einen Rückgang des Produktdiversifikationsgrades von durchschnittlich 10 Prozent fest. Eine solche Refokussierung des Produktportfolios, d. h. ein kompletter Rückzug aus Produktbereichen, führt im umgekehrten Wirkungszusammenhang zu einer Verringerung der Breite der technologischen Kompetenzbasis. Der Rückzug aus Produktbereichen geht einher mit der Aufgabe der entsprechenden F&E-Aktivitäten in den betreffenden Produkt- und Prozesstechnologiefeldern.[13]

Die erste ergänzende Hypothese des vorliegenden Beitrages geht demzufolge von einem positiven Zusammenhang zwischen dem Grad der Produktdiversifikation und der Breite der technologischen Kompetenzbasis aus.

Hypothese 2: Produktdiversifikationsgrad und Breite der technologischen Basis

Unternehmen, welche in neue Produktbereiche diversifizieren, unterstützen diese Strategie mit der Diversifikation ihrer technologischen Ressourcenbasis: Zwischen dem Grad der Produktdiversifikation und der Breite der technologischen Kompetenzbasis besteht ein positiver Zusammenhang.

3.2 Einfluss der Komplexität der angestammten Produktbasis auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis

Neben der Veränderung der Breite des Produktprogramms beeinflusst überdies die Veränderung der technologischen Komplexität der bestehenden Produktbasis die Breite der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen. Die technologische Basis von Produkten unterliegt Veränderungen. Diese Veränderungen führen zur Ergänzung der technologischen Basis um komplementäre, für das Unternehmen neue Technologien. Die vorhandene Kombination alter Technologien wird dabei nur teilweise substituiert. Durchbrüche auf neuen Gebieten sind gepaart mit der Anwendung etablierter Technologien.

Die Herstellung von Produkten erfordert heute oftmals das Beherrschen einer Vielzahl vormals unabhängiger Produkt- und Prozesstechnologien. Die Technologiebasis von Produkten wird beständig ergänzt um neue, komplementäre Technologien. Um bei angestammten Produkten wettbewerbsfähig zu bleiben, wird die Verbreiterung der

[13] Vgl. Stephan (2003).

technologischen Kompetenzbasis losgelöst von der Erweiterung der Geschäftsfelder zur Notwendigkeit für Unternehmen.[14] Verstärkt wird diese Notwendigkeit durch das Phänomen der zunehmenden Vernetzung unabhängiger Technologiebereiche. Durch Vernetzung werden Gemeinsamkeiten zwischen vormals unabhängigen Technologiebereichen und den damit verbundenen technoökonomischen Aktivitäten geschaffen. Eine Vernetzung ist umso wahrscheinlicher, je eher die Kombination von Technologien im Sinne einer komplementären Verwendung in Artefakten bzw. Dienstleistungen zu neuen Funktionalitäten und verbesserten Leistungsmerkmalen führt.[15] Die Vernetzung im Sinne einer Kombination unabhängiger Technologien erhöht dadurch den Druck für Unternehmen zur Diversifikation in neue Technologiebereiche.[16]

Die zweite ergänzende Hypothese des vorliegenden Beitrages zielt demzufolge auf die Veränderung der Komplexität des vorhandenen Produktprogramms ab. Die technologische Komplexität der Produkte wird gesteigert durch die Ergänzung der Technologiebasis um neue komplementäre Technologien und durch die zunehmende Vernetzung unabhängiger Technologiebereiche.

Hypothese 3: Technologische Komplexität und Breite der technologischen Basis

Aufgrund der zunehmenden technologischen Komplexität der angestammten Produkte wird die Verbreiterung der technologischen Kompetenzbasis unabhängig von der Breite des Leistungsspektrums zur strategischen Notwendigkeit für Unternehmen: Zwischen der Veränderung der technologischen Komplexität des angestammten Produktprogramms und der Breite der technologischen Kompetenzbasis besteht ein positiver Zusammenhang.

3.3 Einfluss der Internationalisierung auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis

Die meisten technologieintensiven Großunternehmen haben in den vergangenen Jahren das Ausmaß der Internationalisierung ihrer Geschäftstätigkeit deutlich verstärkt.[17] Die Erschließung neuer Ländermärkte bedingt in aller Regel die Anpassung des

---

14 Vgl. Cantwell/Piscitello (1999); Jolly (1997).

15 Vgl. Granstrand/Oskarsson (1994). Carlsson/Stankiewicz (1991) begründen die Vernetzung unabhängiger Technologien mit dem gestiegenen Einfluss wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die zunehmende Digitalisierung und die Entwicklung neuer Materialien haben auf diese Entwicklung entscheidenden Einfluss.

16 Der Begriff der Vernetzung von Technologiebereichen zielt streng genommen auf zwei eng miteinander verwandte, aber zu unterscheidende Phänomene ab. Unter den Begriff Vernetzung werden sowohl erhöhte reziproke Interdependenzen zwischen Technologiebereichen als auch das Phänomen der Technologiefusion subsumiert. Vgl. dazu auch Fai/Cantwell (1999).

17 Vgl. dazu Gerybadze/Stephan (2004).

Leistungsprogramms an veränderte Nachfragebedingungen in den neuen geographischen Märkten. Im Falle einer geographischen Expansion werden die Unternehmen ihr Leistungsprogramm in aller Regel nicht unverändert auf den neu zu bearbeitenden Ländermärkten anbieten können. Anpassungsbedarf ergibt sich u. a. mit Blick auf die unterschiedlichen Kundenpräferenzen, die verschiedenen rechtlichen Rahmenbedingungen, die veränderte Wettbewerbssituation etc.. Um die Basis für eine markt- und wettbewerbsgerechte Anpassung des bestehenden Leistungsprogramms zu schaffen, werden die Unternehmen deshalb zur Erweiterung ihrer technologischen Kompetenzbasis gezwungen sein.

Die Ausdehnung der technologischen Aktivitäten im Fall der geographischen Expansion dürfte jedoch vergleichsweise begrenzt sein. Unternehmen treten im Fall der geographischen Expansion mit ihrem bestehenden Leistungsprogramm in neue Ländermärkte ein. D. h., die technologischen Basiskonzepte, welche dem Leistungsprogramm zugrunde liegen, werden unverändert bleiben. Der technologische Erweiterungshorizont ist damit grundsätzlich beschränkt. Zum anderen werden Unternehmen ihre Geschäftsaktivitäten bevorzugt in jene Märkte erweitern, die durch eine große Ähnlichkeit zu den angestammten Märkten des Unternehmens gekennzeichnet sind. Auch aus dieser Perspektive dürfte der Anpassungsbedarf beschränkt sein. Trotz dieser Einschränkungen kann jedoch grundsätzlich von einem positiven, jedoch im Vergleich zur Produktdiversifikation schwächer ausgeprägten Zusammenhang zwischen der Breite des Technologieportfolios und der geographischen Diversifikation ausgegangen werden.

Hypothese 4: Internationalisierungsgrad und Breite des Technologieportfolios

Unternehmen, die sich in neue Ländermärkte diversifizieren, werden diese Expansion mit einer zeitlich vorgelagerten Verbreiterung ihrer technologischen Ressourcenbasis unterstützen, um das Leistungsprogramm an die neuen Bedingungen anzupassen: Zwischen der geographischen Diversifikation und der Breite des Technologieportfolios besteht ein positiver, aber schwacher Zusammenhang.

4. Untersuchungsmethodik

4.1 Überblick über das Untersuchungsdesign

Die empirische Untersuchung umfasst eine Stichprobe von insgesamt 50 multinationalen Unternehmen aus der Grundgesamtheit der Top-200 F&E betreibenden Unternehmen, gemessen an den F&E-Ausgaben im Geschäftsjahr 2002. Zusammen investierten die 50

Unternehmen des Samples im Geschäftsjahr 2002 152 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung. In einem Größenvergleich entspricht dies etwa 33 Prozent der gesamten F&E-Ausgaben aller privatwirtschaftlichen Unternehmen in der OECD. Neben der Zugehörigkeit zu den Top 200 F&E-betreibenden Unternehmen wurde als weiteres Kriterium für die Auswahl der Stichprobe die Diversifikation der Geschäftstätigkeit in mindestens drei ISIC-Klassen (International Standard Industry Classification of all Economic Activities) herangezogen. Unternehmen mit Schwerpunkten in der Rüstungs-, Luft- und Raumfahrtindustrie wurden aufgrund staatlicher Lenkungseinflüsse aus der Grundgesamtheit ausgeschlossen.

