

Forschungsberichte Working Papers

Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie
Department of Economic and Social Geography
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt



Herausgeber Eike W. Schamp
ISSN 1439-2399

© Copyright Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt und die Autoren

Bernd Rentmeister

Einbindung und standörtliche Organisation von Ingenieurdienstleistern in der Automobilentwicklung

IWSG Working Papers 12-2002

Der Herausgeber bedankt sich bei Johannes Glückler für die Gestaltung des Layouts und die Unterstützung der Produktion dieser Reihe.

Autorenanschrift Bernd Rentmeister,
Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie,
Johann Wolfgang Goethe-Universität,
Postfach 11 19 32, 60054 Frankfurt/ Main,
Fon +49 +69 798 28482,
Email rentmeister@em.uni-frankfurt.de

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Wachsender Automotive-Engineering - Markt und Ausweitung von Standortnetzen	5
2.1	Wandel in der Automobilindustrie	5
2.2	Gründe für die Herausbildung des Engineering-Marktes	6
2.3	Verschiedene Formen der Arbeitsteilung	9
2.4	Größe des Marktes	10
2.5	Akteure auf dem Markt	12
2.6	Standortstruktur	15
3	Unternehmensbefragung: Zielsetzung und methodisches Vorgehen	17
3.1	Ziele der Befragung	17
3.2	Erhebungsmethode: Standardisierte schriftliche Befragung von Ingenieurdienstleistern	18
3.3	Fragebogen	19
3.4	Auswertungsmethode	19
4	Struktur des Sektors der Ingenieurdienstleister	20
4.1	Kompetenzen der Ingenieurdienstleister	20
4.2	Asymmetrische Größenverteilung der Unternehmen	23
5	Arbeitsteilung in der Erstellung von Dienstleistungen: Engineering Outsourcing und Simultaneous Engineering	25
5.1	Kundenaufträge	25
5.2	Kooperationen in der Leistungserstellung	27
5.3	Prozesse des Simultaneous Engineering	30
5.3.1	Umsetzung der Methode	30
5.3.2	Bildung von Entwicklungsteams	31
5.4	Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien	33
5.5	Simultaneous Engineering und Engineering Outsourcing	34
6	Standörtliche Organisation	36
6.1	Aufbau von Entwicklungskapazitäten durch den Aufbau von Standortstrukturen	36
6.2	Aufbau von Entwicklungskapazitäten durch die Mobilität von Ingenieuren	39
6.3	Standortübergreifende Zusammenarbeit	40
6.4	Engineering Outsourcing, Simultaneous Engineering und Standortstruktur	41
7	Resumee	45
7.1	Pyramidisierung der Wertschöpfungskette der Automobilentwicklung	45
7.2	Einbindung von Ingenieurdienstleistern in die Automobilentwicklung und standörtliche Organisation	46
7.3	Aneignung von Entwicklungswissen im lokalen Kontext	48
8	Literaturverzeichnis	50

1 Einleitung

Die Organisation der Automobilentwicklung unterliegt auch in den 1990er Jahren einem tiefgreifenden Wandel, der durch ein anhaltendes *Engineering Outsourcing* und eine zeitliche Parallelisierung von Entwicklungsaufgaben nach dem Konzept des *Simultaneous Engineering* zum Ausdruck kommt (vgl. Jürgens 2000a, Rentmeister 2001). Die Automobilhersteller sind dabei die zentralen Akteure. Mit neuen Formen unternehmensübergreifender Arbeitsteilung streben sie eine Reduzierung ihrer Entwicklungskosten und der Entwicklungszeiten für neue Fahrzeugmodelle an. Zugleich versuchen sie auf diese Weise, eine zunehmende Zahl an Modellen auf den Markt zu bringen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Der wesentliche Grund für die gegenwärtige Reorganisation der Automobilentwicklung liegt in einem verschärften globalen Wettbewerb unter den Automobilkonzernen, die auf zunehmend weltweit integrierten Märkten im Wettbewerb zueinander stehen¹.

In diesem organisatorischen Wandel hat sich seit den 1990er Jahren in Deutschland ein mittlerweile beachtlicher Automotive Engineering-Markt mit einer Vielzahl von Ingenieurdienstleistern herausgebildet. Bei diesen handelt es sich um *technische wissensintensive Dienstleister*, die sich auf die Entwicklung von Fahrzeugen spezialisiert haben und über einen hohen Anteil hoch qualifizierter Techniker und Ingenieure verfügen. Deren Stärke liegt darin, ihr Wissen zur Generierung neuen Wissens anzuwenden und dieses ihren Kunden zur Verfügung zu stellen. Verschiedentlich weisen wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Forscher sowie wirtschaftspolitische Akteure auf die hohe Bedeutung hin, die wissensintensive Dienstleister für die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit ihrer Kunden und für das Wachstum von Volkswirtschaften einnehmen (vgl. Daniels u. Moulart 1991, Starbuck 1992, Illeris 1996, BMBF 1999, Strambach 1999). Dabei liegt die Annahme zugrunde, dass der Erfolg von Unternehmen entscheidend davon bedingt ist, auf welche Wissensressourcen diese zugreifen können. Denn die Verfügbarkeit von Wissen sowie von Informationen, deren Kombination zu neuem Wissen führt, ist die zentrale Voraussetzung für Unternehmen, um in kürzeren Entwicklungszeiten verschiedenartige Innovationen hervorzubringen und diese schnell in neue, auf differenzierte Präferen-

