

Soppe, Birthe

Working Paper

Warum sollten Endhersteller und Zulieferer mehr innovieren als produzieren? Eine empirische Analyse der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzverteilung in der Automobilindustrie

Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 07-02

Provided in Cooperation with:

Department of Technology and Innovation Management (TIM), Philipps-University Marburg

Suggested Citation: Soppe, Birthe (2013) : Warum sollten Endhersteller und Zulieferer mehr innovieren als produzieren? Eine empirische Analyse der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzverteilung in der Automobilindustrie, Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 07-02, Philipps-University Marburg, Department of Technology and Innovation Management, Marburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/112705>

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.



Philipps-University Marburg
Department of Technology and Innovation Management

Discussion Papers on Strategy and Innovation

Discussion Papers on Strategy and Innovation 07-02

Birthe Soppe

Warum sollten Endhersteller und Zulieferer mehr innovieren als produzieren?

Eine empirische Analyse der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzverteilung in der Automobilindustrie

Birthe Soppe¹

Warum sollten Endhersteller und Zulieferer mehr innovieren als sie produzieren?

Eine empirische Analyse der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzverteilung in der Automobilindustrie

*Discussion Paper 07-02
Marburg, June 2007
ISSN 1864-2039*

¹ Dipl. oec. Birthe Soppe, Chair for Management of Innovation and Technology. Contact: University of Regensburg, D-93040 Regensburg, Tel: ++49-941-943-2673, Fax: ++49-941-943-3230, E-mail: birthe.soppe@wiwi.uni-regensburg.de

Abstract

Der Prozess der vertikalen Spezialisierung ist eine Entwicklung, die sich vor allem in technologieintensiven, dynamischen Branchen durchzusetzen scheint. Der Trend zur vertikalen Spezialisierung geht einher mit einer verstärkten Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer und führt somit zu einer Verringerung der Wertschöpfungstiefe der Endhersteller. Insbesondere im Zuge der Produktion komplexer und technologieintensiver Produkte wie Automobile, Halbleiter oder Computer lässt sich ein solcher Trend beobachten. Die wirtschaftlichen Gründe, die diesen Prozess antreiben, liegen überwiegend in der anhaltenden Komplexitätssteigerung der Endprodukte bei gleichzeitiger Kostenreduktion. Zudem können die Endhersteller im Zuge der Abgabe von Wertschöpfungsleistungen auch Risiken wie bspw. Mengen-, Lagerungs- und Entwicklungsrisiken reduzieren sowie ihre Fixkosten und den Finanzierungsbedarf der kapitalintensiven Forschung und Entwicklung auf externe Zulieferer übertragen.

Der vorliegende Beitrag umfasst eine empirische Analyse der Frage, welchen Einfluss der Trend der zunehmenden vertikalen Spezialisierung auf das Spektrum technologischer Innovationsbemühungen bzw. auf die technologische Kompetenzbasis von Endherstellern und (System)Zulieferern hat. Die Untersuchung umfasst eine Stichprobe von insgesamt 29 multinationalen Unternehmen der Automobilindustrie. Die Auswahl der OEMs und Zulieferer erfolgte aus der Grundgesamtheit der Top-100 umsatzstärksten Unternehmen der Automobilbranche. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich auf insgesamt 20 Jahre (1983 bis 2002).

Als ein wesentliches Ergebnis der empirischen Untersuchung lässt sich festhalten, dass nicht nur Endhersteller, sondern überraschenderweise auch große Zulieferunternehmen ihren Wertschöpfungsumfang im Zeitablauf reduziert haben. Es zeigt sich dabei, dass diese Verringerung der Wertschöpfungstiefe jedoch nicht zu einem Abbau technologischer Kompetenzen führt, sondern dass die Unternehmen das korrespondierende technologische Wissen weiterhin in-house halten. Eine weitere wesentliche Beobachtung ist, dass die Unternehmen trotz Outsourcingaktivitäten die Breite ihrer technologischen Basis sogar noch erweitern. Diese empirischen Befunde gelten dabei für OEMs und Zulieferer gleichermaßen. Dabei spielt die unterschiedliche Positionierung der beiden Akteursgruppen (OEMs und Systemzulieferer) im Wertschöpfungsprozess eine wesentliche Rolle bei der Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis. Endhersteller verfügen prinzipiell über ein breiter aufgestelltes Technologieprofil als Systemzulieferer.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Einleitung | 1 |
| 2. | Vertikale Spezialisierung gleich technologischer Kompetenzabbau? | 2 |
| 2.1 | Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis von Endherstellern | 5 |
| 2.2 | Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis von Zulieferern | 8 |
| 2.3 | Einfluss der unterschiedlichen Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette auf die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis | 9 |
| 3. | Untersuchungsdesign | 9 |
| 3.1 | Auswahl des Untersuchungssamples | 9 |
| 3.2 | Methode zur Messung der vertikalen Spezialisierung | 10 |
| 3.3 | Methode zur Erfassung der technologischen Wissensbasis | 12 |
| 3.4 | Methode zur Quantifizierung der Breite der technologischen Basis | 14 |
| 4. | Ergebnisse der empirischen Analyse | 16 |
| 4.1 | Deskriptive Statistik | 17 |
| 4.2 | Kausalanalyse | 20 |
| 4.2.1 | Stochastische Zusammenhänge der Modellvariablen | 21 |
| 4.2.2 | Multiple Regression zum Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis | 23 |
| 4.2.3 | Multiple Regression zum Einfluss der Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette auf die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis | 26 |
| 5. | Diskussion der Ergebnisse | 29 |
| | Literaturverzeichnis | 31 |

1. Einleitung

Das Phänomen der vertikalen Spezialisierung ist eine Entwicklung, die sich vor allem in technologieintensiven, dynamischen Branchen durchzusetzen scheint. Insbesondere im Zuge der Produktion komplexer und technologieintensiver Produkte wie Automobile, Halbleiter oder Computer lässt sich ein solcher Trend beobachten.² Die vertikale Spezialisierung kennzeichnet dabei den Restrukturierungsprozess einer Wertschöpfungskette der Gestalt, dass die jeweiligen Stufen der Wertschöpfungskette der Kontrolle unterschiedlicher, unabhängiger Unternehmen unterliegen.³ Der Trend zur vertikalen Spezialisierung geht einher mit einer verstärkten Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer und führt somit zu einer Verringerung der Wertschöpfungstiefe. Wertschöpfungsprozesse zur Erstellung komplexer Produkte sind damit in der Regel durch eine hohe Arbeitsteilung gekennzeichnet. Dies impliziert, dass sich die jeweiligen Marktakteure auf bestimmte Bereiche des Leistungsprozesses fokussieren und hier spezialisierte Kompetenzen⁴ aufbauen. Demnach agieren Unternehmen entsprechend ihrer Spezialisierung auf unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette, wobei die spezialisierten Produkte vorgelagerter Unternehmen in die Leistungsherstellung von Unternehmen auf nachfolgenden Stufen integriert werden. Der Endhersteller, welcher das Endprodukt schließlich veräußert, bildet das Ende einer solchen Wertschöpfungskette.⁵

Eine der ersten Studien zu vertikal spezialisierten Industriestrukturen stammt von Stigler, welcher einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten vertikaler Spezialisierung und dem Lebenszyklus einer Industrie identifiziert.⁶ Andere Studien zum vertikalen Spezialisierungsprozess beschäftigen sich mit dem Phänomen bspw. vor dem Hintergrund der Marktgröße oder mit Auswirkungen dieses Trends auf die organisatorische Struktur von Unternehmen. Nur wenige theoretische und empirische Abhandlungen befassen sich dagegen mit den Auswirkungen dieser Strategie auf die Innovationstätigkeit und den Umfang technologischen Wissens von Unternehmen.⁷ Geht mit der Strategie der vertikalen Spezialisierung und der damit verbundenen Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen zugleich ein Abbau von

² Vgl. Pfaffmann (2001); Burr/Stephan (2004); Stephan (2003).

³ Vgl. Macher/Mowery (2004), S. 318. Das gegenläufige Phänomen zur vertikalen Spezialisierung stellt die vertikale Integration von Unternehmen dar, welche die Ausdehnung von Unternehmensaktivitäten auf bisher nicht bearbeitete, vor- oder nachgelagerte Stufen der Wertschöpfungskette beschreibt.

⁴ Kompetenz kann dabei als die Verknüpfung von produktivem Wissen und dessen Anwendung definiert werden. Vgl. Krogh von/Roos (1992), S. 424.

⁵ Vgl. Pfaffmann (2001), S. 7.

⁶ Vgl. Stigler (1951).

⁷ Einige der wenigen empirischen Analysen zum Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzbasis von Unternehmen stammen von Brusoni et al. (2001), Granstrand et al. (1997) sowie Stephan (2005).

Innovationsbemühungen einher? Insbesondere der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Wertschöpfungstiefe und der Veränderung des Spektrums technologischer Innovationsaktivitäten ist für Unternehmen in forschungs- und technologieintensiven Industrien nicht ohne eine tiefere Analyse zu beantworten, aber aus der langfristigen Perspektive heraus von strategischer Bedeutung im Innovationswettbewerb. Gänzlich vernachlässigt worden ist in bisherigen Studien zu dieser Thematik zudem die Analyse, welche Auswirkungen die zunehmende vertikale Spezialisierung auf die unterschiedliche Rolle und Positionierung der Unternehmen als Endhersteller oder Zulieferer in der Wertschöpfungskette hat. Bauen Endhersteller im Zuge der Fremdvergabe wertschöpfender Aktivitäten zugleich Kompetenzen in ausgelagerten Technologiebereichen ab? Erfahren Zulieferer einen Kompetenzaufbau, indem sie vermehrt Wertschöpfungsleistungen übernehmen? Die Forschungsleitfrage des vorliegenden Beitrags zielt demnach auf die Auswirkungen der vertikalen Spezialisierung auf den Umfang technologischer Innovationsaktivitäten für Endhersteller und Zulieferer ab.

Forschungsleitfrage:

Welchen Einfluss übt der Trend der zunehmenden vertikalen Spezialisierung auf das Spektrum technologischer Innovationsbemühungen von Endherstellern und Zulieferern aus?

Der nachfolgende Abschnitt beschäftigt sich aus theoretischer Sicht mit dem Zusammenhang zwischen der vertikalen Spezialisierung und der Breite der technologischen Kompetenzbasis unterschiedlicher Akteurskategorien und dient der Formulierung konkreter Untersuchungshypothesen, anhand derer die oben genannte Forschungsleitfrage konkretisiert und empirisch analysiert werden kann.

2. Vertikale Spezialisierung gleich technologischer Kompetenzabbau?

In den letzten Jahren lässt sich in bedeutenden Industriebranchen eine eindeutige Verringerung des Wertschöpfungsumfangs beobachten.⁸ Insbesondere seitens der Endhersteller ist eine Tendenz zur zunehmenden Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer beobachtbar. Mit der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe von Unternehmen geht der Prozess der vertikalen Spezialisierung einher. Teile des Produktionsprozesses werden ausgelagert bzw. von Dritten bezogen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Eine unternehmensübergreifende Arbeitsteilung mit spezialisierten Akteuren ist die Folge.

⁸ Einen Überblick über die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe verschiedener Branchen bietet Sydow (1992), S. 19ff.

Die Zerlegbarkeit eines komplexen Gesamtprodukts orientiert sich an der Beziehung zwischen den Subsystemen des Produkts. Die Beziehung zwischen Subsystemen eines hierarchisch aufgebauten Produkts ist die Produktarchitektur. Genauer lässt sich unter der Produktarchitektur die systematische Beschreibung der Relation zwischen den Funktionen eines Produkts und dessen physischen Komponenten bzw. Subsystemen verstehen.⁹ Dabei sind zwei Arten von Produktarchitekturen zu unterscheiden: Die modulare und die integrale Architektur. Eine modulare Produktarchitektur liegt vor, wenn jede Funktion klar einer physischen Komponente zugeordnet werden kann. Bei der integralen Architektur sind die Funktionen und Subsysteme stark miteinander verbunden und können nur schwer separiert werden. Als Voraussetzung für eine intensive Arbeitsteilung und einer damit einhergehenden Spezialisierung der Akteure gilt die modulare Beziehung zwischen den Subsystemen des Gesamtprodukts. Nur bei Vorliegen einer solchen Architektur können die einzelnen Bestandteile eines Produkts entkoppelt und auf unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette gefertigt werden. Umgekehrt lässt sich argumentieren, dass eine modulare Produktarchitektur die Spezialisierung von Unternehmen im Wertschöpfungsprozess fördert. Aufgrund genau definierter Schnittstellen und eindeutig festgelegter Funktionen wirkt sich die Modularität positiv auf die Kompetenzverteilung und die zwischenbetriebliche Zusammenarbeit innerhalb einer Industrie aus.¹⁰ Bei Vorliegen einer integralen Architektur ist es dagegen nicht möglich, einzelne Systeme isoliert voneinander zu fertigen. Die modulare Struktur eines Produkts gilt daher als eine wichtige Voraussetzung für die Herausbildung der vertikalen Spezialisierung von Akteuren auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen. Das organisatorische Pendant zu einer modularen Produktarchitektur stellen Outsourcing-Aktivitäten dar.¹¹

Überträgt man diese einführenden Überlegungen zur Produktarchitektur auf die Industrien mit komplexen, systemischen Produkten, so lässt sich feststellen, dass keine modulare Produktarchitektur im eigentlichen Sinne vorliegt. Das komplexe Gesamtgerüst eines solchen Produktes lässt sich zwar zerlegen in einzelne große Subsysteme, die wiederum tiefer untergliedert werden können in weitere Subsysteme. Die einzelnen Systeme umfassen jedoch oftmals eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen. Um nun diese Vielzahl von Funktionen, die ein Subsystem umfasst, aufeinander abstimmen zu können, sind Systemintegratoren nötig. Die Aufgabe von Systemintegratoren ist es, als eine zentralisierte Einheit den gesamten Herstellungsprozess zu koordinieren und aufeinander abzustimmen. Systemintegratoren verfügen über das architektonische Wissen des gesamten Produkts und ermögli-

⁹ Vgl. Ulrich (1995), S. 420.