Ausnahmslos alle Unternehmen haben ihren Stammsitz in Ländern der Triade. Insgesamt dominieren Unternehmen aus Europa (24). Weitere 15 Unternehmen stammen aus den USA und 11 aus Japan. Obwohl alle Unternehmen der Stichprobe stark produktbezogen diversifiziert sind, können die Produktprofile nach ihren Schwerpunkten zu homogenen Clustern zusammengefasst werden. Die Clusterbildung beruht auf einer nichthierarchischen Clusteranalyse der Geschäftsfeldportfolios der Unternehmen für den Zeitraum 1998-2002.[18] Folgende Cluster sind zu unterscheiden:

- Automobilbau (neun Unternehmen);
- Chemikalien / Werkstoffe / Metallprodukte (elf Unternehmen);
- Pharma (neun Unternehmen);
- Maschinen- und Anlagenbau (vier Unternehmen);
- Elektrotechnik / Elektronik (neun Unternehmen);
- Telekommunikation / Datenverarbeitung (acht Unternehmen).

Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich auf insgesamt 20 Jahre und reicht von 1983 bis 2002. Der Untersuchungsaufbau gliedert sich dabei in zwei Schritte. In einem ersten Schritt erfolgt zunächst eine genaue Abbildung der Entwicklung der Breite der technologischen Kompetenzbasis. Der Entwicklung der Breite des Technologieportfolios wird dann die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe gegenübergestellt. In einem zweiten Schritt wird schließlich nach Ursachen für die beschriebene Entkopplung und die Differenzen zwischen den Unternehmen gesucht. In einer multiplen Regressionsanalyse werden die Einflussfaktoren auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis als zu erklärende Variable untersucht. Neben der vertikalen Spezialisierung wird auch der Einfluss der Produktdiversifikation, des Internationalisierungsgrades und der technologischen Komplexität des bestehenden Leistungsprogramms der Unternehmen auf die abhängige Variable

---

[18] Als Proximitätsmaß zur Gruppierung der Objekte wurde die Euklidische Distanz herangezogen.

analysiert. Die Vorgehensweise bei der Operationalisierung der abhängigen Variable „Breite der technologischen Kompetenzbasis“, der unabhängigen Einflussgröße „Vertikale Spezialisierung“ sowie der Kontrollvariablen wird nachfolgend näher erläutert.

4.2 Erfassung der zu erklärenden Variable: Indikatoren für die technologische Basis der Unternehmen

Eine direkte Maßgröße für die technologische Kompetenzbasis von Unternehmen ist nicht verfügbar. Das Konzept ist zu abstrakt, um als Objekt oder Ereignis angemessen beobachtet und charakterisiert werden zu können.[19] Für die Messung werden deshalb mehrere, stärker empirisch verwurzelte Nährungsgrößen vorgeschlagen.[20] Diese Indikatoren für die Erfassung der technologischen Basis setzen auf verschiedenen Betrachtungsebenen an. Aus der Inputperspektive beschäftigen sich Indikatoren mit der Frage, welche finanziellen und personellen Ressourcen in den Aufbau der technologischen Basis einfließen. Als bedeutsame inputorientierte Indikatoren gelten die F&E-Aufwendungen. Demgegenüber werden aus der Outputperspektive die Ergebnisse, welche aus den technologischen Aktivitäten hervorgehen, als Indikatoren herangezogen.

Als wichtigste outputorientierte Indikatoren werden Patente bzw. Patentanmeldungen verwendet.[21] Patente stehen als Indikatoren dafür, dass Unternehmen technologisches Wissen geschaffen oder in bedeutsamem Maß vorangetrieben haben. Patente bilden technologische Aktivitäten ab, die durch Originalität und gewerbliche Anwendbarkeit gekennzeichnet sind. Zwar bestehen bei den Patenten Einschränkungen bezüglich der Inhalts- und Konstruktvalidität, die Entscheidung für diesen Indikator des technologischen Wissens bzw. der akkumulierten technologischen Fähigkeiten von Unternehmen fällt letztlich aufgrund der exzellenten Verfügbarkeit der Daten.[22] In der folgenden empirischen Untersuchung werden Patente als Maßgröße zur Bestimmung der Breite der empirischen Basis der Unternehmen verwendet. Informationen zu Patenten von Unternehmen sind in allen Triade-Staaten aus amtlichen Quellen verfügbar. Für jedes Unternehmen können

---

19 Vgl. Carmines/Zeller (1979), S. 9 für eine Diskussion über die Messung abstrakter Phänomene.

20 Vgl. Cantwell/Piscitello (1999); Cantwell/Piscitello (1997); Narin et al. (1984); Pavitt (1988), S. 523ff.

21 Vgl. Gavetti (1994), S. 3; Pavitt (1988), S. 513.

22 Zu einer ausführlichen Diskussion der Inhalts- und Konstruktvalidität von Patentindikatoren vgl. Stephan (2003). Der in diesem Zusammenhang häufig vorgebrachte metaphorische Einwand, die Verwendung von Patenten als Indikatoren für technologische Aktivitäten gleiche der „nächtlichen Suche eines Betrunkenen nach seinem auf dem Nachhauseweg verlorenen Schlüssel unter der Straßenlaterne“, verliert aber angesichts der mangelnden Güte alternativer Konstrukte für die vorliegende Fragestellung an Stichhaltigkeit.

Patentinformationen über längere Zeitreihen erhoben werden.[23] Die in Patenten enthaltenen Informationen geben detailliert darüber Aufschluss, in welchen Technologiebereichen Unternehmen Wissen aufgebaut bzw. verbessert haben. Dies erlaubt genaue und von Produkten unabhängige Einblicke in das Spektrum der technologischen Aktivitäten.[24]

Als Indikator für die Breite der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen werden in der Untersuchung die Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA-Anmeldungen) im Untersuchungszeitraum analysiert. Die Verwendung von EPA-Daten hat den Vorteil, dass Verzerrungen durch unterschiedliche Stammländer der Unternehmen minimiert werden. Patentanmeldungen am EPA sind seit 1978 möglich. Sinnvollerweise beginnt die Untersuchung in der vorliegenden Arbeit jedoch im Jahre 1983, da für den Zeitraum von 1978 bis 1982 aufgrund der geringen Akzeptanz und Verbreitung europäischer Patente insbesondere die Anmeldungen der japanischen und U. S.-amerikanischen Unternehmen unterrepräsentiert sind. Der Erhebungszeitraum von 1983 bis 2002 bezieht sich auf das Jahr der Prioritätsanmeldung der Patente. Auch in den Fällen, in denen die Erstanmeldung nicht am EPA erfolgt ist, wird auf das Jahr der Prioritätsanmeldung zurückgegriffen, um zeitliche Verzerrungen zu vermeiden.[25]

Bei der Verwendung von Datensätzen des Europäischen Patentamts gilt es zu beachten, dass neben den direkten Anmeldungen am EPA auch indirekte, internationale Patentanmeldungen gemäß dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) an Bedeutung gewonnen haben.[26] Internationale Anmeldungen bzw. PCT-Anmeldungen sind ähnlich zentralisierte Verfahren wie die Anmeldungen beim EPA und erlauben die parallele Anmeldung von Patenten an mehreren nationalen und regionalen Patentämtern.[27] Diese führen damit ebenfalls zu beträchtlichen Einsparungen an Kosten und Zeit.[28] PCT-Anmeldungen bieten dann Vorteile gegenüber

---

23 Vgl. Sahal (1981).

24 Vgl. Andersen/Cantwell (1999); Stuart/Podolny (1996).

25 Eine so genannte Priorität wird dann in Anspruch genommen, wenn das Patent nach der Erstanmeldung an einem nationalen Patentamt auch im Ausland bzw. am Europäischen Patentamt angemeldet werden soll. Ein Anmelder kann sich innerhalb eines Jahres entscheiden, ob er neben dem inländischen auch ausländische Schutzrechte erwerben will. Die Auslandsanmeldung erhält dann den Altersrang der inländischen Erstanmeldung (vgl. u. a. Schmoch). Die Prioritätsanmeldung und die darauf basierenden Erstreckungen in weiteren Ländern bilden zusammen die Patentfamilie.

26 Vgl. Schmoch (1999), S. 121.

27 Eine PCT-Anmeldung erfolgt i. d. R. im Jahr nach der Prioritätsanmeldung am jeweiligen nationalen Patentamt, direkt bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) in Genf oder am EPO. PCT-Anmeldungen können an bis zu 95 angeschlossene nationale Patentämter bzw. das Europäische Patentamt weitergeleitet werden und dort zu entsprechenden Anmeldungen führen.

28 Obwohl eine PCT-Anmeldung durchschnittlich 13.500 Euro an Kosten verursacht, ist sie immer noch beträchtlich billiger als mehrere parallele nationale Anmeldeverfahren. Vgl. Schmoch (1999), S. 121.

herkömmlichen nationalen und regionalen Patentanmeldungen, wenn gleichzeitig eine Schutzwirkung in mehreren europäischen und nicht-europäischen Ländern angestrebt wird. In die Patentanalyse werden deshalb, zusätzlich zu den direkten Patentanmeldungen am EPA, auch die indirekten PCT-Anmeldungen mit der Bestimmung für das Europäische Patentamt (Euro-PCT-Anmeldungen) mit einbezogen.