¹ Die Automobilentwicklung ist der Abschnitt der Produktentstehungsphase, die sich an das Design anschließt und mit dem Beginn der Serienproduktion endet. In der Phase der Automobilentwicklung werden neue Fahrzeuge konstruiert und zur Serienreife geführt. Es werden grundlegende Entscheidungen getroffen, die den gesamten weiteren Lebenszyklus eines Fahrzeugs betreffen. Gegenüber der Produktionsphase ist die Automobilentwicklung daher als eine sehr wissensintensive Phase der Produktentstehung zu bezeichnen.

zen der Verbraucher ausgerichtete Produkte umzusetzen. Das Management von Wissensprozessen muss daher als eine der zentralen Fragen der Organisation der Automobilentwicklung angesehen werden (vgl. Bernhardt u. Bock 1999, Feige u. Crooker 1999; Lullies 2000)². Bei einem weitergehenden Engineering Outsourcing stehen insbesondere die Automobilhersteller vor der Herausforderung, die Kontrolle und Koordination des Managements von Wissensprozessen beizubehalten.

Die Beziehungen und Organisationsformen zwischen wissensintensiven Dienstleistern und ihren Kunden sind bislang im allgemeinen wenig empirisch untersucht (vgl. Strambach 1999). Im Bereich der Automobilentwicklung bestehen vor allem Fallstudien über die konzerninterne Reorganisation und neue Formen der Zulieferereinbindung (vgl. Laigle 1996, Caputo u. Zirpoli 2002, Calabrese 2000, Jürgens 2000b). Die Besonderheit der *Erstellung wissensintensiver Dienstleistungen* liegt darin, unternehmens-internes mit unternehmens-externem Wissen zu verknüpfen und in einer mit dem Kunden gemeinsam erarbeiteten Problemlösung zu verbinden. Mit der Zusammenführung von Wissen besteht für die Dienstleister zugleich die Möglichkeit, sich neues Wissen in Lernprozessen anzueignen. Aus verschiedenen Gründen stellt die standörtliche Organisation damit ein Problem für die Ingenieurdienstleister dar: Wissen ist nicht ubiquitär verteilt und kann nicht an jedem Ort zusammengeführt werden. Wissen ist zudem nur schwer transferierbar, da es als implizites Wissen an einzelne Personen gebunden und selbst als kodifiziertes Wissen kontextabhängig und daher nur unter bestimmten Bedingungen der Nähe zu kommunizieren ist (vgl. v. Hippel 1994, Gilly u. Torre 2000). Die Erstellung wissensintensiver Dienstleistungen erfordert ein hohes Maß an *Kommunikation* mit den Kunden. Häufig impliziert die Generierung und der Transfer von Wissen die direkte persönliche Kommunikation zwischen Ingenieuren, die über jeweils spezifisches Wissen verfügen. Die Ingenieurdienstleister stehen damit vor der Schwierigkeit, Wissen am Standort ihrer Kunden zur Verfügung zustellen, gleichzeitig ihr Wissen aber in ihrer eigenen Organisation zu bündeln, um Innovationen hervorbringen zu können. Da die Ingenieurdienstleister nicht nur für einen Kunden arbeiten, nutzen sie verschiedene Arten von *Nähe*, um die Kommunikation und Zusammenführung von

² Der Begriff Wissen unterliegt in der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Literatur unterschiedlicher Verwendung und im konzeptionellen Verständnis von Wissensorganisation, Wissensmanagement, Lernende Organisation / Lernendes Unternehmen bestehen vielfältige Undeutlichkeiten (vgl. Krebs 1998, Reeg 1998, Roehl 1999). Wissen besteht häufig als implizites Wissen, als kognitive und technische Fähigkeiten einzelner Personen, und ist im Gegensatz zu explizitem Wissen nur schwer in eine formale und systematische Sprache zu transferieren und damit zu kodifizieren (vgl. Polanyi 1985, Sydow u. van Well 1997, Nonaka u. Takeuchi 1997).