¹⁰ Vgl. Burr/Stephan (2004), S. 258.

¹¹ Vgl. Sako (2003), S. 249.

chen es daher, die Leistungserstellung auf unterschiedliche Akteure zu verteilen.¹² Die physische Trennbarkeit eines komplexen Produkts und die damit einhergehende Herausbildung vertikaler Spezialisierung kann demnach nur erfolgreich durchgeführt werden, wenn der gesamte Herstellungsprozess von einer zentralen Stelle koordiniert wird.

Im Zentrum des vorliegenden Beitrags steht die Frage, welchen Einfluss dieser Trend der vertikalen Spezialisierung auf das Spektrum technologischer Innovationsbemühungen bzw. auf die technologische Kompetenzbasis von Endherstellern und Zulieferern hat. Die technologische Basis eines Unternehmens umfasst dessen technologische Assets und Aktivitäten. Ein Unternehmen kann das Spektrum seiner technologischen Ressourcenbasis erweitern, indem es bestehende technologische Vermögenswerte und Aktivitäten ausbaut oder neue Technologiebereiche erschließt. Diese Differenzierung zwischen dem Ausbau bestehender technologischer Assets und der Erschließung neuer Technologiebereiche impliziert eine erste Präzisierung der Forschungsleitfrage: In Hinblick auf die Innovationsbemühungen von OEMs und Zulieferern besteht zum einen die Frage, ob der Prozess der vertikalen Desintegration einen technologischen Kompetenzabbau bedingt oder ob die technologischen Kompetenzen weiterhin in-house gehalten werden. Zum anderen ist ungewiss, ob Unternehmen trotz Outsourcingaktivitäten in neue bzw. fremdvergebene Technologiebereiche diversifizieren.

Spontan könnte man vermuten, dass die Auslagerung von Wertschöpfungsleistungen an externe Zulieferer prinzipiell mit einer Verringerung von Innovationsaktivitäten in den ausgegliederten Bereichen einhergeht. Somit würde die zunehmende vertikale Spezialisierung in einem Abbau technologischen Know-hows münden. Studien technologieintensiver Industrien widersprechen jedoch dieser Sichtweise. Bspw. weist Prencipe in einer Studie über Flugzeugturbinenhersteller darauf hin, dass die Endhersteller über technologisches Wissen für bestimmte Komponenten verfügen, deren Produktion vollständig ausgelagert ist.¹³ Eine weitere Studie über Unternehmen der Elektronikindustrie bekräftigt, dass die OEMs trotz Outsourcing-Aktivitäten ihr Technologiespektrum weiter ausgebaut haben.¹⁴ Eine generalisierende Untersuchung von Großunternehmen zeigt, dass diese grundsätzlich ihr Technologiespektrum weiter ausdehnen, obwohl das Produktspektrum zunehmend eingeschränkt wird.¹⁵ Diese und andere Studien werfen die Frage auf,

12 Vgl. Sako (2003), S. 232f.

13 Vgl. Prencipe (1997).

14 Vgl. Gambardella/Torrisi (1998).

15 Vgl. Granstrand et al. (1997).

„...why firms maintain technological capabilities in a number of fields wider than those in which they decide to produce [...].¹⁶

Der zentrale Untersuchungsaspekt dieser Arbeit zielt auf die Frage, welche Auswirkungen die Strategie der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Ressourcenbasis von Unternehmen hat. Um in diesem Kontext auch den Einfluss der unterschiedlichen Positionierung der Unternehmen in der Wertschöpfungskette auf die Ausgestaltung von Technologieprofilen beachten zu können, wird die Analyse zusätzlich differenziert für die zwei Akteurskategorien Endhersteller und Zulieferer. Führt die Abgabe von Wertschöpfungsleistungen seitens der OEMs zu einem Abbau technologischer Kompetenzen? Verringern Endhersteller im Zuge von Outsourcing-Aktivitäten den Umfang ihrer F&E-Aktivitäten, um sich nur auf ihre Kerntechnologiebereiche konzentrieren zu können? Inwiefern wird die technologische Basis der Zulieferer von dieser Strategie beeinflusst? Diese Fragen sollen zunächst aus theoretischen Überlegungen heraus diskutiert werden, bevor in Kapitel 4 der empirische Test der angestellten Überlegungen folgt.

2.1 Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis von Endherstellern

Zwei mögliche Szenarien bezüglich der Auswirkungen der zunehmenden vertikalen Spezialisierung auf die Veränderung der technologischen Basis von OEMs sind vorstellbar. Zum einen könnte die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen mit einer Abgabe von (nicht mehr benötigten) technologischen Kompetenzen einhergehen. In diesem Fall würden die OEMs ihre Innovationsbemühungen verringern und sich verstärkt auf ihre spezifischen Kernbereiche fokussieren. Zum anderen lässt sich argumentieren, dass die Endhersteller aufgrund ihrer Funktion als Koordinator des gesamten Wertschöpfungsprozesses technologisches Wissen auch außerhalb ihrer Kernbereiche beibehalten bzw. aufbauen müssen, um Schnittstellenprobleme zu überwinden. Dies würde bedeuten, dass die OEMs ihre Wissensbasis trotz Outsourcing-Aktivitäten weiter ausbauen.

Ein theoretischer Ansatz zur Begründung, warum der Umfang technologischen Wissens vom Spektrum produktiver Aktivitäten der Unternehmen entkoppelt ist, stellt bspw. die Transaktionskostentheorie dar. Zur Absicherung gegen opportunistisches Verhalten seitens der Wertschöpfungspartner müssen Endhersteller auch über spezifisches Wissen in den ausgelagerten Bereichen verfügen.¹⁷ Argumente für eine erhöhte Wissensbasis finden sich auch

¹⁶ Brusoni et al. (2001), S. 597.

¹⁷ Vgl. Williamson (1985).

hinsichtlich der Rolle und Positionierung der Unternehmen in der Wertschöpfungskette. OEMs übernehmen die Rolle des Produktendherstellers. Mit dieser Rolle geht u. a. die Aufgabe einher, den gesamten Wertschöpfungsprozess sowie das umfassende Zulieferernetzwerk einer (systemischen) Industrie zu organisieren. Die Herausforderung besteht dabei darin, die vielschichtigen Technologien, welche in einem komplexen Endprodukt involviert sind, aufeinander abzustimmen. Ohne technologische Kompetenzen auch in den an Zulieferer ausgelagerten Bereichen ist eine solche Koordinationsleistung nicht möglich. Insbesondere das Herstellen komplexer Produkte erfordert ein gewisses Maß an technologischem Verständnis, um die Integration und Anpassung von Zuliefertechnologien sicherstellen zu können.¹⁸ Um ein funktionsfähiges Produkt herzustellen, müssen die Endhersteller daher über Integrationskompetenzen verfügen, welche nur durch die Beibehaltung technologischen Hintergrundwissens fremdvergebener Bereiche erzielt werden können.¹⁹ Nur so können zwischenbetriebliche Schnittstellen überwunden werden.

Die angeführten Argumente sprechen zunächst dafür, dass die Endhersteller aufgrund ihrer Rolle als Systemintegratoren im Wertschöpfungsprozess ihre technologische Wissensbasis trotz zunehmender vertikaler Spezialisierung in-house halten. Um wettbewerbsfähig bleiben zu können, wird der geschmälerete Umfang produktiver Aktivitäten nicht mit einer Vernachlässigung oder Abgabe technologischer Kompetenzen einhergehen. Hinsichtlich der Innovationstätigkeit von OEMs und ihrer Rolle im Wertschöpfungsprozess führt diese Argumentationslinie zu einer ersten zentralen Hypothese dieser Arbeit:

Hypothese 1:

Die zunehmende vertikale Spezialisierung bedingt keinen Abbau technologischer Kompetenzen: Aufgrund ihrer Rolle als Systemintegratoren behalten OEMs trotz Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen entsprechende technologische Kompetenzen weiterhin in-house.

In Hinblick auf die Untersuchung der Innovationstätigkeit von Endherstellern komplexer Produkte ist zudem von Interesse, inwiefern sich die Breite der technologischen Ressourcengrundbasis bzw. der Umfang des Technologieprofils von OEMs im Zuge von Outsourcingaktivitäten verändert. Reduzieren Endhersteller das Spektrum ihrer technologischen Innovationsbemühungen im Zuge der Vergabe von Wertschöpfungsaktivitäten an externe Zulieferer? Oder diversifizieren OEMs trotz Outsourcingaktivitäten weiterhin in neue bzw. fremdvergebene Technologiebereiche?

¹⁸ Vgl. Stephan (2005), S. 5.

¹⁹ Vgl. Sako/Murray (1999), S. 4.

Argumente für eine zunehmend diversifizierte Wissensbasis und einen kontinuierlichen Kompetenzaufbau von OEMs liegen in den Anforderungen, die ein dynamisch technologisches Industrieumfeld mit sich bringt. Der beständige Aufbau technologischer Kompetenzen auch außerhalb von Kernprozessen scheint gerade für Endhersteller in dynamischen Industrien entscheidend zu sein, um ihre Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Neben der bereits angesprochenen Integrationsleistung fällt den Endherstellern in diesem Zusammenhang auch die Aufgabe zu, die erforderlichen technologischen Neuerungen an die Zulieferer zu kommunizieren, um komplementäre systemische Innovationen erzielen zu können.²⁰ Die Einführung technologischer Neuerungen und deren Abstimmung mit den Zulieferunternehmen erfordern demnach einen gewissen Kompetenzaufbau in neue bzw. ausgelagerte Bereiche. Die Komplexität der Zuliefernetzwerke systemischer Industrien ist ein weiterer Grund, warum Endhersteller über eine Wissensbasis verfügen, die über ihre eigenen Wertschöpfungsaktivitäten hinausreicht. Um ein komplexes Zuliefernetzwerk koordinieren zu können und um Schnittstellen zu externen Fertigungs- und Technologiequellen überwinden zu können, ist davon auszugehen, dass OEMs Kompetenzen in Technologiebereichen ausbauen, die nicht zur ihren eigentlichen technologischen Kernfähigkeiten zählen.²¹

Diese Argumente zielen darauf ab, dass Endhersteller trotz Outsourcingaktivitäten ihre technologische Wissensbasis nicht auf ihre Kerntechnologiebereiche beschränken. Zur Aufrechterhaltung ihrer Innovationsfähigkeit sowie im Zuge von Abstimmungs- und Koordinationsleistungen müssen OEMs auch Kompetenzen in neuen bzw. fremdbestimmten Technologiebereichen erschließen. Eine weitere zentrale Hypothese dieser Arbeit bezieht sich demnach auf den Zusammenhang zwischen der vertikalen Spezialisierung und der Breite der technologischen Ressourcenbasis im Zeitablauf.

Hypothese 2:

Die zunehmende vertikale Spezialisierung hat keinerlei Auswirkungen auf die Veränderung der Breite der technologischen Basis von OEMs: Aufgrund ihrer Abstimmungs- und Koordinationsfunktion diversifizieren OEMs trotz Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen weiterhin in neue bzw. ausgelagerte Technologiebereiche.

²⁰ Vgl. dazu auch Pfaffmann (2001).

²¹ Vgl. auch Brusoni et al. (2001), S. 597.