Die Bestimmung der Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen erfordert eine geeignete Gliederungssystematik zur Definition und Taxonomie der Technologien. Mit der verwendeten Systematik sollten die Technologien des Unternehmens verschiedenen Technologieklassen auf vergleichbarem Aggregationsniveau zugeordnet werden können. Beim Rückgriff auf Patentanmeldungen der Unternehmen am EPA als Indikatoren für die technologische Basis bietet sich zu diesem Zweck die Internationale Patentklassifikation (IPC) als Gliederungsschema an. Die Internationale Patentklassifikation ist ein prinzipiell hierarchisch angelegtes Ordnungs- und Klassifizierungsschema für patentierbares technologisches Wissen. Die Systematik der IPC basiert auf rein technologischen und funktionalen Prinzipien und ist damit unabhängig von Produkten und Anwendungsfeldern der Technologien. Die IPC gliedert sich in acht verschiedene Sektionen (täglicher Lebensbedarf, Arbeitsverfahren, Chemie/Hüttenwesen, Textilien/Papier, Bauwesen/Bergbau, Maschinenbau, Physik, Elektrizität), die weiter unterteilt werden in insgesamt 118 Klassen und 3.999 Unterklassen. Letztere gliedern sich weiter auf in Haupt- und 55.000 Untergruppen. Allen Patentanmeldungen am EPA werden bei der Registrierung vom Patentamt eine oder mehrere Untergruppen zugewiesen. Bei der Erhebung der Patentdaten der Unternehmen wurden neben dem Jahr der Prioritätsanmeldung auch die vom Patentamt registrierten IPC-Unterklassen der Patentanmeldungen erfasst. Die Abbildung des Technologieprofils der Unternehmen nach IPC-Unterklassen auf jährlicher Basis unterliegt allerdings erheblichen Schwankungen und birgt so zahlreiche Lücken. Die Zusammenfassung der Patentanmeldungen in mehrjährigen Perioden immunisiert gegen zufällige bzw. zyklische Schwankungen und erlaubt so die vollständige Abbildung der technologischen Basis. Zu diesem Zweck wurde der Untersuchungszeitraum unterteilt in die vier Perioden 1983-1987, 1988-1992, 1993-1997 und 1998-2002. Das Technologieprofil der Unternehmen wurde schließlich für diese vier Fünfjahresintervalle zusammengefasst und dokumentiert.

Neben der bloßen Klassifizierung von Patentanmeldungen auf vergleichbarem Aggregationsniveau sollte die verwendete Gliederungssystematik auch die Verbundenheit zwischen den verschiedenen Technologieklassen berücksichtigen. Das IPC Klassifizierungsschema gliedert Patente und Technologien z. T. nach technologischen und z. T. nach funktionalen Prinzipien. Insbesondere die Gliederung nach funktionalen Prinzipien

berücksichtigt die Verbundenheit des technologischen Wissens zwischen einzelnen Kategorien jedoch nur unvollständig. Zwar stellen Untergruppen, Hauptgruppen und Unterklassen homogene Bereiche dar, aber die Zuordnung zu den breiter definierten IPC-Klassen und Sektionen ist problematisch. So werden bspw. pharmazeutische Wirkstoffe unter Sektion A (täglicher Lebensbedarf) in der Technologieklasse 61 (Gesundheit) registriert, obwohl ebenfalls eine starke Affinität des technologischen Wissens zur Sektion C (Chemie) gegeben ist.

Um zusätzlich die Verbundenheit zwischen den Technologien berücksichtigen zu können, findet in der empirischen Untersuchung die „OST/INPI/ISI"-Systematik Verwendung.[29] Die OST/INPI/ISI-Systematik leitet sich aus den Unterklassen der IPC ab und orientiert sich an der Verbundenheit des technologischen Wissens. In der OST/INPI/ISI-Systematik werden die insgesamt 3.999 Unterklassen, losgelöst von ihrer Zugehörigkeit zu IPC-Klassen bzw. IPC-Sektionen, zu insgesamt 30 verschiedenen, homogenen Technologiebereichen zusammengefasst, die wiederum zu fünf breiter definierten Technologiefeldern gruppiert werden.[30] Technologiebereiche innerhalb einer Klasse sind stärker miteinander verbunden als mit Technologiebereichen anderer Klassen. Mit Hilfe der OST/INPI/ISI-Systematik ist es daher bei der Messung der technologischen Diversifikation möglich, die Verbundenheit zwischen Technologien zu berücksichtigen. Unter der Verwendung der OST/INPI/ISI-Systematik wurden deshalb im Zuge der Datenerhebung die IPC-Unterklassen der Patentanmeldungen der Unternehmen den 30 Technologiebereichen und fünf Technologiefeldern zugewiesen. Die Übersetzung der Patentanmeldungen in Technologiebereiche bzw. -felder erfolgte, analog zur Erfassung der IPC-Unterklassen, differenziert nach den vier Fünfjahresintervallen.

Mit Hilfe des dreißig Technologiebereiche umfassenden Klassifikationsschemas wird eine Taxonomie der technologischen Kompetenzen der Unternehmen vorgenommen. Für jedes Unternehmen ergibt sich dadurch ein spezifisches, technologisches Kompetenzprofil. Die Veränderung der Breite dieses Profils lässt Rückschlüsse auf die Technologiestrategie der Unternehmen (Fokussierung, Erhalt oder Abbau der technologischen Kompetenzbasis) zu.

Die Breite der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen wird mit Hilfe einer Revealed Technological Advantage-Maßgröße (RTA) quantifiziert. Der RTA beschreibt die relative technologische Wettbewerbsposition von Unternehmen in den einzelnen

---

[29] Das OST/INPI/ISI-Klassifizierungsschema wurde gemeinsam vom FhG-ISI, dem französischen Patentamt (INPI) und dem Observatoire des Science et Techniques (OST) ausgearbeitet.

[30] Zu einem ähnlichen Vorgehen vgl. Gavetti (1994), S. 3ff.

Technologiebereichen. Zur Bestimmung der relativen Wettbewerbsposition wird der Anteil eines Unternehmens an der Gesamtzahl der Patentanmeldungen in den jeweiligen Technologiebereichen am EPO zum Anteil der gesamten Anmeldungen des Unternehmens an der Gesamtzahl aller Anmeldungen am Europäischen Patentamt in Bezug gesetzt. Der RTA-Index zeigt damit unabhängig von der absoluten Zahl der Patentanmeldungen an, ob sich ein Unternehmen in einem Technologiebereich in Relation zu den anderen Bereichen über- oder unterdurchschnittlich stark engagiert. Der RTA-Indexwert eines Unternehmens x im Technologiebereich i wird wie folgt definiert:

$$RTA_{ix} = \left(\frac{P_{ix} / P_{igesamt}}{P_x / P_{gesamt}} \right) \tag{1}$$

P_{ix} bezeichnet dabei die Zahl der Patentanmeldungen des Unternehmens x im Technologiebereich i während sich $P_{igesamt}$ auf die Gesamtzahl aller Patentanmeldungen am EPA im Technologiebereich i bezieht. P_x entspricht demgegenüber der gesamten Zahl der Patentanmeldungen des Unternehmens x am EPA und P_{gesamt} steht für die Gesamtzahl aller Anmeldungen. Der RTA-Index schwankt um den neutralen Punkt eins. Werte größer eins legen nahe, dass ein Unternehmen in diesem Technologiebereich über einen komparativen Vorteil verfügt, während Werte kleiner als eins eine relativ schwache Technologieposition andeuten. Der RTA ist oberhalb des neutralen Punktes ungebunden und unterhalb durch Null begrenzt. Damit ist der Index nicht symmetrisch zum neutralen Punkt. In gleichem Maße über- bzw. unterdurchschnittliche Patentierungsaktivitäten in den Technologiebereichen führen zu unterschiedlichen absoluten Abweichungen im RTA-Wert nach oben bzw. unten.[31]

Der auf dem Konzept des Revealed Technological Advantage aufbauende Messansatz geht von der Überlegung aus, dass die Breite der technologischen Basis eines Unternehmens in inverser Beziehung steht zum Ausmaß der Spezialisierung auf einzelne Technologiebereiche. Das Spezialisierungsprofil des Unternehmens wird dabei ermittelt über die RTA-Werte in allen 30 Technologiebereichen der OST/INPI/ISI-Systematik. Das Spezialisierungs- bzw. Konzentrationsmaß für ein Unternehmen x bestimmt sich über den Variationskoeffizienten, d. h. den Wert der relativen Standardabweichung der RTA-Werte vom arithmetischen Mittel in den N Technologiebereichen ($i=1...N$; $N \leq 30$). Im ersten Schritt wird das Maß der technologischen Konzentration (RTAK) über den Variationskoeffizienten, d. h. über die relative Streuung der Werte im RTA-Profil des Unternehmens, ermittelt:

---

[31] Zudem gilt es zu beachten, dass die Differentialquotienten der RTA-Werte nicht konstant sind. D. h., gleiche Veränderungen in der Zahl der Anmeldungen führen nicht zu äquidistanten Veränderungen des RTA-Wertes. Als Folge ist es für Unternehmen mit einer großen Zahl von Patentanmeldungen ungleich schwieriger, hohe RTA-Werte zu erreichen, als für Unternehmen mit geringeren Patentaktivitäten.

$$RTAK_x = \frac{\sigma_{RTA_x}}{\mu_{RTA_x}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(RTA_{ix} - \overline{RTA}_x\right)^2}}{\overline{RTA}_x} \tag{2}$$

Das Spezialisierungsmaß $RTAK_x$ gibt damit Auskunft über den Konzentrationsgrad im Technologieprofil des Unternehmens x. Bei einem kleinen Wert von $RTAK_x$, d. h. einer geringen Streuung der RTA-Werte um das arithmetische Mittel, ist das Profil der technologischen Spezialisierung des Unternehmens stark diversifiziert. Demgegenüber ist bei einem hohen Wert des Variationskoeffizienten ($RTAK_x$) das RTA-Profil des Unternehmens stärker auf einzelne Technologiebereiche konzentriert und der Umfang der technologischen Diversifikation niedrig. Der technologische Diversifikationsgrad eines Unternehmens auf Basis des Revealed Technological Advantage bestimmt sich daher als inverse Maßgröße des Variationskoeffizienten $RTAK_x$:

$$TD_x = \left(\frac{1}{RTAK_x}\right) = \left(\frac{\mu_{RTA_x}}{\sigma_{RTA_x}}\right) \tag{3}$$

Durch die Verwendung der TD-Maßgröße werden im Gegensatz zu den Entropiemaßgrößen zwei Verzerrungen bei der Bestimmung der technologischen Diversifikation herausgefiltert. Zum einen ist mit der TD-Maßgröße ein unverzerrter Vergleich zwischen Technologiebereichen möglich, in denen Patente unterschiedliche Schutzwirkungen entfalten. Zum anderen lässt sich mit der TD-Maßgröße der Größeneffekt, d. h. die Zunahme des Diversifikationsgrades infolge einer steigenden Zahl von Patentanmeldungen, vom reinen Diversifikationseffekt trennen. Größeneffekte in diesem Sinne resultieren primär aus Unterschieden in der Größe der Stichprobenunternehmen. Daneben resultieren diese Größeneffekte, d. h. Unterschiede in der Gesamtzahl der Patentanmeldungen, auch aus der unterschiedlichen Stammlandzugehörigkeit der Unternehmen. Unternehmen aus Japan und den USA melden im Vergleich zu den europäischen Stichprobenelementen weniger Patente am EPA an und decken deshalb weniger Technologiebereiche ab. Dadurch ergeben sich systematische Verzerrungen bei Vergleichen zwischen europäischen und außereuropäischen Unternehmen. Die Normalisierung des technologischen Diversifikationsgrades durch die Gesamtanmeldezahl der Patente bewirkt damit die Ausblendung stammlandbedingter Verzerrungen.

4.3 Erfassung der unabhängigen Variablen: Wertschöpfungstiefe, Internationalisierungsgrad und Produktprogramm

Im Gegensatz zur Erfassung der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen birgt die Abbildung bzw. Messung der unabhängigen Variablen nur geringe Probleme. Alle den

drei unabhängigen Variablen zugrunde liegenden Konstrukte sind, im Vergleich zur technologischen Kompetenzbasis weniger abstrakt und können als Objekt oder Ereignis angemessener beobachtet und charakterisiert werden. Für die Messung finden sich in der Literatur zahlreiche etablierte Nährungsgrößen.[32] Nachfolgend werden die in der empirischen Untersuchung verwendeten Messkonzepte kurz vorgestellt und erläutert.

Erfassung der vertikalen Spezialisierung / Wertschöpfungstiefe

Im Sinne eines quantitativ ökonomischen Begriffsverständnisses wird die Wertschöpfung eines Unternehmens als reale Wertgröße gebraucht, die sich aus der Unternehmensrechnung ableiten lässt. Zur Berechnung der Variablen Wertschöpfungstiefe (WT_x) wird auf die Angaben in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) in den Konzernabschlüssen der Unternehmen zurückgegriffen. Zwar machen einzelne Unternehmen der Stichprobe in ihrer Rechnungslegung direkte Angaben zur Wertschöpfung, aufgrund einer bislang mangelnden Standardisierung dieser Publizitätspraxis ist der Rückgriff auf diese Daten bei einer zwischenbetrieblichen Analyse jedoch wenig sinnvoll. Gemäß den in der GuV enthaltenen Angaben kann die Nettowertschöpfung für jedes Geschäftsjahr sowohl über die Entstehungsrechung als auch über die Verwendungsrechnung ermittelt werden.

Bei der Betrachtung der Entstehungsseite berechnet sich die Wertschöpfung als Differenz zwischen der Gesamtleistung des Unternehmens und den von Dritten bezogenen Vorleistungen.[33] Im Gegensatz dazu spiegelt die Wertschöpfung aus der Verwendungsperspektive den Verteilungsaspekt wider. In der Verwendungsrechnung ergibt sich die Wertschöpfung aus der Summe der Einkommen aller an der Leistungserstellung (in einem Unternehmen) Beteiligten.

Die Wertschöpfungstiefe der Unternehmen bestimmt sich, indem man die ermittelte Wertschöpfung in Bezug zur Gesamtleistung der Unternehmen setzt. Der Vergleich der Wertschöpfungstiefe auf Basis von Daten der publizierten Gewinn- und Verlustrechnung birgt jedoch die Gefahr systematischer Verzerrungen. Systematische Verzerrungen bei der Wertschöpfungsermittlung in der GuV ergeben sich aufgrund von Abweichungen in den angewandten Rechnungslegungsgrundsätzen. Verzerrungen können sowohl in der Zeitreihe eines Unternehmens als auch beim zwischenbetrieblichen Vergleich auftreten.[34]

---

[32] Vgl. Cantwell/Piscitello (1999); Cantwell/Piscitello (1997); Narin et al. (1984); Pavitt (1988), S. 523ff.

[33] Vgl. Haller (1997), S. 42f.; Weber (1993), Sp. 2175f.

[34] Vgl. Haller (1997), S. 391.

Verzerrungen in der Zeitreihe der Werte eines Unternehmens entstehen aufgrund mangelnder Kontinuität der angewandten Publizitäts- bzw. Rechnungslegungsgrundsätze.[35] Probleme der zwischenbetrieblichen Vergleichbarkeit sind hauptsächlich durch uneinheitliche Rechnungslegungs- und Publizitätsvorschriften in den verschiedenen Stammländern der Stichprobenunternehmen bedingt. Mängel in der Kontinuität der Zeitreihen werden in den Datensätzen durch entsprechende Niveauverschiebungen ausgeglichen. Weichen Unternehmen von ihrer bisherigen Publizitätspraxis ab, so wird dies in der unmittelbaren Folgeperiode in aller Regel durch verbale und zahlenmäßige Zusatzangaben in den Berichten kenntlich gemacht. Dies erlaubt die Angleichung der Werte auf ein einheitliches Maß. Im Gegensatz dazu stellt der zwischenbetriebliche Vergleich, insbesondere der Stichprobenunternehmen aus verschiedenen Herkunftsländern, eine größere Herausforderung dar.[36] Die größte Hürde im zwischenbetrieblichen Vergleich stellt die unterschiedliche Gliederung der GuV-Rechnung nach dem Gesamtkosten- und nach dem Umsatzkostenverfahren dar. Beim Gesamtkostenverfahren wird der Aufwand nach Aufwandsarten und beim Umsatzkostenverfahren nach betrieblichen Funktionen gegliedert.[37] Während bspw. für die Unternehmen aus den USA, Japan und Großbritannien nur die Anwendung des Umsatzkostenverfahrens bzw. für die französischen Unternehmen nur das Gesamtkostenverfahren zulässig ist, wurden von den deutschen, schweizerischen und skandinavischen Unternehmen im Untersuchungszeitraum beide Verfahren verwendet.

Erfassung der Breite des Produktportfolios /Diversifikationsgrad

Die Breite des Produktprogramms, d. h. die Produktdiversifikation ist definiert als die Ausdehnung des Leistungsprogramms an Gütern und Dienstleistungen in für das Unternehmen neue Geschäftsfelder.[38] Der Produktdiversifikationsgrad lässt sich direkt über die Umsatzanteile der Unternehmen in den verschiedenen Güter- und Dienstleistungssegmenten bestimmen. Die Zwischenschaltung von Indikatoren zur Operationalisierung des Konstrukts ist nicht erforderlich. Als Nomenklatur zur Definition und Taxonomie der von den Unternehmen angebotenen Gütern und Dienstleistungen wird eine Systematik verwendet, die auf dem gängigen Klassifizierungsschema ‚International Standard Industrial Classification of all Economic Activities, Third Revision (ISIC Rev.3)' beruht. Das verwendete Klassifizierungsschema unterscheidet insgesamt 68 verschiedene

---

35 Bspw. passten Unternehmen deutscher Herkunft ihre Rechnungslegung im Jahre 1987 dem Bilanzrichtliniengesetz an. Vgl. Busse v. Colbe/Chmielewicz (1988), S. 289ff.