Wissen zu ermöglichen. Als idealtypische Analysekatoren können hierbei räumliche, organisationale und virtuelle Nähe unterschieden werden: Virtuelle Nähe besteht durch die Nutzung gemeinsamer, auf gleichen Standards beruhender und dadurch zur Übertragung ähnlich kodifizierten Wissens geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien. Organisatorische Nähe wird geschaffen durch die Gültigkeit verschiedener Institutionen wie etwa Regeln und Konventionen eines Unternehmens. Räumliche Nähe wird durch Kopräsenz von Unternehmen und Ingenieuren an einem gleichen Standort hergestellt. Die Bedeutung von Nähe ist vor allem davon abhängig, in welcher standardisierten oder nicht-standardisierten Form Wissen kommuniziert und in den Prozess der Dienstleistungserstellung eingebracht wird (vgl. Hausmann 1996; Geißler 1999). Der Aufbau von Nähe ist zudem immer mit Investitionen verbunden wie der Gründung neuer Niederlassungen, der Etablierung organisatorischer Standards oder der Implementierung von kundenspezifischen Informations- und Kommunikationssystemen. Wie die Ingenieursfirmen eine standörtliche Organisation gestalten, ist damit auch abhängig von ihren je spezifischen Möglichkeiten, organisationsintern und an einzelnen Niederlassungen Größen- und Spezialisierungsvorteile zu erzielen.

Eine Analyse der Arbeitsteilung und der verschiedene Formen der Nähe schaffenden institutionellen Bedingungen in der Automobilentwicklung erfordert qualitative empirische Methoden zum Beispiel in Form von vertieften Interviews mit Projektleitern und Geschäftsführern. Um qualitative Aussagen über die Restrukturierung der Kunden-Dienstleister-Beziehungen in der Automobilentwicklung zu fundieren, ist es jedoch auch erforderlich, eine quantitative Bestimmung der Bedeutung von Ingenieurdienstleistern in der Prozesskette vorzunehmen. Der vorliegende Arbeitsbericht ist die Auswertung einer standardisierten schriftlichen Befragung von 58 Ingenieurdienstleistern, die in der Automobilentwicklung tätig sind. Die Ziele der Befragung lagen darin, Zusammenhänge zwischen ihrer Einbindung in die Automobilentwicklung und ihrer standörtlichen Organisation zu analysieren.

2 Wachsender Automotive Engineering-Markt und Ausweitung von Standortnetzen

2.1 Wandel in der Automobilindustrie

Der Wandel in der Automobilindustrie führt insbesondere in Deutschland und anderen europäischen Ländern zu einer Herausbildung einer Vielzahl von Ingenieurdienstleistern - technischer wissensintensiver, für die Entwicklung von Automobilen nachgefragter Dienstleistungsunternehmen (vgl. Hupfer 1998, Blöcker 2000). Paradoxerweise hat die gestiegene Nachfrage nach Ingenieurdienstleistungen mit einem rückläufigen Autoabsatz insbesondere in der Triade zu tun – in Nordamerika, Europa und Japan werden bisher rund 70% der Autos verkauft und über 80% der deutschen Autoexporte gehen nach Westeuropa und in die USA (vgl. VDA 2000) – und daher mit einem verschärften Wettbewerb der global agierenden Autokonzerne um Marktanteile³. Dass nur diejenigen Automobilhersteller im Wettbewerb um Marktanteile erfolgreich sind, die sich gegenüber differenzierten, weltweit regional verschiedenen Kundengruppen hervortun, also die eigenen Marken positionieren, zeigt, welche zentrale Bedeutung die *Automobilentwicklung* besitzt (vgl. Jürgens 2000). In dieser Phase sollen Innovationen in neue Produkte umgesetzt werden.

Der Wandel in der Automobilindustrie ist durch zwei grundlegende Prozesse vorgezeichnet:

(1) Weiterhin wird die Zahl der Automobilhersteller sinken. Betrachtet man die strategische Ausrichtung der Automobilkonzerne, auf allen wichtigen Märkten der Triade eine starke Stellung zu erreichen, sind weitere Fusionen zu erwarten. Damit wird sich der Wettbewerb unter den Autokonzernen erhöhen. Durch Fusionen und Akquisitionen versuchen diese, Größenvorteile (*economies of scale*) zu erzielen. Insbesondere wollen sie durch eine Verringerung von Überkapazitäten eine Verbesserung ihrer Kostenstrukturen zu erreichen (vgl. Automotive Engineering Partners 1999). Gleichzeitig besteht für die Autokonzerne die Möglichkeit, ihre Markenpalette zu erweitern und durch Plattformstrategien zusätzlich Diversifikationsvorteile (*eco-*

³ In Deutschland legte der Pkw-Bestand im Jahr 2001 um lediglich 1,4% auf 44.383.323 (2000: 43.772.260) Fahrzeuge zu. Die Kraftwagendichte stieg auf 539 (532) Pkw pro 1000 Einwohner. Die Zahl der Neuzulassungen verringerte sich um 1,1% auf 3.341.718 (3.378.343) Pkw, im Jahr 2000 sank sie um 11,1% von 3.802.176 Einheiten im Jahr 1999. Von 1991 bis 2001 ging in Deutschland die Zahl der Neuzulassungen von 4.158.674 Pkw um 19,6% zurück (vgl. VDA 2002).

nomies of scope) zu schaffen. Kaum eine Industrie ist in ihrem Globalisierungsprozess so weit fortgeschritten wie die Automobilbranche.