2.2 Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis von Zulieferern

Die Technologien in komplexen, systemischen Produkten bestehen in der Regel aus zahlreichen Komponenten und Subsystemen, die in einem engen, komplementären Verhältnis zueinander stehen.²² In der Regel beliefern große Zulieferunternehmen die Endhersteller dieser Industrien mit solchen technisch anspruchsvollen, komplementären Systemen. Diese Systemzulieferer werden wiederum von kleineren Lieferanten (so genannte 2.- und 3.-Tier-Lieferanten) mit weniger komplexen Modulen und Komponenten versorgt. Die Analyse der Zulieferunternehmen im Rahmen dieses Beitrags bezieht sich prinzipiell auf große Systemzulieferer, die die Endhersteller mit technisch anspruchsvollen Systemen beliefern. Im Gegensatz zu den Endherstellern sind diese Unternehmen nicht mit der Koordinationsfunktion der gesamten Wertschöpfungskette betraut. Im Zuge des Spezialisierungsdrucks seitens der Endhersteller hat jedoch auch das Anforderungsprofil dieser Zulieferer eine Veränderung erfahren. Neben der Systemkompetenz müssen diese zunehmend mehr Integrationsarbeit leisten. Damit ihre Technologien auch mit angrenzenden Systemen anderer (System)Lieferanten kompatibel sind, müssen die Systemzulieferer technologisches Know-how auch in Technologiebereichen aufbauen, welche nicht zu ihren spezifischen Kernbereichen zählen. Zudem bringt die Rolle als Systemlieferant mit sich, dass die Leistungserstellung der in der Wertschöpfungskette hierarchisch tiefer positionierten Zulieferer teilweise mitkoordiniert werden muss, da die Fertigung vielschichtiger Systeme die Einbindung von weniger komplexen Vorleistungen kleinerer Lieferanten erfordert. Durch den Aufbau von technologischem Hintergrundwissen können die Systemzulieferer daher mögliche zwischenbetriebliche Schnittstellen sowohl zu OEMs als auch zu anderen Zulieferunternehmen überwinden. Demnach kann die Hypothese 2 der Arbeit, die ursprünglich mit Blick auf die Endhersteller konzipiert wurde, auch auf große Zulieferunternehmen übertragen werden: Trotz der verstärkten Arbeitsteilung und der damit einhergehenden vertikalen Spezialisierung bauen auch Systemzulieferer ihre technologische Kompetenzbasis weiter aus, da auch sie gewisse Integrations- und Koordinationsleistungen zu erfüllen haben.

Hypothese 3:

Die zunehmende vertikale Spezialisierung hat keinerlei Auswirkungen auf die Veränderung der Breite der technologischen Basis von Systemlieferanten: Aufgrund ihrer Integrations- und Abstimmungsfunktion diversifizieren Zulieferer trotz verstärkter Arbeitsteilung weiterhin in neue bzw. anderweitig ausgelagerte Technologiebereiche.

²² Vgl. dazu Brusoni et al. (2001); Ethiraj/Puranam (2004).

2.3 Einfluss der unterschiedlichen Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette auf die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis

Falls sich die Überlegungen bestätigen und sowohl OEMs als auch Systemzulieferer ihre technologische Ressourcenbasis im Zeitablauf ausdehnen, so stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, welche Akteursgruppe prinzipiell über ein breiter ausgeprägtes Technologieportfolio verfügt. Da davon auszugehen ist, dass OEMs den gesamten Wertschöpfungsprozess maßgeblich bestimmen und das gesamte Zulieferernetzwerk zu koordinieren haben, werden sie auch über ein umfassenderes technologisches Wissen verfügen als die Zulieferer. Es besteht daher die Annahme, dass sich der Grad der technologischen Diversifikation von Unternehmen am Umfang ihrer Koordinations- und Integrationsleistungen orientiert bzw. an ihrer Rolle im Wertschöpfungsprozess. Eine weitere Hypothese dieser Arbeit beschäftigt sich daher mit der unterschiedlichen Ausprägungsform der technologischen Kompetenzbasis von Endherstellern und Systemzulieferern:

Hypothese 4:

Die unterschiedliche Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette beeinflusst die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis: Aufgrund ihres erhöhten Umfangs an Koordinations- und Integrationsleistungen verfügen Endhersteller über ein breiter aufgestelltes Technologieprofil als Systemzulieferer.

3. Untersuchungsdesign

3.1 Auswahl des Untersuchungssamples

Als Untersuchungssample wurde eine Stichprobe von 29 multinationalen Unternehmen aus der Automobilindustrie (10 Endhersteller und 19 Systemzulieferer) herangezogen. Die Auswahl der Unternehmen erfolgte aus der Grundgesamtheit der 100 größten Unternehmen, gemessen anhand ihrer automobilen Umsätze der Geschäftsjahre 2001 bis 2003. Alle ausgewählten Unternehmen haben ihren Stammsitz in den Ländern der Triade und generieren auch dort den Großteil ihrer Wertschöpfungsleistungen. Die Auswahl der Unternehmen erfolgte damit unabhängig von ihrer Wertschöpfungstiefe und ihres Technologieprofils, womit es sich um eine Zufallsstichprobe handelt.

Von den 29 Unternehmen stammen zehn Unternehmen aus den USA, 15 aus Europa und vier aus Japan. Die dominante Gruppe des Samples bilden Unternehmen mit Stammsitz in Europa, bestehend aus den acht Unternehmen aus Deutschland, drei aus Frankreich, zwei

aus Großbritannien und jeweils ein Unternehmen aus Italien und Schweden. Zusammen erzielten die OEMs und Zulieferer der Stichprobe im Geschäftsjahr 2002 einen Gesamtumsatz von mehr als 1.152 Milliarden Euro. Die kumulierte Summe der F&E - Investitionen aller Unternehmen des Untersuchungssamples beträgt nahezu 51 Milliarden Euro. Vergleicht man den Anteil der F&E - Ausgaben, der auf die OEMs und Zulieferer entfällt, so zeigt sich, dass 74 Prozent der aggregierten Ausgaben auf die zehn Endhersteller entfallen, während die Zulieferunternehmen, trotz ihrer Überzahl im Sample, zusammen lediglich 26 Prozent in F&E investierten.

3.2 Methode zur Messung der vertikalen Spezialisierung

Der Bestimmung des Ausmaßes der vertikalen Spezialisierung bzw. deren Entwicklungsdynamik kommt im Rahmen der empirischen Untersuchung eine zentrale Bedeutung zu. Ein häufig benutztes Maß zur Bestimmung der Leistungstiefe eines Unternehmens ist die Wertschöpfung.²³ Als Maßgröße der Bestimmung der Wertschöpfungstiefe eignet sich die Wertschöpfungsquote. Dieser Quotient entspricht inhaltlich dem Grad der Wertschöpfungstiefe. Somit kann dieser Indikator auch zur Bestimmung des Ausmaßes der vertikalen Spezialisierung von Unternehmen dienen. Die Wertschöpfungstiefe bestimmt sich durch die unternehmenseigene Produktion im Verhältnis zu der insgesamt erforderlichen Wertschöpfung für ein Produkt. Üblicherweise bildet die handelsrechtliche Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) eines Unternehmens die Basis für die Berechnung der Wertschöpfungsquote. Die Ermittlung der Wertschöpfung erfordert zwei Schritte. Zum einen muss die Gesamtleistung eines Unternehmens erfasst werden und zum anderen die Vorleistungen. Die Gesamtleistung eines Unternehmens bestimmt sich aus den Umsatzerlösen und den Bestandsveränderungen, während die Vorleistungen zugekauftes Material, Abschreibungen oder Zinskosten beinhalten. Die Wertschöpfung berechnet sich als Differenz der Gesamtleistung abzüglich der Vorleistungen. In allgemeiner Form kann die Wertschöpfung demnach als die von Wirtschaftsakteuren geschaffenen Werte abzüglich der von ihnen verzehrten Werte interpretiert werden.²⁴ Das Verhältnis von der Wertschöpfung zur Gesamtleistung eines Unternehmens ergibt die Wertschöpfungsquote. Eine hohe Wertschöpfungsquote ist ein Indikator für ein hohes Integrationsniveau, während eine geringe Wertschöpfungsquote ein Parameter für die vertikale Spezialisierung darstellt. Anlehnend an den in der GuV enthaltenen Angaben kann die Wertschöpfungstiefe sowohl über die Entstehungs- als auch über die Verwendungsrechnung ermittelt werden.²⁵

²³ Vgl. Picot (1991), S. 337.

²⁴ Vgl. Wurm (1993), S. 16.

²⁵ Vgl. Haller (1997), S.42ff.

Für die Berechnung über die Entstehungsseite werden GuV-Angaben über die von Dritten bezogenen Vorleistungen im Produktionsprozess benötigt. Diese Vorleistungen umfassen den verbrauchten Materialaufwand an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie sonstige Vorleistungen. Ebenso zu den Vorleistungen kann die Erfassung von Abschreibungen auf Sachanlagen sowie immateriellen Vermögenswerten gezählt werden.²⁶ Die Differenz zwischen der Gesamtleistung und den bezogenen Vorleistungen ergibt die Wertschöpfung nach der Entstehungsrechnung.²⁷ Im Gegensatz dazu wird bei der Berechnung der Wertschöpfungstiefe nach der Verwendungsrechnung die an Dritte vergebenen Leistungen berücksichtigt. Zu diesen Leistungen zählen Personalkosten für Mitarbeiter, Abgaben an die Öffentliche Hand in Form von Steuern sowie Zahlungen an Darlehensgeber, Gesellschafter und Unternehmen. Die Zahlungen an Darlehensgeber und Gesellschafter umfassen Zinsen und sonstige Finanzierungskosten für bereitgestellte Finanzierungsmittel sowie Dividenden. Die Zahlungen an Unternehmen beziehen sich auf die Rücklagenbildung.²⁸ Die Wertschöpfungstiefe nach der Verwendungsrechnung ergibt sich aus der Aufsummierung aller an Dritte geleisteten Zahlungen. Die Wertschöpfungsrechnung nach der Entstehungsrechnung stellt damit auf die Ermittlung der produktiven Leistungen eines Unternehmens ab, während die Verteilungsrechnung das Ziel verfolgt, das an die Partizipantengruppe verteilte Einkommen darzustellen. Somit orientiert sich die Wertschöpfungsrechnung nach der Entstehungsrechnung an GuV-Angaben nach dem Gesamtkostenverfahren. Hingegen bildet die GuV nach dem Umsatzkostenverfahren die Basis für die Entstehungsrechnung.

Bei der Berechnung der Wertschöpfungstiefe nach der vorgestellten Systematik ergeben sich systematische Verzerrungen insbesondere hinsichtlich der uneinheitlichen Rechnungslegungsvorschriften der Unternehmen. Während deutsche Unternehmen meist nach dem Gesamt- und Umsatzkostenverfahren publizieren, ist bspw. für Unternehmen aus den USA oder Japan nur das Umsatzkostenverfahren zulässig. Das größte Hindernis bei der Ermittlung der Wertschöpfungstiefe stellt dabei das Problem fehlender Angaben zu den Personalkosten, insbesondere bei U.S.-amerikanischen und japanischen Unternehmen, dar. Um diese Problematik zu umgehen, können die Personalkosten vergleichbarer Unternehmen herangezogen werden. Weitere Probleme bei der Ermittlung der Wertschöpfungstiefe von Unternehmen ergeben sich mit Blick auf die Datenerhebung über einen längeren Zeitraum. Insbesondere Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie sind durch eine Vielzahl von Fusionen oder Akquisitionen gekennzeichnet. Um eine möglichst konsistente Datener-

²⁶ Die Erfassung von Abschreibungen als Vorleistungen ist jedoch umstritten. Vgl. bspw. Beier/Schlossarek (1980), S. 1132.

²⁷ Vgl. Haller (1997), S. 42f.

mittlung über eine längere Untersuchungsperiode zu gewährleisten, sind solche Besonderheiten in der Historie eines Unternehmens auch bei der Berechnung der Wertschöpfungstiefe zu beachten.

3.3 Methode zur Erfassung der technologischen Wissensbasis

Für die Erfassung des technologischen Wissens, welches ein Unternehmen in-house hält, stehen keine direkt beobachtbaren Größen zur Verfügung. Zur Identifikation der technologischen Wissensbasis werden daher indirekte Maßgrößen verwendet. Diese lassen sich prinzipiell in input- und outputorientierte Indikatoren differenzieren. Inputorientierte Indikatoren erfassen den Ressourceneinsatz, der für den Aufbau technologischer Kompetenzen verwendet wird, während outputorientierte Indikatoren auf die Ergebnisse der technologischen Aktivitäten eines Unternehmens hinweisen.²⁹ Während aus der Perspektive der Inputseite Aufwendungen für F&E als gängiger Indikator der technologischen und innovativen Tätigkeiten von Unternehmen gelten, wird die Anzahl an Patentanmeldungen als wichtigster outputorientierter Indikator herangezogen.³⁰ Zur Erstellung von Patentprofilen werden alle Patentaktivitäten eines Unternehmens anhand des Anmeldenamens identifiziert und unter Verwendung des Anmeldedatums den zu untersuchenden Zeitintervallen zugeordnet. Die absolute Anzahl der Patente steht für den Umfang technologischen Wissens, den ein Unternehmen in-house hält.