36 Vgl. Haller (1997), S. 391f.

37 Vgl. derselbe, S. 403.

38 Vgl. Stephan 2003, 2005.

Produktklassen. Die Angaben zu den Umsatzanteilen der Unternehmen in den verschiedenen Produktklassen wurden den Geschäftsberichten sowie anderen Primärdatenquellen der Unternehmen entnommen.

Der Produktdiversifikationsgrad wird auf einer metrisch skalierten Basis ermittelt. Die Berechnung der Streuung der Umsätze der Unternehmen über das Spektrum der 68 ISIC-Klassen (k=1...S; S≤68) im Untersuchungszeitraum erfolgt mit Hilfe des einstufigen Entropiemaßes. Das Entropiemaß der Produktdiversifikation bestimmt sich über folgende Formel:

$$DP_x = \sum_{k=1}^{68} U_k \ln\left(\frac{1}{U_k}\right) \qquad (4)$$

U_k entspricht dem Anteil des in der ISIC-Klasse k erzielten Umsatzes am Gesamtumsatz des Unternehmens x. Der Wert des Entropiemaßes wird zum einen durch die Zahl der verschiedenen Produktbereiche, in denen das Unternehmen agiert, und zum anderen durch die Verteilung der Umsatzanteile auf diese Bereiche beeinflusst. Je größer die Zahl der Produktbereiche, desto größer ist tendenziell das einstufige Entropiemaß. Je stärker dagegen die Konzentration der Umsatzanteile auf einzelne Geschäftsfelder des Portfolios, desto geringer fällt der Wert des einfachen Entropiemaßes aus.

Erfassung der technologischen Komplexität des Produktprogramms

Im Gegensatz zu den anderen Variablen des Hypothesengerüstes setzt die technologische Komplexität der Produkte strenggenommen nicht am Gesamtunternehmen an, sondern an den einzelnen Produkten im Portfolio. Diese Fokussierung auf einzelne Produkte macht es im Vergleich zu den anderen Bestimmungsfaktoren im Modell ungleich schwieriger, die Variable auf Unternehmensebene zu erfassen bzw. auf metrisch skaliertem Niveau für das Gesamtunternehmen zu quantifizieren. Eine direkte Messung der Konstrukts ist nicht möglich.[39] Ob die Veränderung der technologischen Komplexität der Produkte einen entscheidenden Einfluss auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis eines Unternehmens ausübt, kann deshalb nur auf indirektem Weg ermittelt werden.

Aufbauend auf den Annahmen, dass Unternehmen aus denselben Branchenclustern ähnliche Produkte anbieten und die technologische Basis dieser Produkte durch ähnliche Komplexitäten bzw. Veränderungen der Komplexität gekennzeichnet sind, wird die Zugehörigkeit der Unternehmen zu den verschiedenen Branchenclustern als Indikator für die

---

[39] Zur Diskussion der Erfassung der technologischen Komplexität vgl. Granstrand/Oskarsson (1994).

technologische Komplexität des Produktprogramms verwendet. D. h., aus der Zugehörigkeit zu den verschiedenen Branchen werden Rückschlüsse auf die technologische Komplexität des Kernproduktprogramms gezogen. Bei Unternehmen aus demselben Branchencluster wird sich die technologische Komplexität der Kernprodukte nur wenig unterscheiden und ist vergleichsweise homogen. Zwischen den Branchenclustern bestehen dagegen deutliche Unterschiede. Die Ermittlung der Branchenzugehörigkeit basiert auf der im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Clusteranalyse. Im Rahmen der Überprüfung des Modells zu den Bestimmungsgründen der Breite der technologischen Kompetenzbasis wird die technologische Komplexität der Produkte mit Hilfe von sechs kategorialen Dummy-Variablen der Branchenzugehörigkeit erfasst:

- Automobil (*AU*);
- Chemie/Werkstoffe (*CH*);
- Pharma (*PH*);
- Maschinen- und Anlagenbau (*MB*);
- Elektronik (*EL*);
- Telekommunikation/Datenverarbeitung (*IT*).

Erfassung der Ausdehnung der internationalen Absatztätigkeit / Internationalisierung

Zur Messung des Internationalisierungsgrades gibt es in der Literatur (zum internationalen Management) zahlreiche Ansätze. Neben der Verteilung der Wertschöpfungs- und Absatztätigkeiten der Unternehmen finden in empirischen Studien bevorzugt ausländische Direktinvestitionen als Indikatoren zur Bestimmung des Internationalisierungsgrades von Unternehmen Verwendung.[40] Im konzeptionellen Teil des Beitrages wurde die Internationalisierung jedoch auf die Ausdehnung der Absatztätigkeit im Bereich bestehender Güter und Dienstleistungen in für das Unternehmen neue Ländermärkte bezogen. Da der Fokus der Untersuchung auf die Absatzwirkung der unternehmerischen Tätigkeit gerichtet ist, bleibt die Investitionstätigkeit der Unternehmen auf den ausländischen Märkten unberücksichtigt.

Eine einfache aber vergleichsweise grobe Möglichkeit, den absatzbezogenen Internationalisierungsgrad der Unternehmen zu bestimmen, bietet zunächst der relative Umsatzanteil, der mit Kunden außerhalb des Stammlandes erwirtschaftet wird (‚FTO-Ratio Umsatz'). Diese Kennzahl berücksichtigt zwar die relative Bedeutung des Auslandsgeschäfts, nicht aber die Anzahl der Märkte, in denen das Unternehmen tätig ist

---

[40] Zu einem Überblick vgl. Stephan/Pfaffmann (2001).

und deren Bedeutung im Einzelnen. Um den geographischen Diversifikationsgrad auf genauere Weise bestimmen zu können, findet deshalb erneut ein Streuungsmaß Verwendung. Analog zum Produktdiversifikationsgrad lässt sich die Internationalisierung als geographische Streuung der Umsatzanteile der Unternehmen über die ausländischen Märkte bestimmen. Auch hier wird auf das Entropiemaß zur Bestimmung der Diversifikation der Absatztätigkeit zurückgegriffen. In der empirischen Untersuchung wurde die Verteilung der Umsätze der Stichprobenelemente auf die fünf wichtigsten Weltregionen (Asien und Pazifischer Raum, Nordamerika, Latein- und Südamerika, Europa, Afrika und Mittlerer Osten) erfasst. Zusätzlich zu den fünf Weltregionen wurde das jeweilige Stammland der Unternehmen als weiterer Absatzmarkt berücksichtigt (zu einem analogen Vorgehen vgl. Hitt et al. 1997). Diese sechs Regionen (m=1...R; R ≤ 6) stellen in sich vergleichsweise homogene Markteinheiten dar und unterscheiden sich gegenseitig hinsichtlich der kulturellen und politischen Rahmenbedingungen. Der geographische Diversifikationsgrad *(DG)* errechnet sich wie folgt:

$$DG_x = \sum_{m=1}^{6} G_m \ln\left(\frac{1}{G_m}\right) \qquad (5)$$

G_m entspricht dem Anteil des in der Region erwirtschafteten Umsatzes des Unternehmens x. Das Entropiemaß berücksichtigt neben der Anzahl der verschiedenen Weltregionen, in denen ein Unternehmen tätig ist, auch deren relative Bedeutung.

4.4 Methodische Probleme der Zeitreihenuntersuchung

Der Untersuchungshorizont der empirischen Arbeit erstreckt sich über 20 Jahre (1983-2002). Insbesondere mit Blick auf die technologische Basis der Unternehmen ergeben sich methodische Probleme durch Veränderungen im Konsolidierungskreis. Die in der Stichprobe enthaltenen (Groß-)Unternehmen sind durch konzernartige Strukturen gekennzeichnet und agieren mit einer Vielzahl an rechtlich selbständigen Tochtergesellschaften. Problematisch bei Namensrecherchen zu Großunternehmen ist in diesem Zusammenhang, dass Patente häufig unter anders lautenden Namen von Tochtergesellschaften angemeldet werden. Für die untersuchten Unternehmen wurden deshalb alle zum Konsolidierungskreis gehörenden Tochtergesellschaften in die Recherche miteinbezogen.[41] Infolge von Akquisitionen, Fusionen oder Deinvestitionen verändert sich der Konsolidierungskreis und damit auch die Patentposition der Unternehmen, d. h. die dem Konzern zuzurechnenden Patente.

[41] Zu einem analogen Vorgehen vgl. Gavetti (1994), S. 3ff.

Deinvestitionen von Unternehmensteilen bzw. Tochtergesellschaften führen zu einer Verringerung der technologischen Kompetenzbasis, während Neugründungen, Fusionen und Akquisitionen das Technologieportfolio erweitern.