(2) Der Wandel der Automobilindustrie vollzieht sich aber nicht nur auf horizontaler Ebene, sondern auch auf vertikaler Ebene, denn weiterhin verlagern die Automobilhersteller umfangreiche Wertschöpfungsaktivitäten auf ihre Zulieferer. Dieses ist ein seit den 1980er Jahren bekannter und andauernder Prozess, der allerdings mit dem Outsourcing kompletter Module und Systeme eine neue Dimension erhalten hat. Mit dem *Modular- und System Sourcing* – also dem Einkauf in sich komplexer Einheiten wie zum Beispiel Fahrwerk, Frontend, Türen, Sitze, Instrumententafel, Bordnetze oder Klimasysteme – vergeben die Automobilhersteller umfangreiche Verantwortung an ihre Zulieferer und senken den eigenen Entwicklungs- und Produktionsaufwand. Die Automobilhersteller werden zunehmend zu Koordinatoren einer Wertschöpfungskette, in der wenige Modul- und Systemzulieferer als sogenannte 1st tier-Lieferanten direkt an die Automobilhersteller liefern (vgl. VDI-Nachrichten 1998, Wolters 1999, Sako u. Murray 2000). Die Automobilhersteller selbst definieren ihre Kernkompetenzen neu auf das Design, die Profilierung ihrer eigenen Marken, zentrale Bereiche der Fahrzeugentwicklung, häufig zum Beispiel der Motoren und der Fahrzeugsicherheit, sowie die Vermarktung. Die Folgen solcher Einkaufsstrategien zeigen sich wiederum in einem verstärkten Wettbewerb unter den Zulieferern, die durch eine Erweiterung ihres Know-hows – vor allem durch Akquisitionen und Fusionen – versuchen, sich als 1st tier-Lieferanten zu positionieren.

Mit beiden Prozessen besteht die Tendenz zu einer fortschreitenden Hierarchisierung der Beziehungen zwischen Automobilhersteller und -zulieferer in der Automobilindustrie (Hanckè 1997, Schumann 1997, Reeg 1998, Calabrese 2001).

2.2 Gründe für die Herausbildung des Engineering Marktes

Im Zusammenhang mit diesen Veränderungen hat sich aus verschiedenen Gründen ein mittlerweile umfangreicher, weiterhin wachsender Automotive Engineering-Markt für wissensintensive technische Dienstleister herausgebildet. Die wichtigsten Gründe für die Vergabe von Entwicklungsaufträgen an externe Dienstleister liegen in einer Flexibilisierung der Modellentwicklung, der Reduzierung von Entwicklungskosten und der Nutzung externen spezifischen Know-hows:

(1) Die Automobilhersteller starten *Modelloffensiven*, mit denen sie die Zahl ihrer Modelle und Modellvarianten stark erhöhen. Eine attraktive, auf unterschiedliche Kundenbedürfnisse ausgerichtete Palette an Modellen und Modellvarianten stellt für die Automobilhersteller eine entscheidende Bedingung dar, der Gefahr rückläufiger

Absatzzahlen entgegenzuwirken, Marktanteile zu erweitern und damit ihre Umsatzrenditen zu erhöhen (vgl. Feige 1995; Forsgren u. Crooker 1999; Beyse u. Möll 2000). Die Ausweitung der Modellpalette ist aber nur mit einer rapiden Steigerung des Aufwands für Forschung und Entwicklung (FuE) umzusetzen. Selbst wenn die Automobilhersteller durch Plattform- und Gleichteilestrategien economies of scale erzielen – diese werden besonders von den Volumenherstellern wie Volkswagen, Opel und Fiat mit Nachdruck verfolgt – sind sie nicht in der Lage, die komplette Entwicklung aller ihrer Modelle durchzuführen. Die Automobilentwicklung stellt eine wissensintensive Tätigkeit dar, in der Personalkosten für Ingenieure und Techniker einen Großteil des Entwicklungsaufwands ausmachen. Zur Reduzierung des eigenen Entwicklungsaufwands und zur Flexibilisierung der Entwicklungsarbeit verlagern die Automobilhersteller Engineering-Aufgaben auf externe Unternehmen, das heißt auf Automobilzulieferer oder auf Ingenieurdienstleister, die sich auf die Entwicklung von Fahrzeugen spezialisiert haben. Die Automobilhersteller konzentrieren ihre eigenen Ressourcen auf die Entwicklung von Basismodellen, zum Beispiel einer Limousine, während die Entwicklung von Modellvarianten und Derivaten, also aus Basismodellen abgeleiteten Fahrzeugen wie zum Beispiel eines Cabrios oder eines Kombis, in zunehmendem Maße an Ingenieurdienstleister vergeben werden.