In Hinblick auf die Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit der Daten zeichnen sich Patente, im Gegensatz zu den alternativ aufgeführten Indikatoren, als verlässliche und gut zugängliche Informationsquelle aus. Teilweise einheitliche Anmelde- und Erteilungsverfahren der verschiedenen nationalen und supranationalen Patentbehörden erleichtern zudem Vergleiche zwischen verschiedenen Akteuren im Markt, die auf der Auswertung von Patentdaten basieren.³¹ Aufgrund der konsistenten Verfügbarkeit ermöglicht die Auswertung von Patentdaten auch zeitlich längerfristig angelegte Untersuchungen.³²

Im Rahmen einer vergleichenden Analyse von Patentinformationen von Unternehmen, die in unterschiedlichen Ländern beheimatet sind, erscheint der Rückgriff auf ein internationales Patentamt als Datenquelle sinnvoll. Bei vergleichenden Unternehmensanalysen mit internationalem Fokus hat sich insbesondere das Europäische Patentamt (EPA) als vorteilhaft

28 Vgl. Haller (1997), S. 147.

29 Vgl. Stephan (2003), S. 174

30 Vgl. Gavetti (1994), S. 3 sowie Pavitt (1988), S. 513.

31 Zum Anmeldeverfahren an nationalen und internationalen Patentämtern vgl. Burr et al. (2007).

32 Vgl. Gavetti (1994), S. 4 sowie Pavitt (1988).

erwiesen, da so Verzerrungen unterschiedlicher Herkunftsländer von Unternehmen minimiert werden können.³³ Das zentralisierte Anmelde- und Erteilungsverfahren beim EPA ermöglicht einen Anspruch auf Patentschutz in mehreren Ländern gleichzeitig.³⁴ Im Zuge der Erhebung von Patentdokumenten ist zu beachten, dass sich die Gesamtzahl der europäischen Patentdaten zusammensetzt aus Anmeldungen, die direkt beim EPA eingehen sowie indirekten europäischen Anmeldungen, die zunächst bei der Weltorganisation für geistiges Eigentum eingereicht werden. Grundsätzlich verwaltet die WIPO, eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die im Rahmen des Vertrags über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT - Patent Cooperation Treaty) eingereichten internationalen Patentanmeldungen. Die PCT-Anmeldungen durchlaufen ein ähnlich zentralisiertes Verfahren wie beim EPA und bieten eine territorial noch weiter reichende Möglichkeit des Patentschutzes.³⁵ Um ein möglichst vollständiges Abbild der weltweiten Patentaktivitäten der Stichprobenunternehmen zu erhalten, wurde bei der Datenerhebung der Patentdokumente darauf geachtet, neben den direkt eingegangenen EPA-Patenten auch die Euro-PCT-Dokumente der relevanten Unternehmen zu erfassen. Für die Recherche der Patentdokumente wurde auf die ESPACE-Produkte des Europäischen Patentamts zurückgegriffen. Obwohl Patentanmeldungen am EPA bereits seit 1978 möglich sind, beginnt ein sinnvoller Erhebungszeitraum erst ab 1983, da die Etablierung des europäischen Patentsystems, insbesondere dessen Nutzung von nicht-europäischen Unternehmen, zunächst einige Zeit benötigte.³⁶ Der Erhebungszeitraum dieser Arbeit erstreckt sich über zwanzig Jahre (1983 bis 2002). Für diesen Zeitraum wurden die gesamten Patentaktivitäten für jedes Unternehmen der Stichprobe mittels einer Namensrecherche sowie anhand des Anmeldedatums erhoben.

Als Einschränkungen ist jedoch zu beachten, dass zur Erstellung eines vollständigen Abbilds der technologischen Basis von Unternehmen im Grunde auch der Aufbau technologischer Kompetenzen durch Formen des externen Technologieerwerbs aufgezeichnet werden müsste. Dies wird jedoch nicht mittels Patenten erfasst. Darüber hinaus ist der Indikator für technologisches Wissen eingeschränkt, da nicht alle technologischen Aktivitäten von Unternehmen prinzipiell patentierbar sind. Dies gilt bspw. für Ergebnisse der Grundlagenforschung oder für die Patentierung neuer Geschäftsmethoden, Dienstleistungen oder Software. Eine weitere Einschränkung der Aussagefähigkeit von Patenten als Indikator für technologisches Wissen in-house ergibt sich dadurch, dass nicht alle grundsätzlich paten-

³³ Vgl. Schmoch (1999), S. 122.

³⁴ Bei der Anmeldung beim Europäischen Patentamt können einzelne Länder individuell benannt werden, in denen die Schutzwirkung erfolgen soll, oder ein zentrales europäisches Verfahren durchgeführt werden. Letzteres ist bei einer Bestimmung von mehr als drei Bestimmungsländern aus Kostengründen rentabler gegenüber mehreren nationalen Verfahren. Vgl. Schmoch (1990), S. 21.

³⁵ Vgl. Burr et al. (2007).

³⁶ Vgl. Stephan (2003), S. 184.

tierbaren Erfindungen von Unternehmen auch patentiert werden. Es stehen auch andere Mechanismen zum Schutz technischer Erfindungen zur Verfügung. Diese Gründe führen dazu, dass die technologischen Aktivitäten von Unternehmen mit Hilfe von Patenten eher zu schwach abgebildet werden. Da Patentdaten jedoch von amtlichen Behörden bereitgestellt und regelmäßig überprüft werden, ist bei der Verwendung von Patenten, im Gegensatz zu unternehmensindividuellen Angaben über F&E-Aussagen, ein relativ hohes Maß an Objektivität gewährleistet.

3.4 Methode zur Quantifizierung der Breite der technologischen Basis

Während die Anzahl an Patentanmeldungen eines Unternehmens direkt beobachtbar ist, beinhaltet die Erfassung der Breite der technologischen Basis das Problem, dass Informationen benötigt werden, die nicht über direkt ablesbare Kriterien verfügbar sind. Jedoch kann die technologische Diversifikation eines Unternehmens ebenfalls anhand von Daten ermittelt werden, die in Patentschriften enthalten sind. Die Bestimmung quantitativ messbarer Faktoren für die Breite der technologischen Kompetenzbasis erfolgt über die Erstellung von Technologieprofilen. Grundsätzlich erfassen Technologieprofile alle Technologiebereiche, in denen sich ein Unternehmen engagiert oder zukünftig engagieren möchte. Zur Erfassung des Technologieprofils eines Unternehmens werden zunächst alle Patentaktivitäten des zu untersuchenden Unternehmens identifiziert. In einem zweiten Schritt werden die jeweiligen Technologiebereiche eines Unternehmens unter Verwendung der Internationalen Patentklassifikation (IPC) als weltweit anerkanntes Klassifizierungssystem identifiziert. In diesem System werden alle technischen Bereiche hierarchisch erfasst.³⁷ Je tiefer dabei die Untergliederung der IPC-Klasse gewählt wird, desto detaillierter fällt das Technologieprofil aus. Jedoch gestaltet sich bei einem zu stark differenzierten Technologieprofil die Zuordnung der Patente zu den einzelnen Technologiebereichen teilweise problematisch. Um eine zu tiefe Abgrenzung zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Einordnung der Patente und damit die Identifikation der Technologiebereiche anhand von IPC-Unterklassen vorzunehmen.³⁸ Ein weiterer Grund für die Verwendung von IPC-Unterklassen findet sich darin, dass die Gliederungssystematik der Internationalen Patentklassifikation einigen Veränderungen im Zeitablauf unterliegt. Alle fünf Jahre wird eine periodische Revision der IPC-Systematik vorgenommen.³⁹ Würde ein Technologieprofil für einen längeren Zeitraum auf Basis von IPC-Haupt- oder Untergruppen erstellt, so würden die starken Modifikationen auf dieser Ebene

³⁷ Vgl. Soppe/Stephan (2006a), S. 2f.

³⁸ Vgl. Soppe/Stephan (2006a), S. 23.

³⁹ Vgl. dazu Makarov (2000).

einen Vergleich der Patentdaten erheblich erschweren. Daher empfiehlt es sich, ein längerfristiges Technologieprofil auf dem Aggregationsniveau von Unterklassen zu erstellen.

Nach Festlegung einer geeigneten Systematik für die Erstellung von Technologieprofilen ist jedoch noch nicht die Frage nach der Quantifizierung des Konstrukts der technologischen Ressourcenbasis beantwortet worden. Einen ersten Überblick über die Breite der technologischen Basis eines Unternehmens lässt sich anhand des bloßen Abzählens von IPC-Unterklassen ermitteln, in welchen das Unternehmen aktiv ist. Das Ausmaß eines Technologiespektrums orientiert sich demnach an der Anzahl der verschiedenen IPC-Unterklassen, die für ein Unternehmen von Relevanz sind. Eine Schwäche bei der Verwendung der Abzählmethode zeigt sich jedoch bei der Beeinflussung der Breite der technologischen Ressourcenbasis durch die Gesamtzahl der Patentanmeldungen eines Unternehmens. Um diese Verzerrung zu umgehen, wird eine zweite Meßmethode in Form der Berechnung des einfachen Entropiemaßes herangezogen. Auch die Berechnung des einfachen Entropiemaßes basiert auf der Systematik von IPC-Unterklassen und berücksichtigt zudem Schwerpunkte in den Technologieprofilen von Unternehmen. Die Berechnung lautet wie folgt:

$$TB = \sum_{i=1}^N T_i \ln(1/T_i),$$

wobei T_i der Anteil der Patentanmeldungen in der Unterklasse i ($i=1\dots N$, $N \leq 620$) an den gesamten Patentanmeldungen eines Unternehmens darstellt. Der Wert des Entropiemaßes bemisst sich demnach durch die Anzahl der IPC-Unterklassen, in denen ein Unternehmen Patente angemeldet hat sowie durch die Verteilung der Patente auf die verschiedenen Technologieunterklassen.⁴⁰

Die Erstellung von Technologieprofilen erfolgt üblicherweise für einen Zeitraum von fünf Jahren, da ein Technologieprofil auf jährlicher Basis erheblichen Schwankungen unterliegt. Die Zusammenfassung von Patentschriften zu Fünfjahresintervallen immunisiert gegen solche zufälligen oder zyklischen Schwankungen.⁴¹ Der Untersuchungshorizont der empirischen Analyse dieser Arbeit umfasst den Zeitraum der Jahre 1983 bis 2002. Dieser Zeitraum von zwanzig Jahren wird daher zu weiteren Analysezwecken in vier Perioden (1983 - 1987, 1988 - 1992, 1993 - 1997 und 1998 – 2002) unterteilt.

Die geschilderte Vorgehensweise zur empirischen Datensammlung lässt sich einordnen in den Rahmen von patentstatistischen Analysen. Patentstatistische Analysen werden in der

⁴⁰ Zu einer vergleichenden Vorgehensweise siehe Stephan (2003), S. 189ff. Hier orientiert sich die Berechnung des einfachen Entropiemaßes jedoch nicht direkt an den 620 IPC-Unterklassen, sondern fasst diese zunächst zu übergeordneten Technologiebereiche zusammen.

⁴¹ Vgl. Stephan (2003), S. 188.

Regel mit Hilfe von Datenbanken durchgeführt, wobei die erhobenen Patentschriften dann bezüglich wirtschaftlicher Fragestellungen ausgewertet werden.⁴² Die praktische Erhebung von Patentdaten verschiedener Unternehmen für eine Zeitreihenanalyse birgt jedoch einige Schwierigkeiten, die zu systematischen Verzerrungen der Ergebnisse führen können. Ein relevanter Diskussionspunkt stellt bei der Erstellung von Technologieprofilen sind Veränderungen des Konsolidierungskreises im Zeitablauf. Insbesondere die Automobilindustrie ist aufgrund des anhaltenden Konzentrationsprozesses von einer Vielzahl von Akquisitionen, Fusionen und Deinvestitionen betroffen, die eine Veränderung des Konsolidierungskreises bewirken und damit zu einer Erhöhung bzw. Verringerung der Patentsituation von Endherstellern und Zulieferern führen. Da der Name des Anmelders bzw. Inhabers einer Patentschrift nicht nachträglich berichtigt wird, müssen im Zuge der Datenerhebung diesbezügliche Veränderungen einbezogen werden. Somit wurde für die Patenterhebung dieser Arbeit die entsprechenden Konsolidierungskreise der Jahre 1987, 1992, 1997 sowie 2002 zugrunde gelegt. Diese Jahre markieren jeweils das letzte Jahr der vier Fünfjahresintervalle, in die der gesamte Analysezeitraum zugunsten der Erstellung von Technologieprofilen unterteilt wurde. Um jede Veränderung des Konsolidierungskreises genauestens in die Patentrecherche einfließen zu lassen, müsste die Datenerhebung eigentlich auf jährlicher Basis erfolgen. Hierbei stellt sich jedoch insbesondere für den Zeitraum der achtziger Jahre das Problem der Informationsbeschaffung. Listen aller konsolidierten Tochterunternehmen sind für die meisten Konzerne erst ab 1990 verfügbar. Somit kann auch die alternative Lösung, die Konsolidierungskreise des jeweils ersten Jahres eines Untersuchungsintervalls als „Stichjahr“ zu wählen, als hinfällig betrachtet werden. Daher wurde der jeweils relevante Konsolidierungskreis zum Ende einer jeden Periode (1987, 1992, 1997 und 2002) zugrunde gelegt. Anzumerken ist jedoch, dass sich bei dieser Vorgehensweise Akquisitionen, Fusionen und Neugründungen, die während einer Teilperiode stattfanden, positiv auf den Umfang der technologischen Kompetenzbasis auswirken werden. Veräußerungen von Gesellschaften während eines solchen Untersuchungsintervalls verringern hingegen die Breite der technologischen Basis.