Problematisch bei der Erfassung der Patentanmeldungen sind diese Veränderungen insofern, als die relevanten Informationen in den Patentschriften (der Name des Anmelders) nachträglich nicht korrigiert werden. Legt man bspw. bei der Erfassung der Patentanmeldungen eines Unternehmens dessen Konsolidierungskreis am Ende der Untersuchungsperiode (2002) zugrunde, dann werden all jene Patentanmeldungen des Unternehmens nicht erfasst, die von Tochtergesellschaften getätigt wurden, die während des Untersuchungszeitraums deinvestiert wurden. Zumindest bis zum Zeitpunkt der Deinvestition wird die Breite der technologischen Basis zu gering abgebildet. Bei Akquisitionen besteht der gegenteilige Zusammenhang. Legt man dagegen bei der Erfassung der Patentanmeldungen eines Unternehmens dessen Konsolidierungskreis zu Beginn des Untersuchungszeitraums (1983) zugrunde, dann werden all jene Patentanmeldungen nicht erfasst, die von später gegründeten oder akquirierten Tochtergesellschaften getätigt werden. Der Patentbestand des Unternehmens wird deshalb nicht vollständig abgebildet. Auch hier gilt der gegenteilige Zusammenhang bei Deinvestitionen.

Streng genommen müsste deshalb bei der Erfassung der Patentanmeldungen der jeweils gültige Konsolidierungskreis zugrunde gelegt werden. Veränderungen im Konsolidierungskreis müssten durch eine möglichst engmaschige Unterteilung des Erhebungszeitraumes abgebildet werden. Ideal wäre bspw. eine Erfassung der Patentanmeldungen auf jährlicher Basis. Die jeweilige Definition des Konsolidierungskreises birgt aber insbesondere in der frühen Phase des Untersuchungszeitraumes, insbesondere bis 1990, aufgrund der nur lückenhaften Verfügbarkeit, Probleme. Als pragmatische Lösung wurde deshalb der Konsolidierungskreis der Unternehmen differenziert für die vier Untersuchungsintervalle zum jeweiligen Ende dieser Teilperioden (1987, 1992, 1997 sowie 2002) zugrunde gelegt. In der Patentdatenbank wurde für jedes der Unternehmen aus der Stichprobe eine Namensrecherche durchgeführt und die im Untersuchungszeitraum angemeldeten Patente auf Basis der jeweils relevanten Konsolidierungskreise in den Jahren 1987, 1992, 1997 sowie 2002 erfasst.

5. Ergebnisse der empirischen Untersuchung

5.1 Modellvariablen

Der Test des Untersuchungsmodells erfolgt mit Hilfe einer linearen multiplen Regressionsanalyse. Die Hypothese 1 geht dabei von einem nicht signifikanten Einfluss der unabhängigen Variablen ‚Veränderung der Wertschöpfungstiefe ($\Delta WT_{1983-2002}$)' auf die ‚Breite des Technologieportfolios ($\Delta TD_{1983-2002}$) aus. Zusätzlich zur Veränderung der Breite des Technologieportfolios fließt zudem der absolute Wert des technologischen Diversifikationsgrades zu Beginn des Untersuchungszeitraumes als Kontrollvariable ein (TD_{1983}). Neben den beiden zentralen Untersuchungsvariablen werden mehrere ergänzende Einflussvariablen auf die Breite der technologischen Kompetenzbasis in die Regressionsanalyse mit einbezogen. Durch den Einbezug der Variablen ‚Veränderung des Produktdiversifikationsgrades ($\Delta PD_{1983-2002}$)' findet der Einfluss der Breite des Produktprogramms Berücksichtigung (Hypothese 2). Die geographische Streubreite der geschäftlichen Aktivitäten wird über die Variable ‚Veränderung des Internationalisierungsgrades ($\Delta GD_{1983-2002}$)' in die Untersuchung einbezogen (Hypothese 4). Des Weiteren wird in der Untersuchung die Komplexität des vorhandenen Produktprogramms berücksichtigt (Hypothese 3). Es ist zu erwarten, dass Unternehmen mit Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit in ähnlichen Produktfeldern mit einer vergleichbaren Komplexität des Produktprogramms konfrontiert sind. Die Ermittlung der Branchenzugehörigkeit basiert dabei auf der im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Clusteranalyse. Da die Aufnahme einer kategorialen Branchenvariablen mit mehr als zwei Ausprägungen in die Reihe der unabhängigen Variablen des Regressionsmodells aus methodischer Sicht nicht möglich ist, wird die Branchenzugehörigkeit der Unternehmen über insgesamt sechs unabhängige Variablen mit dichotomer Merkmalsausprägung (Dummy-Variablen) erfasst (Automobil: AU; Chemie/Werkstoffe/Metallprodukte: CH; Maschinen-/Anlagenbau: MB; Elektronik: EL; Pharma: PH; Informationstechnik/Telekommunikation: IT).

Zwar wurden die Daten zu den verschiedenen unabhängigen Variablen auf jährlicher Basis bzw. im Fall der abhängigen Variablen auf vier Teilzeiträume bezogen erfasst, die Untersuchung der Kausalzusammenhänge erfolgt jedoch bezogen auf die Veränderungen über den kompletten Untersuchungshorizont (1983-2002). Eine Unterteilung erscheint insbesondere mit Blick auf die Veränderungsdynamik bei den einzelnen Variabeln nicht sinnvoll. Es ist zum einen zu erwarten, dass beträchtliche zeitliche Verzögerungen bei den Wirkungszusammenhängen bestehen. So ist es denkbar, dass Unternehmen erst zeitlich verzögert mit dem Abbau von technologischen Kompetenzen auf Outsourcing reagieren,

bspw. nachdem sich die Zusammenarbeit mit externen Zulieferern bewährt hat. Zudem werden nicht alle Innovationsprojekte unmittelbar nach der Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen gestoppt werden. Unterschiede in der zeitlichen Verzögerung können auch zwischen den Branchen bestehen. So wird in der Pharmabranche zwischen die Erweiterung der technologischen Kompetenzbasis und der Erweiterung des Produktprogramms eine größere zeitliche Verzögerung bestehen als bspw. in der Konsumelektronik.

5.2 Deskriptive Statistik

Die nachfolgenden Ausführungen zur deskriptiven Statistik verzichten jedoch nicht auf die detaillierte zeitliche Unterteilung der Entwicklung der verschiedenen Variablenwerte. Abb. 2 gibt einen Überblick über die wichtigsten deskriptiven statistischen Kennzahlen zu den zentralen abhängigen und unabhängigen Variablen der Untersuchung.

Abb. 2: Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
TD_{83}	50	0,60	1,25	1,01	0,17
TD_{90}	50	0,50	1,29	1,01	0,18
TD_{97}	50	0,27	1,27	0,97	0,21
TD_{02}	50	0,26	1,25	0,97	0,22
$\Delta TD_{1983\text{-}1990}$	50	-48,50	36,16	1,20	13,27
$\Delta TD_{1990\text{-}1997}$	50	-63,22	18,67	-4,15	12,15
$\Delta TD_{1997\text{-}2002}$	50	-30,00	30,00	-0,50	9,12
$\Delta TD_{1983\text{-}2002}$	50	-78,45	29,58	-3,03	18,97
WT83	50	0,24	0,55	0,38	0,07
WT90	50	0,18	0,53	0,38	0,07
WT97	50	0,22	0,57	0,36	0,08
WT02	50	0,19	0,58	0,33	0,09
ΔWT1983-1990	50	-48,02	40,51	-0,38	13,80
ΔWT1990-1997	50	-26,49	30,87	-6,30	10,67
ΔWT1997-2002	50	-25,00	2,00	-9,30	6,53
ΔWT1983-2002	50	-45,58	28,01	-15,05	18,39
PD_{83}	50	0,11	5,00	0,72	0,68
PD_{90}	50	0,05	5,25	0,71	0,71
PD_{97}	50	0,04	5,67	0,68	0,78
PD_{02}	50	0,05	5,39	0,67	0,75
$\Delta PD_{1983\text{-}1990}$	50	-88,46	60,00	0,15	23,63
$\Delta PD_{1990\text{-}1997}$	50	-79,58	111,91	-5,68	27,18
$\Delta PD_{1997\text{-}2002}$	50	-34,00	30,00	-1,94	10,47
$\Delta PD_{1983\text{-}2002}$	50	-88,65	88,66	-7,35	34,11
GD_{83}	50	0,27	0,73	0,51	0,11
GD_{90}	50	0,31	0,67	0,53	0,09
GD_{97}	50	0,33	0,72	0,56	0,09
GD_{02}	50	0,30	0,76	0,59	0,10
$\Delta GD_{1983\text{-}1990}$	50	-16,16	49,40	5,48	13,07
$\Delta GD_{1990\text{-}1997}$	50	-7,45	38,05	6,90	8,43
$\Delta GD_{1997\text{-}2002}$	50	-8,00	20,00	5,34	6,87
$\Delta GD_{1983\text{-}2002}$	50	-19,96	121,09	19,70	25,46

Betrachtet man die Entwicklung der Breite der technologischen Ressourcenbasis der Unternehmen, so zeigt sich, dass der technologische Diversifikationsgrad ($\Delta TD_{1983\text{-}2002}$) im Stichprobendurchschnitt leicht zurückgegangen ist (-3,03 Prozent). Die Wertschöpfungstiefe ist dagegen wesentlich stärker, nämlich um 15 Prozent abgesunken, von 0,38 im Jahr 1983 auf 0,33 im Jahr 2002. Im Untersuchungszeitraum haben die Unternehmen ebenfalls das Spektrum ihres Produktportfolios fokussiert (-7,35 Prozent), während der Internationalisierungsgrad deutlich erhöht wurde (19 Prozent).