(3) Die *Rolle der Automobilzulieferer* hat sich im Zuge des Modular- und System Sourcing geändert. Nur wenige Automobilzulieferer verfügen selbst über das Know how, komplette Module oder Systeme zu entwickeln. Insbesondere wenn die Unternehmen durch Akquisitionen schnell gewachsen sind, besitzen sie oft nicht die notwendigen Ressourcen – zum Beispiel Entwicklungsingenieure oder Techniker für Konstruktionsaufgaben, Test- und Prüfeinrichtungen – die komplette Konstruktion, Entwicklung und Integration von komplexen Einheiten vorzunehmen. Die Inanspruchnahme von Ingenieurdienstleistern durch Automobilzulieferer ist ein wichtiger Grund für das Wachstum des Engineering-Marktes⁴.

⁴ Einige Automobilzulieferer kaufen sich aber auch in den Engineering-Markt ein durch die Beteiligung an Ingenieurdienstleistern, wie verstärkt auftretende Fälle zeigten. Die Edscha AG übernahm beispielsweise mit der Münchener IVM Automotive im Jahr 2002 einen der führenden deutschen Ingenieurdienstleister, um Fertigungs- und Entwicklungskapazitäten zu kombinieren. Der Salzgitter-Konzern kaufte 2001 die Kurt Matzner GmbH, Osnabrück, durch deren 430 Mitarbeiter das Geschäftsfeld Salzgitter Automotive Engineering neu geschaffen wurde. Als weiteres prominentes Beispiel ist die Akquisition der Neckarsulmer, 250 Mitarbeiter zählenden p.a.d Karosserietechnik GmbH durch ThyssenKrupp Automotive und die Integration der Gesellschaft in die ThyssenKrupp Drauz GmbH zu nennen.

Einer schriftlichen Befragung im Jahr 2000 von 56 Automobilzulieferern in der Region Rhein-Main zufolge beauftragten rund 59% der Unternehmen für ihre Produktentwicklung Ingenieurdienstleister. Diese vergeben durchschnittlich rund 10-20% ihres FuE-Aufwandes an Ingenieurdienstleister (vgl. Rentmeister 2001).

(3) Die Ingenieurdienstleister selbst verfügen über spezifische, häufig durch die enge Zusammenarbeit mit den Kunden *erworbene Fähigkeiten*, die Automobilentwicklung zu unterstützen. Anders als die produzierenden und mit ihren Kernkompetenzen auf bestimmte Module oder Systeme ausgerichteten Zulieferer, besitzen viele Ingenieurdienstleister ein Entwicklungswissen, welches das ganze Fahrzeug betrifft. Dies trifft nicht nur auf sogenannte „Komplettanbieter“, sondern auch auf „Spezialanbieter“ zu, zum Beispiel im Bereich Simulation, die in der Entwicklung verschiedener Bauteile eines Fahrzeugs eingesetzt werden kann. Ingenieurdienstleister werden daher bereits während der Konzeptphase eingebunden, in der Module und Systeme sowie die Arbeitsteilung für die Serienentwicklung definiert werden. Zudem haben einige Ingenieurdienstleister auch technische Innovationen hervorgebracht, mit denen sie sich eine eigene Nachfrage bei Automobilunternehmen und -zulieferern geschaffen haben. Neue Technologien in der Produktentwicklung eröffnen neue Geschäftsfelder und führen zum Hinzutreten neuer, in diesen Bereichen tätiger Ingenieurdienstleister. Beispiele für solche, im Zuge der Digitalisierung der Produktentwicklung entstandenen Technologien sind verschiedene Verfahren des Rapid Prototyping/Rapid Tooling, Digital Mock-Up (DMU) und andere Technologien der Simulation von Produkten und Produktentstehungsprozessen (vgl. Schmittbetz 1998; Frankfurter Allgemeine Zeitung 1998, Dürand 1999).