4. Ergebnisse der empirischen Analyse

Das Untersuchungsmodell wird mit Hilfe einer linearen multiplen Regressionsanalyse getestet. Der Kausalanalyse vorgestellt ist eine Analyse der deskriptiven Statistik der zentralen Variablen des Modells. Zentrale Modellvariablen sind dabei die jährliche Wertschöpfungstiefe der Unternehmen (WT_t) bzw. deren Entwicklung über den gesamten Untersuchungszeitraum (ΔWT_{83-02}), die Anzahl an Patentanmeldungen pro Untersuchungsintervall ($PS_{\text{Periode } t}$ - der

⁴² Vgl. Soppe/Stephan (2006), S. 26.

gesamte Untersuchungszeitraum von 20 Jahren wurde in vier Perioden à 5 Jahren unterteilt) sowie deren Entwicklung ($\Delta PS_{\text{Periode } (t-1)-t}$) und schließlich die Variablen zur Bestimmung der Breite und Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis der Unternehmen. Die technologische Kompetenzbasis wird dabei zum einen mit Hilfe des Abzählens von IPC-Unterklassen ($TS_{\text{Periode } t}$) und zum anderen über das einfache Entropiemaß ($TB_{\text{Periode } t}$) bestimmt. Die Zugehörigkeit der Unternehmen zu einer der beiden Akteurskategorien (OEM bzw. Systemzulieferer) wird mit Hilfe einer Dummy-Variablen erfasst.

4.1 Deskriptive Statistik

Die nachfolgenden Erläuterungen ausgewählter Kennzahlen der deskriptiven Statistik bieten einen detaillierten Überblick über die Entwicklungsverläufe der zentralen abhängigen und unabhängigen Modellvariablen über den gesamten Untersuchungszeitraum von 20 Jahren. Da im Rahmen dieses Beitrags der Analysefokus auf der unterschiedlichen Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette liegt, sind die Daten der Stichprobenunternehmen zu Vergleichszwecken jeweils für die beiden Akteurskategorien Endhersteller (OEM) und Systemzulieferer (Tier-1) aufbereitet.

Abbildung 1: Ausgewählte Kennzahlen der deskriptiven Statistik

| | OEM N | Mini- mum | Maxi- mum | Mittel- wert | Standard- abweichung | Tier-1 N | Mini- mum | Maxi- mum | Mittel- wert | Standard- abweichung |
|--|----------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|
| WT ₁₉₈₃ | 10 | 0,258 | 0,381 | 0,301 | 0,042 | 19 | 0,182 | 0,502 | 0,369 | 0,076 |
| WT ₁₉₈₇ | 10 | 0,228 | 0,380 | 0,276 | 0,051 | 19 | 0,228 | 0,417 | 0,369 | 0,047 |
| WT ₁₉₉₂ | 10 | 0,180 | 0,304 | 0,225 | 0,039 | 19 | 0,187 | 0,506 | 0,360 | 0,083 |
| WT ₁₉₉₇ | 10 | 0,167 | 0,269 | 0,209 | 0,035 | 19 | 0,208 | 0,460 | 0,362 | 0,081 |
| WT ₂₀₀₂ | 10 | 0,119 | 0,213 | 0,177 | 0,032 | 19 | 0,133 | 0,455 | 0,333 | 0,086 |
| Δ WT ₈₃₋₈₇ | 10 | -0,157 | -0,003 | -0,083 | 0,061 | 19 | -0,225 | 0,511 | 0,000 | 0,179 |
| Δ WT ₈₈₋₉₂ | 10 | -0,401 | -0,004 | -0,185 | 0,119 | 19 | -0,206 | 0,252 | -0,024 | 0,138 |
| Δ WT ₉₃₋₉₇ | 10 | -0,230 | 0,224 | -0,071 | 0,129 | 19 | -0,290 | 1,390 | 0,006 | 0,353 |
| Δ WT ₉₈₋₀₂ | 10 | -0,462 | 0,180 | -0,153 | 0,188 | 19 | -0,361 | 0,28 | -0,080 | 0,162 |
| Δ WT ₈₃₋₀₂ | 10 | -0,688 | -0,185 | -0,412 | 0,146 | 19 | -0,646 | 0,632 | -0,098 | 0,338 |
| PS _{Periode1} | 10 | 141 | 451 | 312,2 | 108,754 | 19 | 4 | 1235 | 187,947 | 270,966 |
| PS _{Periode2} | 10 | 244 | 1783 | 598,8 | 451,996 | 19 | 18 | 2158 | 290,947 | 470,309 |
| PS _{Periode3} | 10 | 176 | 1762 | 695,7 | 534,878 | 19 | 43 | 2299 | 369,789 | 530,672 |
| PS _{Periode4} | 10 | 625 | 1654 | 1221,6 | 341,473 | 19 | 55 | 5895 | 724,789 | 1296,221 |
| Δ PS _{Periode1-2} | 10 | 0,049 | 3,381 | 0,918 | 1,025 | 19 | -0,267 | 15,5 | 0,548 | 4,045 |
| Δ PS _{Periode2-3} | 10 | -0,513 | 2,13 | 0,162 | 0,812 | 19 | -0,487 | 3,864 | 0,271 | 1,21 |
| Δ PS _{Periode3-4} | 10 | -0,392 | 4,75 | 1,756 | 1,832 | 19 | -0,434 | 5,246 | 0,960 | 1,491 |
| Δ PS _{Periode1-4} | 10 | 0,965 | 9,44 | 2,913 | 2,632 | 19 | -0,633 | 89,222 | 2,856 | 21,658 |
| TS _{Periode1} | 10 | 63 | 132 | 95,7 | 23,772 | 19 | 3 | 188 | 53,789 | 44,342 |
| TS _{Periode2} | 10 | 65 | 232 | 128,3 | 53,782 | 19 | 13 | 207 | 62,474 | 46,309 |
| TS _{Periode3} | 10 | 71 | 207 | 132,6 | 51,548 | 19 | 17 | 228 | 69,579 | 51,262 |

| | | | | | | | | | | |
|--|----|--------|-------|--------------|--------|----|--------|--------|---------------|--------|
| TS _{Periode4} | 10 | 118 | 216 | 162,1 | 31,793 | 19 | 12 | 260 | 84,316 | 55,676 |
| Δ TS _{Periode1-2} | 10 | 0,031 | 1 | 0,341 | 0,306 | 19 | -0,643 | 10 | 0,161 | 2,513 |
| Δ TS _{Periode2-3} | 10 | -0,297 | 0,697 | 0,034 | 0,332 | 19 | -0,716 | 2,077 | 0,114 | 0,691 |
| Δ TS _{Periode3-4} | 10 | -0,249 | 0,952 | 0,222 | 0,412 | 19 | -0,319 | 2,175 | 0,212 | 0,618 |
| Δ TS _{Periode1-4} | 10 | 0,183 | 1,939 | 0,694 | 0,61 | 19 | -0,786 | 41,333 | 0,568 | 9,455 |
| TB _{Periode1} | 10 | 5,177 | 6,938 | 5,868 | 0,55 | 19 | 0,227 | 6,413 | 4,049 | 1,632 |
| TB _{Periode2} | 10 | 5,157 | 7,623 | 6,24 | 0,832 | 19 | 2,617 | 6,777 | 4,454 | 1,241 |
| TB _{Periode3} | 10 | 5,593 | 7,607 | 6,601 | 0,829 | 19 | 1,362 | 7,177 | 4,52 | 1,403 |
| TB _{Periode4} | 10 | 5,773 | 7,55 | 6,536 | 0,625 | 19 | 2,09 | 6,742 | 4,624 | 1,206 |
| Δ TB _{Periode1-2} | 10 | -0,08 | 0,175 | 0,063 | 0,075 | 19 | -0,406 | 10,529 | 0,100 | 2,42 |
| Δ TB _{Periode2-3} | 10 | -0,072 | 0,209 | 0,058 | 0,098 | 19 | -0,731 | 0,535 | 0,015 | 0,271 |
| Δ TB _{Periode3-4} | 10 | -0,113 | 0,103 | -0,010 | 0,075 | 19 | -0,237 | 0,59 | 0,023 | 0,236 |
| Δ TB _{Periode1-4} | 10 | 0,012 | 0,458 | 0,114 | 0,131 | 19 | -0,59 | 23,225 | 1,142 | 5,314 |

Betrachtet man die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe auf jährlicher Basis (WT_t) sowie über den gesamten Untersuchungszeitraum (ΔWT_{83-02}) im Stichprobendurchschnitt, so zeigt sich, dass nicht nur die Endhersteller, sondern überraschenderweise auch die Zulieferunternehmen das Ausmaß ihrer vertikalen Integration insgesamt reduziert haben. Wie die Entwicklung der Mittelwerte über den kompletten Untersuchungszeitraum zeigt, haben jedoch insbesondere die Endhersteller ihren Wertschöpfungsumfang kontinuierlich verringert (insgesamt um 41,2 Prozent). Selbst die Minimum- und Maximumwerte verzeichnen einen beständig negativen Trend. Auch der Streubereich der einzelnen Werte um den Mittelwert ist vergleichsweise gering ausgeprägt. Diese empirischen Ergebnisse sind konform hinsichtlich der in Kapitel 2 erläuterten Tendenz der zunehmenden Auslagerung wertschöpfender Tätigkeiten seitens der OEMs. Diese Auslagerung führt zu einer gesteigerten Arbeitsteilung und ist gleichbedeutend mit einer zunehmenden vertikalen Spezialisierung der Unternehmen. Für die Zulieferunternehmen ergibt sich im Durchschnitt ebenfalls ein negativer, wenn auch ungleichmäßiger Entwicklungsverlauf (Absenkung der Wertschöpfungstiefe um insgesamt 9,8 Prozent). Diese Beobachtung ist insofern überraschend, als dass sich damit für die Mehrzahl der Tier - 1 - Lieferanten im Zeitablauf ebenso ein vertikaler Spezialisierungsprozess abzeichnet. Die breitere Streuung der Werte deutet jedoch darauf hin, dass dieser Trend nicht für alle Zulieferunternehmen gleichermaßen zutreffen scheint. Darüber hinaus ist deutlich erkennbar, dass die Zulieferunternehmen insgesamt durch ein konstant höheres Wertschöpfungsniveau gekennzeichnet sind als die Endhersteller: Die Mittelwerte der Variablen Wertschöpfungstiefe liegen für die Zulieferer für jedes Untersuchungsjahr über den Werten für die OEMs.

Die Entwicklung der Mittelwerte der Variablen Patentspektrum (PS) bzw. Anzahl an Patentanmeldungen pro Periode lässt erkennen, dass sowohl Endhersteller als auch Zulieferunternehmen beständig an der Erweiterung ihres Patentportfolios gearbeitet haben. Bei Betrachtung der Veränderungsrate der Mittelwerte über den gesamten Untersuchungszeit-

raum ($\Delta PS_{\text{Periode}1-4}$) ist festzustellen, dass beide Akteursgruppen ihre Schutzrechtssituation um nahezu 300 Prozent ausgebaut haben (OEMs um 291,3 Prozent; Zulieferer um 285,6 Prozent). Vergleicht man jedoch die Patentprofile der beiden Akteursgruppen anhand der Mittelwerte pro Untersuchungsintervall ($PS_{\text{Periode } t}$), so ist ersichtlich, dass die Endhersteller in jeder Untersuchungsperiode eine deutlich größere Anzahl technischer Erfindungen zum Patent angemeldet haben. Im ersten Untersuchungsintervall meldeten sie durchschnittlich 312 Patente an, im zweiten Intervall 599, in der dritten Teilperiode 696 und schließlich 1222 in der vierten Periode. Die Erkenntnis, dass OEMs im Vergleich zu Tier - 1 - Lieferanten absolut gesehen mehr Patentanmeldungen zu verzeichnen haben, deutet zum einen darauf hin, dass sie tatsächlich mehr technologisches Wissen in-house halten als die Zulieferunternehmen und untermauert zum anderen die Annahme, dass sich die Endhersteller nicht nur Know-how in ihren spezifischen Kerntechnologiebereichen aneignen, sondern auch technologische Kompetenzen in den an Zulieferer ausgelagerten Bereichen in-house halten.

Ein erster Überblick über die Breite der technologischen Kompetenzbasis bzw. über die Entwicklung des Technologiespektrums (TS) auf Basis der Anzahl von IPC-Unterklassen zeigt, dass beide Akteursgruppen über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg den Umfang ihres technologischen Wissens erweitert haben (OEMs um 69,4 Prozent; Zulieferer um 56,8 Prozent). Auch anhand der konstant positiven Steigung der Mittelwerte pro Periode ($TS_{\text{Periode } t}$) lässt sich nachvollziehen, dass beide Akteursgruppen beständig technologischen Kompetenzaufbau betrieben haben. Dennoch zeichnen sich die Endhersteller im Vergleich zu den Systemlieferanten durch eine deutlich breitere technologische Wissensbasis aus. Im ersten Untersuchungsintervall agierten die OEMs in durchschnittlich 96 unterschiedlichen IPC-Unterklassen, im zweiten Intervall in 128, in der dritten Teilperiode in 133 und in der vierten Periode in 162 Unterklassen (im Vergleich die Zulieferer mit 54, 62, 70 und 84 Unterklassen). Eine Schwäche bei der Verwendung der Abzählmethode ist jedoch die Beeinflussung der Ergebnisse durch die Gesamtzahl der Patentanmeldungen der Unternehmen. Um diesen Bias zu umgehen, werden im Folgenden Kennzahlen der deskriptiven Statistik zur Entwicklung der Breite der technologischen Basis (TB) auf Grundlage des einstufigen Entropiemaßes ausgewertet.