Die nachfolgende Korrelationstabelle (Abb. 3) zeigt die stochastischen Zusammenhänge zwischen den Variablen, welche in die Regressionsanalyse einfließen (die Dummy-Variablen natürlich ausgenommen). Signifikante Korrelationen sind hervorgehoben

Abb. 3 Stochastische Zusammenhänge unter den Modellvariablen (Korrelationskoeffizient nach Pearson, N=50)

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
TD_{83}	Korrelation nach Pearson	-					
	Signifikanz (2-seitig)						
	N	50					
$?DT_{1983-2002}$	Korrelation nach Pearson	-0,191	-				
	Signifikanz (2-seitig)	0,183					
	N	50	50				
WT_{83}	Korrelation nach Pearson	**-0,371**	-0,133	-			
	Signifikanz (2-seitig)	**0,008**	0,356				
	N	**50**	50	50			
$?WT_{1983-2002}$	Korrelation nach Pearson	**-0,318**	0,205	0,022	-		
	Signifikanz (2-seitig)	**0,024**	0,154	0,879			
	N	**50**	50	50	50		
$?PD_{1983-2002}$	Korrelation nach Pearson	0,217	**0,383**	-0,278	-0,179	-	
	Signifikanz (2-seitig)	0,131	**0,006**	0,051	0,212		
	N	50	**50**	50	50	50	
$?GD_{1983-2002}$	Korrelation nach Pearson	0,270	0,061	-0,020	-0,190	0,257	-
	Signifikanz (2-seitig)	0,058	0,676	0,892	0,185	0,072	
	N	50	50	50	50	50	50

**: Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.
*: Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

5.3 Ergebnisse der multiplen Regression zu den Determinanten des Unternehmenswachstums

In der multiplen Regressionsanalyse werden die Koeffizienten sowie die Konstante *a* geschätzt. Die Regressionsanalyse wird in der schrittweisen Methode durchgeführt. In der Analyse wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 zugrunde gelegt. Insgesamt konnten alle 50 Unternehmen (N = 50) in der Analyse berücksichtigt werden. Die Ergebnisblöcke in Abb. 4 geben Aufschluss über den Einfluss der erklärenden Variablen auf die Veränderung der Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen. Das im Modellfit-Block abgetragene Bestimmtheitsmaß R^2 bzw. das korrigierte Bestimmtheitsmaß (korrigiertes R^2) deutet mit Werten von 0,321 bzw. 0,276 auf eine starke kausale Abhängigkeit der Breite des Technologieportfolios von den erklärenden Variablen hin. Demzufolge können 27,6 Prozent der Variation in der Veränderung der technologischen Kompetenzbasis in der Stichprobe durch das Modell erklärt werden. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit (Prob> F), die gegen null geht (0,000), ist das Gesamtmodell zugleich höchst signifikant. Von den ursprünglich elf

unabhängigen Variablen verfügen jedoch nur drei ($\Delta PD_{1983\text{-}2002}$, *IT und* TD_{1983}) über signifikante Regressionskoeffizienten. Die restlichen Variablen wurden aufgrund eines zu geringen Signifikanzniveaus aus dem Modell ausgeschlossen.

Abb. 4: Multiple Regressionsanalyse zu den Determinanten der Breite der technologischen Kompetenzbasis im Zeitraum 1983-2002 (N=60)

Anova-Block

Quelle	Summe d. quadr. Abweichungen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Abweichungen (MS)
Modell (MSS) Verbess. d. Schätzung durch Hypothesen	5652,998	3	1884,333
Residuum (RSS) Abweichung im Modell	11980,943	46	260,455
Gesamt (TSS) Variation	17633,941	49	

Modellfit-Block

Anzahl Beobacht.	=	50
F(3,46)	=	7,235
Prob > F	=	0,000
R^2 (erklärte Varianz)	=	0,321
korrigiertes R^2	=	0,276
Standardfehler des Schätzers	=	16,138

Koeffizienten-Block

	Koeffizienten	Beta-Koeffizienten	Standardfehler	T-Wert	Signifikanz	[95%-Konfidenzintervall]	
Konstante	33,011		14,104	2,340	0,024	4,620	61,402
$\Delta DP_{1983\text{-}2002}$	0,235	0,422	0,069	3,383	0,001	0,095	0,375
IT	-15,853	-0,309	6,242	-2,540	0,015	-28,418	-3,288
DT_{1983}	-31,581	-0,287	13,680	-2,308	0,026	-59,118	-4,044

Der stärkste Einfluss auf die Veränderung der Breite der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen geht von der Veränderung des Produktprogramms aus. Wie in Hypothese 2 vorhergesagt, besteht ein positiver Einfluss (0,422) auf die zu erklärende Variable. Einen negativen Einfluss hat dagegen die Branchenzugehörigkeit zur IT-Industrie sowie der technologische Diversifikationsgrad zu Beginn der 1980er Jahre. Je breiter die technologische Kompetenzbasis der Unternehmen zu Beginn der Untersuchungsperiode war, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese ihr Technologieportfolio fokussiert haben. Kein Einfluss auf die Veränderung der technologischen Kompetenzbasis ging jedoch von der Wertschöpfungstiefe der Unternehmen aus. Mit einem Beta-Koeffizienten von 0,102 und einem Signifikanzwert von 0,475 wurde diese Einflussvariable aus dem Modell ausgeschlossen. Die Ausgangshypothese des vorliegenden Beitrags kann somit bestätigt werden: Die vertikale Spezialisierung übt keinen Einfluss auf die Breite des Technologieportfolios der Unternehmen aus. Nicht bestätigt werden konnte allerdings Hypothese 4: Der Internationalisierungsgrad (GD) übt keinen signifikanten Einfluss auf die zu erklärende Variable aus.

6. Diskussion der Ergebnisse

Während der letzten 20 Jahre (1983-2002) hat sich die Breite des Technologieportfolios verstärkt von der Entwicklung der Wertschöpfungstiefe entkoppelt. Obwohl im Stichprobendurchschnitt die Werte für beide Kenngrößen zurückgegangen sind, war der Rückgang bei der Wertschöpfungstiefe mit 15 Prozent deutlich stärker als der Rückgang des Technologiespektrums (-3,03 Prozent). Diese Entkopplung konnte in der multiplen Regressionsanalyse bestätigt werden: Der Grad der vertikalen Spezialisierung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die zu erklärende Variable. Damit lässt sich die eingangs aufgeworfene Fragestellung beantworten: Die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer geht nicht mit dem Abbau der technologischen Kompetenzbasis einher. Die zentrale Hypothese des Beitrags wurde bestätigt.

Kein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen der geographischen Diversifikation und der Breite der Technologieportfolios der Unternehmen. Dieser nicht vorhandene Kausalzusammenhang kann mit der Definition und der Messung des Konstrukts des Internationalisierungsgrades erklärt werden. Absatzbezogenen Internationalisierungsbestrebungen richten sich demzufolge primär auf Märkte, in denen die Produkte nur mit wenigen (technologischen) Veränderungen angeboten werden können. Nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war es allerdings, die Auswirkungen von Direktinvestitionen der Unternehmen auf die Breite der Technologiebasis zu beleuchten.

Die technologische Komplexität des vorhandenen Leistungsprogramms - operationalisiert über die Branchenzugehörigkeit (Hypothese 3) – hatte lediglich bei Unternehmen aus der IT-Industrie einen scheinbar signifikant negativen Einfluss. Dieses Ergebnis ist jedoch mit Vorsicht zu genießen. Die Unternehmen aus der IT-Branche haben während des Untersuchungszeitraumes ihr Produktprogramm überdurchschnittlich stark refokussiert, was ebenfalls einen entsprechend negativen Einfluss auf den technologischen Diversifikationsgrad nach sich gezogen haben könnte.