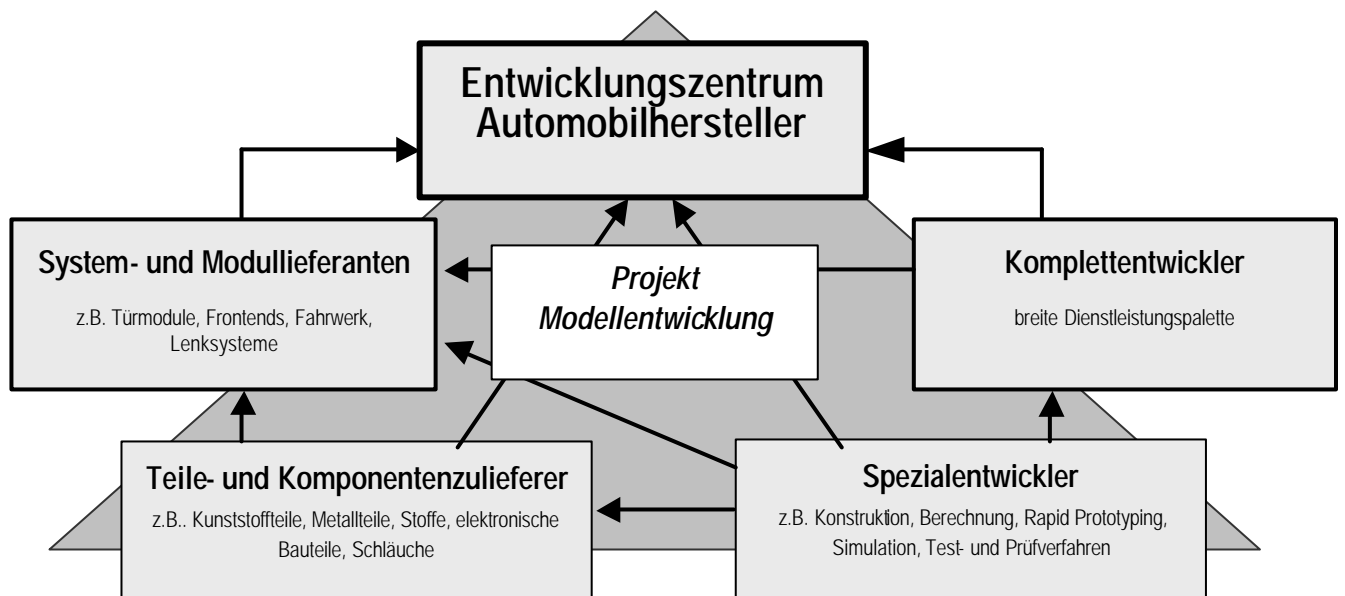
(4) Mit der Einführung des *Simultaneous Engineering*-Konzepts unterliegt die Automobilentwicklung einem grundlegenden Wandel in der Vorgehensweise der Arbeitsteilung. Um Kosten und Dauer von Modellentwicklungen zu reduzieren, werden die einzelnen Phasen nicht mehr sequenziell aufeinander folgend, sondern simultan durchgeführt. Voneinander unabhängige Prozesse erfolgen parallel und voneinander abhängige Prozesse zeitlich überlappend. Die Notwendigkeit, Modelle in sich verkürzenden Entwicklungszeiten zu realisieren, trägt wesentlich zu einer erhöhten Nachfrage nach Ingenieurdienstleistungen bei. Das methodische Vorgehen verlangt ein hohes Maß an Kommunikation zwischen den beteiligten Unternehmen und die frühzeitige gegenseitige Weitergabe von Produkt- und Prozessinformationen bereits zu Beginn einzelner Entwicklungsphasen. Das Konzept ist daher mit neuen Formen technischer und organisatorischer Vernetzung verbunden. Zum einen intensivieren die Unternehmen den Einsatz leistungsfähiger Informations- und Kommunikationstechnologien und Wissensmanagement-Systeme. Zum anderen

bilden sie neue, projektbezogene Organisationseinheiten, sogenannte Simultaneous Engineering-Teams. Diese Teams setzen sich häufig interfunktional durch Mitarbeiter verschiedener Abteilungen, zum Beispiel FuE, Beschaffung, Marketing (interne Teams), oder verschiedener Unternehmen zusammen (externe Teams) (vgl. Lincke 1995; Gerhardt/Schmied 1996; Gmeiner 1997; Laigle 1996; Zimmer 1996).

2.3 Verschiedene Formen der Arbeitsteilung

Die sich im Zuge des Engineering Outsourcing und Simultaneous Engineering herausbildenden Formen der Arbeitsteilung in der Produktentstehung führen dazu, dass die Ingenieurdienstleister nicht nur in *direkter* Weise von Automobilunternehmen, sondern auch *indirekt* von Automobilzulieferern mit einbezogen werden. Innerhalb eines dynamischen Dreiecksverhältnisses besitzen die Automobilhersteller die zentrale Rolle, indem sie als fokale Unternehmen die Arbeitsteilung des eigenen Entwicklungszentrums mit den Automobilzulieferern und Ingenieurdienstleistern bestimmen. Die Rollen der genannten Akteure sind aber keineswegs klar definiert und die Zuständigkeiten variieren je nach Fahrzeugmodell und dem dafür organisierten Projekt (vgl. Rentmeister 1999)(vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: FuE-Netzwerk in der Automobilentwicklung



Die Herausbildung eines Marktes mit einer Vielzahl von Ingenieurdienstleistern kann als ein distinktes Merkmal der europäischen und insbesondere der deutschen

mittelständisch strukturierten Automobilindustrie bezeichnet werden. Welche Rolle diese wissensintensiven Dienstleister einnehmen und wie Netzwerke zwischen den an der Automobilentwicklung beteiligten Unternehmen koordiniert werden, wurde gegenüber der Produktion bislang allerdings noch relativ wenig untersucht (vgl. Jürgens 2000a).