Die Veränderungsdynamik der Mittelwerte des einstufigen Entropiemaßes über den vollständigen Untersuchungszeitraum hinweg ($\Delta TB_{\text{Periode}1-4}$) bestätigt auf den ersten Blick die insgesamt positive Ausdehnung der technologischen Ressourcenbasis für beide Akteurskategorien. Hiernach erweitern die OEMs ihre technologische Basis um 11,4 Prozent, während die Systemzulieferer ihre Basis um 14,2 Prozent ausbauen. Analog zur Bestimmung der technologischen Kompetenzbasis auf Basis der IPC-Abzählmethode zeichnen sich die OEMs im Vergleich zu den Systemzulieferern auch nach Berechnungen des Entropie-

maßes durch eine grundsätzlich breiter diversifizierte Ressourcenbasis aus. Ein leicht abgeändertes Profil ergibt sich jedoch beim Vergleich der beiden Akteursgruppen anhand der Mittelwerte pro Untersuchungsintervall ($TB_{\text{Periode } t}$). Während die Zulieferunternehmen kontinuierliche Steigerungsraten ihrer technologischen Diversifikation vorweisen, zeigt die Betrachtung der Mittelwerte für die OEMs zwischen der letzten und vorletzten Periode eine leicht rückläufige Entwicklung. Erklären lässt sich dieser Rückgang jedoch dadurch, dass das einfache Entropiemaß auch Technologieschwerpunkte im Profil der Unternehmen berücksichtigt. Einige Endhersteller haben zwischen den letzten Intervallen ihre technologischen Aktivitäten in Hinblick auf die Technologieunterklassen zwar ausgedehnt, sich aber im Vergleich zur Entwicklung der gesamten Patentanmeldezahl auf insgesamt weniger Technologiebereiche konzentriert. Somit kann der scheinbare Widerspruch zwischen den beiden Quantifizierungsmethoden gelöst werden. Ein Vergleich der Ergebnisse der unterschiedlichen Messmethoden zur Entwicklung der Breite der technologischen Ressourcenbasis bekräftigt somit die in Kapitel 2 geäußerte Annahme, dass sowohl für OEMs als auch für Zulieferunternehmen eine deutliche Ausdehnung der technologischen Basis im Zeitverlauf zu beobachten ist. Dieser einheitlich positive Trend deutet darauf hin, dass für beide Akteursgruppen der Aufbau technologischer Kompetenzen eine wichtige Rolle im Leistungserstellungsprozess spielt. Auch hinsichtlich der absoluten Breite der technologischen Basis unterstützen beide Quantifizierungsmethoden die angestellte Überlegung, dass die Endhersteller durch ein insgesamt breiter aufgestelltes Technologieportfolio charakterisiert sind als die Zulieferunternehmen.

Die Analyse der deskriptiven Statistik gibt somit erste Aufschlüsse über die zeitliche Entwicklung der zentralen Untersuchungsvariablen. Während die Mehrzahl der Stichprobenunternehmen ihre Wertschöpfungstiefe im Zeitablauf verringert, erweitern sie zugleich ihr Technologie- und Patentspektrum. Dabei wirkt sich die Positionierung der Unternehmen in der Wertschöpfungskette offensichtlich auf die Ausprägung der Variablen aus. Die Zulieferunternehmen sind prinzipiell durch einen höheren vertikalen Integrationsgrad gekennzeichnet als die Endhersteller. Für Letztere ist hingegen eine breitere technologische Ressourcenbasis sowie ein breiter aufgestelltes Patentspektrum zu verzeichnen. Für beide Akteursgruppen geben diese Entwicklungsverläufe und Ausprägungsformen erste Hinweise auf einen nicht signifikanten Einfluss der Veränderung der Wertschöpfungstiefe auf die Veränderung der Breite der Kompetenzbasis bzw. auf die Veränderung der Patentsituation.

4.2 Kausalanalyse

Der eigentliche Test des Untersuchungsmodells erfolgt mittels linearer (multipler) Regressionsanalyse. Obwohl die Daten der verschiedenen Modellvariablen auf jährlicher Basis bzw.

periodenweise erfasst wurden, erfolgt die Untersuchung möglicher Kausalzusammenhänge mit Blick auf die Veränderungsdynamik über den gesamten Untersuchungszeitraum (1983-2002). Eine Betrachtung einzelner Jahre bzw. Perioden erscheint nicht sinnvoll, wenn man die Möglichkeit in Betracht zieht, dass die Akteure erst zeitverzögert mit dem Abbau technologischer Kompetenzen beginnen, nachdem sie Teile der Wertschöpfung ausgelagert haben. Der Überprüfung der Kausalzusammenhänge vorgeschaltet wird die Ermittlung der Stärke der stochastischen Abhängigkeiten zwischen den zentralen Untersuchungsvariablen.

4.2.1 Stochastische Zusammenhänge der Modellvariablen

Im Rahmen der Korrelationsanalyse wird einerseits die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Anzahl an Patentanmeldungen und der Wertschöpfungstiefe überprüft. Andererseits wird die stochastische Abhängigkeit zwischen der Breite der technologischen Basis und der Wertschöpfungstiefe gemessen. Da es sich ausschließlich um intervallskalierte Variablen handelt, erfolgt die Überprüfung der stochastischen Zusammenhänge mittels Berechnung von Korrelationskoeffizienten nach Pearson. Die Zugehörigkeit der Stichprobenunternehmen zu einer der beiden Akteursgruppen kann bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten nicht erfasst werden. Zwar erfolgt die Untersuchung der Kausalzusammenhänge in Hinblick auf die Veränderungsdynamik der Werte über den gesamten Untersuchungszeitraum, die Korrelationsanalyse stellt jedoch die absoluten Werte der abhängigen und unabhängigen Variablen gegenüber, um die unterschiedliche Ausprägungsform zu berücksichtigen. Dabei erfolgt die Gegenüberstellung der Variablen differenziert nach den einzelnen Untersuchungsintervallen, um mögliche zeitliche Verzögerungen berücksichtigen zu können. Die nachfolgende Tabelle beinhaltet die Korrelationskoeffizienten nach Pearson sowie die Irrtumswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Periodenkombinationen des Wertschöpfungsniveaus und der Anzahl an Patentanmeldungen bzw. der Breite der technologischen Ressourcenbasis (auf Basis der IPC-Abzählmethode sowie des einfachen Entropiemaßes).

Abbildung 2: Stochastische Zusammenhänge der Modellvariablen

| | | WT ₁₉₈₃ | WT ₁₉₈₇ | WT ₁₉₉₂ | WT ₁₉₉₇ | WT ₂₀₀₂ |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| PS_{Periode1} | Korrelation nach Pearson | -0,105 | -0,152 | -0,309 | -0,333 | -0,265 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,589 | 0,432 | 0,103 | 0,077 | 0,165 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| PS_{Periode2} | Korrelation nach Pearson | 0,020 | -0,006 | -0,227 | -0,322 | -0,356 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,920 | 0,977 | 0,236 | 0,088 | 0,058 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| PS_{Periode3} | Korrelation nach Pearson | 0,027 | -0,059 | -0,252 | -0,308 | -0,339 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,889 | 0,761 | 0,187 | 0,104 | 0,072 |

| | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PS Periode4 | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | Korrelation nach Pearson | 0,014 | -0,128 | -0,181 | -0,275 | -0,268 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,941 | 0,509 | 0,348 | 0,149 | 0,160 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TS Periode1 | Korrelation nach Pearson | -0,243 | -0,309 | -0,453 | -0,404 | -0,368 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,204 | 0,103 | 0,014 | 0,030 | 0,049 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TS Periode2 | Korrelation nach Pearson | -0,173 | -0,240 | -0,430 | -0,472 | -0,511 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,370 | 0,210 | 0,020 | 0,010 | 0,005 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TS Periode3 | Korrelation nach Pearson | -0,070 | -0,144 | -0,328 | -0,450 | -0,494 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,718 | 0,456 | 0,082 | 0,014 | 0,006 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TS Periode4 | Korrelation nach Pearson | -0,125 | -0,335 | -0,375 | -0,534 | -0,557 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,517 | 0,076 | 0,045 | 0,003 | 0,002 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TB Periode1 | Korrelation nach Pearson | -0,433 | -0,432 | -0,546 | -0,477 | -0,416 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,019 | 0,019 | 0,002 | 0,009 | 0,025 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TB Periode2 | Korrelation nach Pearson | -0,336 | -0,412 | -0,571 | -0,618 | -0,635 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,074 | 0,026 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TB Periode3 | Korrelation nach Pearson | -0,261 | -0,250 | -0,366 | -0,635 | -0,628 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,172 | 0,190 | 0,051 | 0,000 | 0,000 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| TB Periode4 | Korrelation nach Pearson | -0,236 | -0,330 | -0,347 | -0,605 | -0,626 |
| | Signifikanz (2-seitig) | 0,218 | 0,080 | 0,065 | 0,001 | 0,000 |
| | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |

Das Ergebnis der Korrelation von Wertschöpfungstiefe und Anzahl an Patentanmeldungen ist recht eindeutig abzulesen. Es besteht zwischen keiner der Wertepaare ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Dies bedeutet, dass die Verringerung der Wertschöpfungstiefe im Zuge der vertikalen Spezialisierung grundsätzlich nicht zu einer Reduktion des Patentspektrums führt. Bei Betrachtung der zweiten Gruppe der Wertepaarungen, der Wertschöpfungstiefe und der Anzahl von IPC-Unterklassen, zeigt sich, dass sich für die Kombination der Anzahl unterschiedlicher IPC-Klassen mit den Werten der Wertschöpfungstiefe der Jahre 1983 und 1987 keine statistisch signifikanten Abhängigkeiten ergeben. Dies lässt sich mit Blick auf die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe nachvollziehen, die, fasst man die Werte beider Akteursgruppen zusammen, überwiegend ab dem Jahr 1987 absinkt. Dagegen ergeben sich für die übrigen Wertepaarungen überwiegend schwach signifikante, negative Zusammenhänge. Auch die Gegenüberstellung der Variablen Wertschöpfungstiefe und einfache Entropiewerte weist negative Korrelationswerte auf, wobei der stochastische Zusammenhang für diese Wertepaare stärker ausgeprägt ist. Die grundsätzlich gegenläufige Korrelation bestätigt die Annahme, dass die Unternehmen im Zuge des vertikalen Spezialisierungsprozesses nicht dazu neigen, den Umfang ihrer technologischen Aktivitäten zu

reduzieren. Der teilweise stark gegenläufige Zusammenhang deutet zudem darauf hin, dass die Unternehmen, deren Integrationsniveau prinzipiell gering ausgeprägt ist, tendenziell durch ein diversifizierteres Technologiespektrum gekennzeichnet sind. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zwischen der vertikalen Spezialisierung und der Breite der technologischen Ressourcenbasis ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang besteht. Die Korrelation ist jedoch ein Zusammenhangsmaß und liefert keine Informationen zu Kausalbeziehungen von Variablen. Inwiefern kausale Zusammenhänge zwischen den Modellvariablen bestehen, wird nachfolgend im Rahmen der Regressionsanalyse getestet.

4.2.2 Multiple Regression zum Einfluss der vertikalen Spezialisierung auf die Entwicklung der technologischen Kompetenzbasis

Mit Hilfe der Regression soll getestet werden, ob Endhersteller trotz Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen entsprechende technologische Kompetenzen weiterhin in-house behalten. Hypothese 1 geht daher von einem nicht signifikanten Einfluss der Veränderung der Wertschöpfungstiefe auf die Entwicklung der Anzahl an Patentanmeldungen aus. Somit fungiert als abhängige Variable die Veränderung des Patentspektrums ($\Delta PS_{\text{Periode1-4}}$), während die Veränderung der Wertschöpfungstiefe über den Untersuchungszeitraum ($\Delta WT_{1983-2002}$) als unabhängige Variable dient. Als weitere unabhängige Variable wird die Dummy-Variable „Akteurskategorie“ in die Modellgleichung integriert. Als Kontrollvariable fließt zusätzlich der absolute Wert der Anzahl an Patentanmeldungen der ersten Untersuchungsperiode (PS_{Periode1}) in die Regressionsanalyse ein. Die Regression wird nach der schrittweisen Methode durchgeführt, wobei das Signifikanzniveau 0,05 beträgt. Nach Sichtung von Extremwerten konnten lediglich 28 Stichprobenunternehmen in der Analyse berücksichtigt werden. Abbildung 3 fasst die Ergebnisse der Regressionsanalyse zusammen.