Kritisch sind abschließend zu dieser Untersuchung zwei Punkte zu vermerken: (1) Die Arbeit hat den Einfluss der Wertschöpfungstiefe auf die Breite der technologischen Basis der Unternehmen untersucht. Dabei wurde jedoch nicht explizit berücksichtigt, auf welchen Stufen sich die Unternehmen in der Wertschöpfungskette positionieren. Ob sich Unternehmen als Endhersteller oder als (System-)Zulieferer in der Wertschöpfungskette positionieren wirkt sich aber sehr wahrscheinlich auf das Profil und die Breite der technologischen Basis aus. Zwar handelt es sich bei all den Unternehmen in der Stichprobe um große multinationale Unternehmen, aber einige Unternehmen (u. a. Bosch) haben sich in

einigen Kerngeschäftsfeldern als Systemzulieferer positioniert. Relativierend ist hierzu aber anzumerken, dass auch solche Systemzulieferer ihrerseits wiederum mit kleineren Komponenten- und Teilezulieferern zusammenarbeiten (so genannte 2nd & 3rd-tier-Lieferanten). Trotz der Abschwächung dieses Einwandes sollte in zukünftigen Untersuchungen die Rolle und Position der Unternehmen in der Wertschöpfungskette berücksichtigt werden. (2) Ebenfalls Berücksichtigung finden sollte die technologische Unsicherheit, mit der sich die zu untersuchenden Unternehmen konfrontiert sehen. Denn auch die technologische Unsicherheit im Branchenumfeld der Unternehmen wird einen bedeutenden Einfluss auf die Breite der technologischen Ressourcenbasis ausüben. Die technologische Unsicherheit wird dabei im Wesentlichen von der Lebenszyklusphase beeinflusst, in der sich die Technologie befindet.

Literaturverzeichnis

Andersen, B. H., Cantwell, J. (1999), How firms differ in their types of technological competencies and why it matters, CRIC Discussion Paper, Nr. 25, Januar 1999.

Bruisoni, S., Prencipe, A., Pavitt, K. (2001), Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: Why do firms know more than they make?, in: Administrative Science Quarterly, Jg. 46, S. 597-621.

Bruisoni, S., Prencipe, A. (2001): Unpacking the black box of modularity: Technologies, products, organisations, in: Industrial and Corporate Change, Jg. 10, S. 179-205.

Bühner, R. (1991): Produktdiversifikation auf der Basis eigenen technologischen Know-hows, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 61, Heft 12, S. 1395-1412.

Burr, W., Stephan, M. (2004): Arbeits- und Kompetenzverteilung in systemisch geprägten Industrien: Theoretische Überlegungen und empirische Befunde aus der Netzwerkausrüsterbranche, in: Hinterhuber, H. et al. (2004): Entwicklungen im Strategischen Kompetenzmanagement, Wiesbaden.

Busse V. Colbe, W., Chmielewicz, K. (1988), Das neue Bilanzrichtlinien-Gesetz, Die Betriebswirtschaft (DBW), Jg. 46, S. 289-347.

Cantwell, J., Piscitello, L. (1999): The Emergence of Corporate International Networks for the Accumulation of Dispersed Technological Competences, in: Management International Review, Special Issue 1999/1, S. 123-147.

Cantwell, J., Piscitello, L. (1997), A note on the Causality Between Technological Diversification and Internationalization, Discussion Paper in Quantitative Economics and Computing No. 52, May 1997, University of Reading, Department of Economics.

Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991), On the nature, function, and composition of technical systems, in: Journal of Evolutionary Economics, Jg. 1, S. 93-118.

Carmines, E. G., Zeller, R. A. (1979): Reliability and Validity Assessment, Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, Newbury Park.

Christensen, J. F. (1998): Pursuing Corporate Coherence in Decentralized Governance Structures - The Role of Technology Management in Multi-Product Companies, DRUID Summer Conference ‚Competencies, Governance and Entrepreneurship', Juni 1998, Bornholm, Denmark.

Ethiraj, S., Puranam, P. (2004): The Distribution of R&D effort in Systemic In-dustries: Implications for Competitive Performance, in: Baum, J. A. C., Mcgahan, A. M. (Hrsg.): Business Strategy over the Industry Life Cycle, Boston (MA), S. 225-253.

Fai, F. M., Cantwell, J. (1999), The Changing Nature of Corporate Technological Diversification and the Importance of Organizational Capability, in: Dow, S. C., Earl, P. E. (Hrsg.), Contingency, Complexity and the Theory of the Firm, Essays in Honour of Brian Loasby, Cheltenham.

Gambarella, A., Torrisi, S. (1998), Does Technological Convergence Imply Convergence in Markets? Evidence from the Electronics Industry, in: Research Policy, Jg. 27, S. 445-463.

Gavetti, G. (1994), Strategies of Multinational Firms in the Patent Domain in Europe, Working Paper for the Commission of the European Communities, Milan.

Gerybadze, A., Stephan, M. (2004): Expansion durch Diversifikation: Wachstumsstrategien in multinationalen Unternehmen, in: Wildemann, H. (Hrsg.), Organisation und personal, Festschrift für Rolf Bühner, München 2004, S. 399-428.

Granstrand, O., Sjölander, S. (1990): Managing Innovation in Multi-Technology Corporations, in: Research Policy, Jg. 19, Heft 1, S. 35-60.

Granstrand, O., Oskarsson, C. (1994), Technology Diversification in „MUL-TECH“ Corporations, in: IEEE Transactions on Engineering Management, Jg. 41, Heft 4, S. 355-364.

Haller, A. (1997), Wertschöpfungsrechnung: Ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext, Stuttgart.

Haupt, R., Jahn, K., Lange, M., Ziegler, W. (2004): Der Patentlebenszyklus: Methodische Lösungsansätze der externen Technologieanalyse, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Working Paper 2004.

Hitt, M. A., Hoskisson, R. E., Kim, H. (1997): International Diversification: Effects on Innovation and Firm Performance in Product-Diversified Firms, in: Academy of Management Journal, Jg. 40, Heft 4, S. 767-798.

Jolly, V. K. (1997): Commercializing New Technologies: Getting from Mind to Market, Harvard Business School Press, Boston (MA).

Klepper, S. (1997): Industry Life Cycles, in: Industrial and Corporate Change, Jg. 6 (1), S. 145-181.

Macher,J. T., Mowery, D. C. (2004), Vertical Specialization and Industry Structure in High Technology Industries, in: Baum, J. A. C., Mcgahan, A. M. (Hrsg.), Business Strategy over the Industry Life Cycle, S. 317-355, Amsterdam.

Metcalfe, S. J. (1998): Evolutionary Economics and Creative Destruction: The Graz Schumpeter Lectures 1, London.

Narin, F., Carpenter, M. P., Woolf, P. (1984), Technological Performance Assessments Based on Patents and Patent Citation, in: IEEE Transactions on Engineering Management, Jg. EM-31, Heft 4, S. 172-183.

Pavitt, K. L. (1988), Uses and Abuses of Patent Statistics, in: Raan, Antony F. J. van (Hrsg.), Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, Amsterdam, S. 509-536.

Penrose, E. (1959): The Theory of the Growth of the Firm, New York.

Pfaffmann, E. (2001): Kompetenzbasiertes Management in der Produktentwicklung, 1. Auflage, Wiesbaden.

Prencipe, A. (2000): Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: The case of the aircraft engine control system, in: Research Policy, Jg. 29, S. 895-911.

Prencipe, A. (1997): Technological capabilities and product evolutionary dynamics: A case study from the aero engine industry, in: Research Policy, Jg. 25, S. 1261-1276.

Sahal, D. (1981), Alternative conceptions of technology, in: Research Policy, Jg. 10, Heft 1, S. 2-24.

Schmoch, U. (1999), Impact of international patent applications on patent indicators, in: Research Evaluation, Jg. 8, August, S. 119-131.

Stephan, M. (2005): Verbundeffekte und industrielle Wechselproduktion: Systematisierung und Quantifizierung des „Economies of Scope“-Effekts, in: WiSt, Heft 9, September 2005, S. 512-515.

Stephan, M. (2003): Determinanten der technologischen Diversifikation, Wiesbaden 2003.

Stephan, M., Pfaffmann, E. (2001): Detecting the Pitfalls of Foreign Direct Investment: Scope and Limits of FDI Data, in: Management International Review, Jg. 41, Heft 2, S. 189-218.

Stuart, T. E., Podolny, J. M. (1996), Local Search and the Evolution of Technological Capabilities, in: Strategic Management Journal, Jg. 17, Heft 1, S. 21-38.

von Tunzelmann, G. N. (1998): Localised technological search and multitechnology companies, in: Economics of Innovation and New Technology, Jg. 6, S. 231-255.

Weber, H. K. (1994), Die Wertschöpfungsrechnung auf der Grundlage des Jahresabschlusses, in: Wysocki, K. von, Osterloh, J. (Hrsg.), Handbuch des Jahresabschlusses in Einzeldarstellung, Loseblatt, Köln.

Herausgeber Michael Stephan

Department of Technology and
Innovation Management

Philipps-University Marburg
Am Plan 2
35037 Marburg

Erscheinungsort Marburg, Deutschland

ISSN 1864-2039