2.4 Größe des Marktes

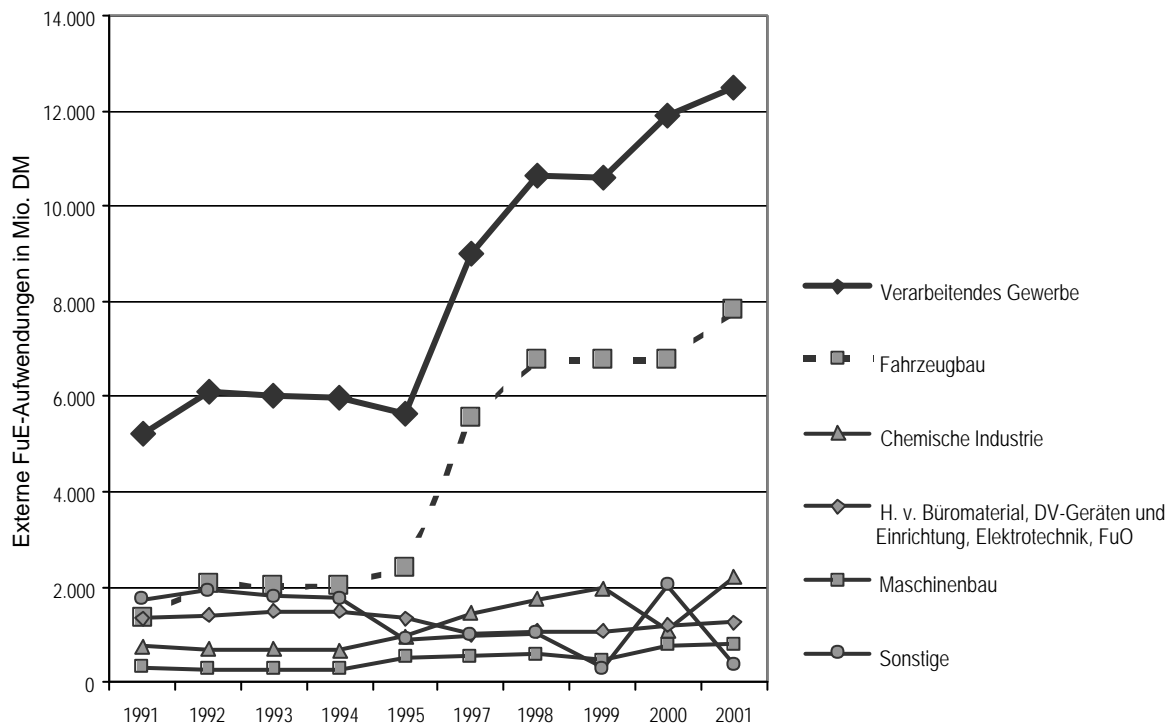
Die Ankündigungen der Automobilkonzerne, ihre Modelloffensiven fortzusetzen, und der starke Innovationswettbewerb unter den Automobilzulieferern dürften auch in den nächsten Jahren zu einer Ausweitung der FuE-Aufwendungen führen (vgl. z.B. Handelsblatt 2000). In keiner anderen Industrie findet gegenwärtig eine solch starke Vergabe von FuE-Aufgaben an externe Unternehmen statt wie in der Automobilindustrie (vgl. SV-Wissenschaftsstatistik⁵). Statistische Daten über die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) in der deutschen Wirtschaft zeigen, dass im Fahrzeugbau von 1995 bis 1999 der Anteil externer FuE – das heißt FuE-Aufträge an Dritte – von 13% auf 23% zunahm. Im gleichen Zeitraum stieg der Anteil, welchen der Sektor am gesamten FuE-Aufwand in der deutschen Industrie besitzt, von 33% auf 43% und geschätzt auf 45% im Jahr 2001. Damit nahm der Anteil, den der Fahrzeugbau an der gesamten externen FuE in der deutschen Industrie einnimmt, von 43% auf 63% zu (vgl. Abbildung 2). Auf den Kraftfahrzeugbau, also die Herstellung von Kraftwagen und deren Teilen, entfielen im Jahr 2000 rund 80% der FuE-Aufwendungen des gesamten Fahrzeugbaus. Im Jahr 2000 beliefen sich die FuE-Aufwendungen in Kraftfahrzeugbau damit auf rund 26,7 Mrd. DM (vgl. SV-Wissenschaftsstatistik 2002).