Abbildung 3: Multiple Regressionsanalyse zur Erklärung der Veränderungsdynamik der Anzahl an Patentanmeldungen

| Modellzusammenfassung | | ANOVA | | | |
|-------------------------------------|--------|----------------------------|------------|----------|----------|
| 1983-2002 | | | | | |
| | | | Regression | Residuen | Gesamt |
| R | 0,502 | Quadratsumme | 2236,670 | 6624,930 | 8861,600 |
| R-Quadrat | 0,252 | Df | 1 | 26 | 27 |
| Korrigiertes R-Quadrat | 0,224 | Mittel der Quadrate | 2236,670 | 254,805 | |
| Standardfehler des Schätzers | 15,963 | F | 8,778 | | |
| | | Signifikanz | 0,006 | | |

| Koeffizienten | | |
|------------------------|-----------|------------------------|
| 1983-2002 | | |
| | Konstante | PS _{Periode1} |
| Regressionskoeffizient | 21,955 | -0,068 |
| Standardfehler | 5,392 | 0,023 |
| Beta | | -0,502 |
| T-Wert | 4,072 | -2,963 |
| Signifikanz | 0,000 | 0,006 |

Das Bestimmtheitsmaß r^2 sowie das korrigierte Bestimmtheitsmaß beträgt die Werte 0,252 und 0,224 deuten auf eine kausale Abhängigkeit der Veränderung des Patentspektrums von den erklärenden Variablen hin. Die unabhängigen Variablen können somit 22,4 Prozent der Veränderung des Patentumfangs ($\Delta PS_{1983-2002}$) erklären. Die Signifikanz des Modells beträgt 0,006, womit immer noch eine annehmbare Signifikanz vorliegt. Wie der Koeffiziententabelle zu entnehmen ist, verfügt lediglich die Variable PS_{Periode1}, also die Anzahl an Patentanmeldungen während des ersten Untersuchungsintervalls, über einen ausreichend signifikanten Regressionskoeffizienten. Die übrigen unabhängigen Variablen wurden aufgrund mangelnder Signifikanz aus der Analyse der Kausalzusammenhänge ausgeschlossen.

Der Umfang der Patentsituation zu Beginn des Untersuchungshorizonts zeugt mit einem Beta-Koeffizienten von -0,502 von einem negativen Einfluss auf die zu erklärende Variable. Der gegenläufige Zusammenhang deutet darauf hin, dass Unternehmen, die bereits in der ersten Periode des Untersuchungszeitraums durch ein stark ausgeprägtes Patentportfolio gekennzeichnet waren, ihre Patentsituation während der nächsten Zeitintervalle vergleichsweise weniger stark erweitert haben. Keine Erklärungskraft geht hingegen von der Variablen $\Delta WT_{1983-2002}$ aus. Mit einem Beta-Koeffizienten von -0,172 und einem Signifikanzwert von 0,351 wurde diese Variable aus dem Modell ausgeschlossen. Die erste Hypothese des vorliegenden Beitrags kann somit bestätigt werden: Die zunehmende vertikale Spezialisierung bedingt keinen Abbau technologischer Kompetenzen. Die Unternehmen der Stichprobe halten trotz Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen entsprechende technologische Kompetenzen weiterhin in-house. Jedoch ist dieses Ergebnis nicht allein für die Endhersteller gültig. Das Herausfallen der Dummy-Variablen aufgrund mangelnder Signifikanz (0,367) zeigt, dass keine kausale Beziehung zwischen der Entwicklung der Patentanzahl und der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Akteurskategorie besteht. Somit ist anzunehmen, dass nicht nur Endhersteller, sondern auch große Systemlieferanten ihr technologisches Wissen trotz des Spezialisierungsprozesses weiterhin in-house halten.

Hypothese 2 und 3 gehen davon aus, dass Endhersteller sowie Systemzulieferer trotz zunehmender vertikaler Spezialisierung bzw. verstärkter Arbeitsteilung neue Technologieberei-

che erschließen. Es wird vermutet, dass ein nicht signifikanter Einfluss der unabhängigen Variable der Veränderung der Wertschöpfungstiefe ($\Delta WT_{1983-2002}$) auf die Entwicklung der Breite der technologischen Kompetenzbasis besteht. Die zu erklärende Veränderung der technologischen Kompetenzbasis von Unternehmen wird über die prozentuale Veränderung der einstufigen Entropiewerte erfasst ($\Delta TB_{\text{Periode}1-4}$). Als Kontrollvariable fließt der absolute Wert der Breite der technologischen Basis des ersten Untersuchungsintervalls ($TB_{\text{Periode}1}$) ein. Eine weitere unabhängige Variable stellt die Dummy-Variable als Ausdruck der Zugehörigkeit der Stichprobenunternehmen zu einer der beiden Akteurskategorien dar. Folgende Abbildung fasst die Ergebnisse der Regression zusammen (es konnten alle 29 Stichprobenunternehmen in der Analyse berücksichtigt werden).

Abbildung 4: Multiple Regressionsanalyse zur Erklärung der Veränderungsdynamik der Breite der technologischen Kompetenzbasis

| Modellzusammenfassung | | ANOVA | | | |
|------------------------------|-------|---------------------|----------|---------|---------|
| 1983-2002 | | | | | |
| | | Regression | Residuen | Gesamt | |
| R | 0,596 | Quadratsumme | 184,437 | 335,376 | 519,813 |
| R-Quadrat | 0,355 | df | 1 | 27 | 28 |
| Korrigiertes R-Quadrat | 0,331 | Mittel der Quadrate | 184,437 | 12,421 | |
| Standardfehler des Schätzers | 3,524 | F | 14,848 | | |
| | | Signifikanz | 0,001 | | |

| Koeffizienten | | |
|------------------------|-----------|------------------------|
| 1983-2002 | | |
| | Konstante | $TB_{\text{Periode}1}$ |
| Regressionskoeffizient | 8,449 | -1,597 |
| Standardfehler | 2,045 | 0,414 |
| Beta | | -0,596 |
| T-Wert | 4,131 | -3,853 |
| Signifikanz | 0,000 | 0,001 |

Das Bestimmtheitsmaß r^2 sowie das korrigierte Bestimmtheitsmaß umfasst die Werte 0,355 und 0,331. Somit können die unabhängigen Variablen 33,1 Prozent der Veränderung der Breite der technologischen Ressourcenbasis ($\Delta TB_{1983-2002}$) erklären. Mit einer Signifikanz von 0,001 ist das Modell äußerst signifikant. Wie der Koeffiziententabelle zu entnehmen ist, verfügt lediglich die Variable $TB_{\text{Periode}1}$, also die Breite der technologischen Basis während der ersten Untersuchungsperiode, über einen ausreichend signifikanten Regressionskoeffizienten. Alle weiteren unabhängigen Variablen wurden aufgrund mangelnder Signifikanz aus der Analyse der Kausalzusammenhänge ausgeschlossen.

Die absolute Breite des technologischen Kompetenzniveaus zu Beginn des Untersuchungshorizonts zeugt mit einem Beta-Koeffizienten von $-0,596$ von einem negativen Einfluss auf die zu erklärende Variable. Dies deutet darauf hin, dass Unternehmen, die während des ersten Untersuchungsintervalls bereits über ein breit aufgestelltes Kompetenzniveau verfügten, im Laufe der nächsten 15 Jahre ihr Technologiespektrum nicht mehr so stark ausgebaut haben. Wie in den Hypothesen 2 und 3 vorhergesagt, besteht kein kausaler Zusammenhang zwischen der Veränderung des Wertschöpfungsumfangs und der Veränderung der technologischen Ressourcenbasis. Mit einem Beta-Koeffizienten von $-0,163$ und einer Signifikanz von $0,305$ wurde diese Variable aus dem Modell ausgeschlossen. Wie vermutet, dient auch die Zugehörigkeit zur Akteurskategorie nicht als erklärende Variable für die Veränderung des Diversifikationsgrades. Diese Variable fällt mit einem Beta-Koeffizienten von $0,255$ und einem Signifikanzwert von $0,172$ aus der Kausalanalyse heraus. Somit kann die Aussage der Hypothesen bestätigt werden: Die zunehmende vertikale Spezialisierung hat keinerlei Auswirkungen auf die Veränderung der Breite der technologischen Basis. Sowohl Endhersteller als auch Systemzulieferer erweitern trotz verstärkter Abgabe von Wertschöpfungsleistungen beständig ihre technologische Basis.

4.2.3 Multiple Regression zum Einfluss der Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette auf die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis

Die folgende Regressionsanalyse gibt Aufschluss über den kausalen Zusammenhang zwischen der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Akteursgruppe und der Ausprägung der technologischen Basis. Die zu testende Hypothese geht davon aus, dass die Akteurskategorie der Stichprobenunternehmen als eine signifikante Erklärungsgröße für die absolute Breite der technologischen Kompetenzbasis darstellt. Im Gegensatz zur vorherigen Regressionsanalyse kommen daher nicht mehr die Veränderungsgrößen als abhängige Variable in Betracht, sondern die absoluten Werte des Diversifikationsniveaus pro Periode stellen die zu erklärende Variable dar. Als Maßgröße der technologischen Basis werden die einstufigen Entropiewerte ($TB_{\text{Periode } t}$) verwendet. Neben der Dummy-Variablen wird als weitere unabhängige Variable das Niveau der Wertschöpfungstiefe pro Untersuchungsperiode (WT_t) in die Modellgleichung integriert, um den Einfluss der Wertschöpfungstiefe auf die Breite der technologischen Basis auch in ihrer absoluten Größe pro Untersuchungsperiode bestimmen zu können. Da unter Verwendung absoluter Ausprägungswerte die Abhängigkeit der zu erklärenden Variable für jede der vier Teilperioden separat getestet werden muss, um die Kausalzusammenhänge für den gesamten Untersuchungszeitraum von 20 Jahren bestimmen zu können, müssen bei der Variablen WT_t zeitliche Verzögerungen berücksichtigt werden. Der Einfluss der Wertschöpfungstiefe wird daher sowohl für das zeitlich vor der jeweiligen Unter-

suchungsperiode liegende Jahr erfasst (WT_{t-1}), sowie für die Jahre, die den Beginn (WT_t) und das Ende der Periode (WT_{t+1}) markieren. Entsprechend der bereits bestätigten Hypothese wird auch für die vorliegende Regressionsrechnung angenommen, dass die Ausprägung des Integrationsgrads keinen signifikanten Einfluss auf den Diversifikationsgrad hat. Abbildung 5 präsentiert die Ergebnisübersicht der Regressionsanalyse, separiert für die vier Fünfjahresintervalle 1983 - 1987, 1988 - 1992, 1993 - 1997 sowie 1998 - 2002 (N=29).

Abbildung 5: Multiple Regressionsanalyse zur Erklärung der Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis

| Modellzusammenfassung | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1983-1987 | 1988-1992 | 1993-1997 | 1998-2002 |
| R | 0,547 | 0,617 | 0,637 | 0,668 |
| R-Quadrat | 0,300 | 0,381 | 0,405 | 0,447 |
| Korrigiertes R-Quadrat | 0,274 | 0,358 | 0,383 | 0,426 |
| Standardfehler des Schätzers | 1,370 | 1,122 | 1,242 | 1,049 |

| ANOVA | | | | | | |
|----------------------------|------------|----------|--------|------------|----------|--------|
| | 1983-1987 | | | 1988-1992 | | |
| | Regression | Residuen | Gesamt | Regression | Residuen | Gesamt |
| Quadratsumme | 21,669 | 50,653 | 72,322 | 20,882 | 33,964 | 54,846 |
| Df | 1 | 27 | 28 | 1 | 27 | 28 |
| Mittel der Quadrate | 21,669 | 1,876 | | 20,882 | 1,258 | |
| F | 11,550 | | | 16,600 | | |
| Signifikanz | 0,002 | | | 0,000 | | |
| | 1993-1997 | | | 1998-2002 | | |
| | Regression | Residuen | Gesamt | Regression | Residuen | Gesamt |
| Quadratsumme | 28,361 | 41,637 | 69,998 | 23,954 | 29,686 | 53,640 |
| Df | 1 | 27 | 28 | 1 | 27 | 28 |
| Mittel der Quadrate | 28,361 | 1,542 | | 23,954 | 1,099 | |
| F | 18,391 | | | 21,787 | | |
| Signifikanz | 0,000 | | | 0,000 | | |

| Koeffizienten | | | | |
|-------------------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| | 1983-1987 | | 1988-1992 | |
| | Konstante | Akteurskategorie | Konstante | Akteurskategorie |
| Regressionskoeffizient | 4,049 | 1,819 | 4,454 | 1,785 |
| Standardfehler | 0,314 | 0,535 | 0,257 | 0,438 |
| Beta | | 0,547 | | 0,617 |
| T-Wert | 12,886 | 3,399 | 17,312 | 4,074 |
| Signifikanz | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |
| | 1993-1997 | | 1998-2002 | |
| | Konstante | Akteurskategorie | Konstante | Akteurskategorie |
| Regressionskoeffizient | 4,520 | 2,081 | 4,624 | 1,912 |
| Standardfehler | 0,285 | 0,485 | 0,241 | 0,410 |
| Beta | | 0,637 | | 0,668 |

| | | | | |
|--------------------|--------|-------|--------|-------|
| T-Wert | 15,867 | 4,288 | 19,221 | 4,668 |
| Signifikanz | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß, als Maß für die Güte der Messung, steigt kontinuierlich über den Zeitraum hinweg an und umfasst Werte von 0,274 bis 0,426. Dieses Bild zeugt von einer kontinuierlich ansteigenden, starken kausalen Abhängigkeit der Breite des Technologieportfolios von den erklärenden Variablen. Zugleich zeugen die niedrigen Signifikanzwerte von einem hohen Erklärungsgehalt der Variablen. Wie vermutet, übt die Wertschöpfungstiefe erneut keinerlei Einfluss auf den Diversifikationsgrad der Unternehmen aus. Die Variablen WT_{t-1} , WT_t sowie WT_{t+1} fallen aus jedem der vier Teilmodelle aufgrund mangelnder Signifikanzwerte heraus.

Dagegen zeugen die Beta-Koeffizienten der Dummy-Variablen „Akteurskategorie“ mit Werten zwischen 0,547 und 0,668 von einer starken positiven Bestimmungsgröße für die abhängige Variable. Auch diese Werte sind von Periode zu Periode angestiegen, womit die erklärende Variable einen zunehmend stärkeren Einfluss auf die abhängige Variable ausübt. Die kausale Abhängigkeit zwischen der Variablen „Akteurskategorie“ und der Breite der technologischen Basis sind für jede Teilperiode ersichtlich, womit Hypothese 4 voll bestätigt werden kann: Die unterschiedliche Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette stellt eine signifikante Erklärungsgröße für die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis dar. Die kontinuierlich ansteigenden Beta-Werte zeugen auch von einem zunehmenden Erklärungsgehalt der bestätigten Hypothese im Zeitablauf. Zudem bietet die nähere Analyse des positiven Kausalzusammenhangs Aufschluss über die Unterschiede in der Ausprägung der Technologieprofile zwischen OEMs und Zulieferern. Die Regressionsanalyse mit der Dummy-Variablen ist dabei wie folgt zu interpretieren: Steigt die Dummy-Variable um eine Einheit, so besagt dies einen Wechsel der Akteursgruppe von Zulieferer zu OEM. Dieser Wechsel wirkt sich aufgrund der positiven kausalen Abhängigkeit in die gleiche Richtung auf die abhängige Variable $TB_{\text{Periode } t}$ aus. In Bezug auf die vorliegenden Regressionsergebnisse lässt sich demnach konstatieren, dass die Zugehörigkeit zur Gruppe der Endhersteller über den gesamten Untersuchungszeitraum einen positiven Einfluss auf den Diversifikationsgrad ausübt. Dieses Ergebnis deckt sich vollständig mit den Ergebnissen der deskriptiven Statistik, dass die Endhersteller grundsätzlich über ein diversifizierteres Technologieprofil verfügen als die Zulieferunternehmen des ersten Tiers.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die zu Beginn aufgestellte Forschungsfrage, welchen Einfluss die zunehmende vertikale Spezialisierung auf das Spektrum technologischer Innovationsbemühungen von Endherstellern und Zulieferern ausübt, führte zunächst dazu, die Wertschöpfungstiefe als Determinante der vertikalen Spezialisierung für die Unternehmen des Untersuchungssample zu bestimmen. Dabei stellte sich als ein überraschendes Ergebnis der deskriptiven Statistik heraus, dass nicht nur Endhersteller ihre Wertschöpfungstiefe während des Untersuchungszeitraums von 20 Jahren (1983-2002) zunehmend verringert haben, sondern auch die Mehrzahl der Zulieferunternehmen des ersten Tiers. Diese Beobachtung scheint jedoch bei näherer Betrachtung des hierarchischen Aufbaus systemischer Industrien nur natürlich. Die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen seitens der OEMs verbleibt nicht auf Ebene des ersten Tiers, sondern wird von Letzteren wiederum an die Unternehmen der untergeordneten Tiers weitergereicht. Schließlich verantworten die Tier - 1 - Zulieferer die Herstellung komplexer und technisch anspruchsvoller Systeme, die nicht ohne Vorleistungen von tiefer positionierten Lieferanten in der Wertschöpfungskette gefertigt werden können. Des Weiteren ergab die Analyse der Wertschöpfungstiefe, dass die OEMs im Vergleich zur Akteursgruppe der Zulieferer durch einen deutlich geringeren vertikalen Integrationsgrad gekennzeichnet sind.

Zudem lieferte die deskriptive Analyse erste Hinweise auf eine Entkopplung der Veränderung der Leistungstiefe von der Veränderung der Breite der technologischen Kompetenzbasis. Die Berechnungen zur Entwicklungsdynamik der technologischen Basis deuteten bereits an, dass der Prozess der vertikalen Spezialisierung nicht zwangsläufig zu einer Abgabe technologischen Wissens führt. Sowohl OEMs als auch große Zulieferunternehmen haben trotz Reduzierung ihrer Wertschöpfungstiefe im Zeitablauf die Anzahl ihrer Patentanmeldungen kontinuierlich gesteigert sowie das Spektrum ihrer technologischen Aktivitäten ausgedehnt. Dabei verfügten die Endhersteller im Vergleich zu ihren Lieferanten über deutlich mehr technologisches Wissen in-house. Auch das Spektrum ihrer technologischen Aktivitäten war eindeutig breiter angelegt und somit klar diversifizierter als das der Zulieferer. Dieser offensichtliche Einfluss der unterschiedlichen Rolle bzw. Positionierung von Unternehmen im Wertschöpfungsprozess auf die Ausgestaltung der technologischen Kompetenzbasis konnte im Rahmen der Regressionsanalyse bestätigt werden. Die Positionierung von Unternehmen in der Wertschöpfungskette besitzt eine signifikante Erklärungskraft für die Ausgestaltung der technologischen Basis (Hypothese 4). OEMs verfügen dabei prinzipiell über ein breiter aufgestelltes Technologieprofil als Systemzulieferer.

Im Rahmen der Regressionsanalyse konnten auch die weiteren Hypothesen dieses Beitrags bestätigt werden. In keiner der Regressionen besaß die (Veränderung der) Wertschöpfungs-

tiefe einen signifikanten Erklärungsgehalt. Damit bestätigt sich, dass die Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen nicht zu einem Abbau technologischer Kompetenzen führt, sondern dass das korrespondierende technologische Wissen weiterhin in-house gehalten wird (Hypothese 1). Als weiteres wesentliches Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Unternehmen trotz Outsourcingaktivitäten die Breite ihrer technologischen Basis sogar noch erweitern. Diese empirischen Befunde gelten dabei für OEMs und Systemzulieferer gleichermaßen (Hypothese 2 und 3). Damit lässt sich die zu Beginn aufgestellte Forschungsleitfrage beantworten: Die zunehmende vertikale Spezialisierung übt keinen Einfluss auf das Spektrum technologischer Innovationsbemühungen von Endherstellern und Zulieferern aus.

Die Notwendigkeit der vorliegenden empirischen Analyse ergab sich aus der Frage, ob die Strategie der vertikalen Spezialisierung zu einem Abbau von Innovationstätigkeit bzw. technologischer Kompetenzen führt. Die Arbeit erweitert grundsätzlich das Verständnis für die Leistungserstellung komplexer systemischer Produkte sowie für die Thematik der vertikalen Integration und Fremdvergabe von Wertschöpfungsleistungen. Die differenzierte Analyse für Endhersteller und Zulieferer bietet zudem tiefere Einblicke in die Form der Zusammenarbeit zwischen den beiden Akteursgruppen. Kritisch anzumerken bleibt, dass sich die Ergebnisse der Arbeit ausschließlich auf eine Untersuchung der Automobilindustrie stützen. Um die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen, empfiehlt es sich für zukünftige Untersuchungen, eine solche Analyse auch für andere Industrien mit systemischen Produkten und umfassenden Zuliefernetzwerken durchzuführen. Noch genauere Einblicke bezüglich der Rolle und Positionierung von Endherstellern und Zulieferern im Wertschöpfungsprozess würden sich ergeben, wenn neben Tier - 1 - Zulieferern ebenfalls Zulieferer nachfolgender Tiers in die Untersuchung einbezogen werden. In zukünftigen Beiträgen sollten daher auch kleinere Zulieferunternehmen Berücksichtigung finden.

Literaturverzeichnis

- Beier, J.; Schlossarek, G. (1980): Wertschöpfungs- und Finanzierungsrechnung, in: Der Betrieb, Jg. 33, S. 1129-1135.
- Brusoni, 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.
- Burr, W.; Stephan, M. (2004): Arbeits- und Kompetenzverteilung in systemisch geprägten Industrien: Theoretische Überlegungen und empirische Befunde aus der Netzwerkausrüsterbranche, in: Friedrich von den Eichen, S. A., Hinterhuber, H. H., Matzler, K., Stahl, H. K. (Hrsg.), Entwicklungslinien des Kompetenzmanagements, Wiesbaden 2004.
- Burr, W.; Stephan, M.; Soppe, B.; Weisheit, S. (2007): Patentmanagement: Strategischer Einsatz und ökonomische Bewertung von technologischen Schutzrechten, Stuttgart 2007.
- Ethiraj, S.; Puranam, P. (2004): The Distribution of R&D effort in Systemic Industries: 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.
- Gambardella, 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 1994.
- Granstrand, O.; Patel, P.; Pavitt, K. (1997): Multi-technology corporations: Why they have "distributed" rather than "distinctive core" competencies, in: California Management Review, Jg. 39, Heft 4, S. 8-25.
- Haller, A. (1997): Wertschöpfungsrechnung: Ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext, Stuttgart 1997.
- Krogh von, G.; Roos, J. (1992): Figuring out your Competence Configuration, in: European Management Journal, Jg. 10, Heft 4, S. 422-427.
- 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, Amsterdam 2004, S. 317-355.
- Makarov, Mikhail (2000): The seventh edition of the IPC, World Patent Information, Jg. 22, Geneva 2002, S. 53-60.
- 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 1988, S. 509-536.
- Pfaffmann, E. (2001): Kompetenzbasiertes Management in der Produktentwicklung: Make-or-Buy-Entscheidungen und Integration von Zulieferern, Wiesbaden 2001.
- Picot, A. (1991): Ein neuer Ansatz zur Gestaltung der Leistungstiefe, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 43, Heft 4, S. 336-357.
- 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.
- Sako, M. (2003): Modularity and Outsourcing: The Nature of Co-evolution of Product Architecture and Organization Architecture in the Global Automotive Industrie, in: Prencipe, A., Davies, A., Hobday, D. (Hrsg.): The Business of Systems Integration, Oxford University Press 2003.

- Sako, M.; Murray, F. (1999): Modules in design, production and use: Implications for the global automotive industry, Paper presented at the International Motor Vehicle Program Annual Sponsors' Meeting, Cambridge 1999.
- Schmoch, U. (1999): Impact of international patent applications on patent indicators, in: Research Evaluation, Jg. 8, August, S.119-131.
- Schmoch, U. (1990): Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation, Köln 1990.
- Soppe, B.; Stephan, M. (2006): Patentinformationen strategisch nutzen - Grundlagen, in: Barske, H., Gerybadze, A., Hünninghausen, L., Sommerlatte, T. (Hrsg.), Das innovative Unternehmen, Loseblattsammlung.
- Soppe, B.; Stephan, M. (2006a): Patentinformationen strategisch nutzen - Anwendungsfelder, in: Barske, H., Gerybadze, A., Hünninghausen, L., Sommerlatte, T. (Hrsg.), Das innovative Unternehmen, Loseblattsammlung.
- Stephan, M. (2005): Vertikale Spezialisierung und technologischer Kompetenzaufbau? Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen, Beitrag im Rahmen der Fachtagung der Kommission Technologie- und Innovationsmanagement, 2005.
- Stephan, M. (2003): Technologische Diversifikation von Unternehmen: Ressourcentheoretische Untersuchung der Determinanten, Wiesbaden 2003.
- Stigler, G. (1951): The division of labor is limited by the extent of the market, in: The Journal of Political Economy, Jg. 59, Heft 3, S. 185-193.
- Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation, Wiesbaden 1992.
- Ulrich, K. T. (1995): The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, in: Research Policy, Jg. 24, S. 419-440.
- Williamson, O. E. (1985): The Economic Institutions of Capitalism, New York 1985.
- Wurm, B. (1993): Ein Weg aus der Rezession – Arbeitsproduktivität und Einkommensverteilung bilden die Grundlage, in: Forschungsinstitut der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung Weltwirtschaft und Weltpolitik, Berichte November 1993, S. 15-29.

Discussion Papers on Strategy and Innovation

ISSN: 1864-2039

| | | | |
|------|----|------------------------|---|
| 2007 | 01 | <i>Michael Stephan</i> | Outsourcing und technologischer Kompetenzabbau? Eine empirische Analyse der Auswirkung der Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf das Technologieportfolio von Unternehmen |
| 2007 | 02 | <i>Birthe Soppe</i> | Warum sollten Endhersteller und Zulieferer mehr innovieren als produzieren? Eine empirische Analyse der vertikalen Spezialisierung auf die technologische Kompetenzverteilung in der Automobilindustrie |

Herausgeber Michael Stephan

Department of Technology and
Innovation Management

Philipps-University Marburg
Am Plan 2
35037 Marburg

Erscheinungsort Marburg, Deutschland

ISSN 1864-2039