Nach vorsichtigen Berechnungen wurden im Jahr 1999 etwa 80% des FuE-Aufwandes in der Automobilindustrie von den Automobilunternehmen erbracht. In Zukunft ist zu erwarten, dass die deutschen Autohersteller zunehmend FuE auf die Zulieferer verlagern werden. In den nächsten Jahren werden diese rund 45% des FuE-Aufwandes tragen (vgl. Automobil-Produktion 1998, 8; VDA 2000). Andere Experten aus der Automobilwirtschaft sehen die Anteile von Ingenieurdienstleistern mit heute 20% weit höher und erwarten einen Anteil von über 30% in Zukunft (vgl. Automotive Engineering Partners 2001). Nach einer Marktstudie eines Investmenthauses lag 1998 das gesamte Marktvolumen für die externe Vergabe von Entwick-

⁵ Erhebungen der SV-Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft. Die Zahlen für 2001 sind vorläufige Angaben.

lungsdienstleistungen bei ca. 6 Mrd. DM. Davon entfielen rund 2,5 Mrd. DM auf Europa. Für die folgenden Jahre wurden Wachstumsraten des Segments von 8,5% in Europa erwartet (vgl. Dresdner Kleinwort Benson 1998). Die relativen Umsatz- und Beschäftigungszuwächse von Ingenieurdienstleistern überstiegen in den 1990er Jahren das Wachstum der gesamten FuE-Aufwendungen in der Automobilindustrie erheblich. Die Umsatzsteigerungen weisen darauf hin, dass die Ingenieurdienstleister am stärksten vom Engineering-Outsourcing profitieren (vgl. Aney 2000). Die beiden größten deutschen Dienstleister für die Automobilentwicklung, die Edag Design+Engineering AG und die Bertrandt AG, steigerten ihre Umsätze von 1995 bis 2001 um ein mehrfaches⁶. Ähnliche Steigerungsraten sind bei den anderen Ingenieurdienstleistern festzustellen.

Abbildung 2: Engineering-Outsourcing in der deutschen Industrie 1991 - 2001
(Quelle: SV Wissenschaftsstatistik)



⁶ Die Edag Design+Engineering AG verzeichnete im Jahr 1990 einen Umsatz von 131 Mio. DM. Von 1995 bis 2001 stieg der Umsatz von 252 Mio. DM auf 765 Mio. DM. Die Bertrandt AG legte beim Umsatz von 70 Mio. DM im Jahr 1995 auf 426 Mio. DM im Jahr 2001 zu.

Dennoch bleibt die Größe des Marktes für Engineering-Dienstleistungen schwer abzuschätzen, denn an der Entwicklung eines Autos sind nicht nur Unternehmen beteiligt, die nach der offiziellen Wirtschaftsstatistik zum Fahrzeugbau gehören, sondern verstärkt auch Unternehmen aus den Branchen Elektronik-, Kunststoff- und Chemieindustrie (vgl. VDI-Nachrichten 1999, 2000). Der Anteil elektronischer Bauteile, an Kunststoffen und anderer neuer Werkstoffe nimmt stark zu. In diesem Sinne stellt ein Auto ein zunehmend komplexes Produkt dar, dessen Entwicklungsaufwand schwer zu bestimmen und die Rolle externer Ingenieurdienstleister nur ungenau zu erfassen ist.⁷ Ein weiterer Grund für die schwierige Abgrenzung des Engineering-Marktes liegt darin, dass die Unternehmen der Automobilindustrie, hier vor allem die Automobilhersteller, das Ausmaß der externen Vergabe von Entwicklungsleistungen nicht offen legen und die Ingenieurdienstleister häufig der Geheimhaltungspflicht unterliegen. Die Automobilhersteller haben ein Interesse an einer geringen Transparenz ihrer Outsourcing-Aktivitäten, um bei den Kunden nicht den Eindruck der Verwässerung von Marken zu erwecken und dadurch einen Verlust ihres Produktimages zu erleiden (vgl. Automotive Engineering Partners 1998).

2.5 Akteure auf dem Markt

Der deutsche Automotive Engineering-Markt ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl kleiner Ingenieurdienstleister. Nur wenige Unternehmen sind zu kompletten Fahrzeugentwicklungen in der Lage. Der Konzentrationsgrad auf dem Markt ist hoch: 80% des Gesamtvolumens entfielen 1998 auf zehn Unternehmen. Viele der heute großen „Entwicklungshäuser“ entstanden im lokalen Umfeld der Automobilhersteller und verzeichneten in den 1990er Jahren ein starkes Wachstum aufgrund ihrer guten Auftragsbeziehungen zu deren Entwicklungsabteilungen. Die Edag Engineering + Design AG und die Bertrandt AG erbrachten 1998 etwa 20% des gesamten externen Entwicklungsaufwandes der Automobilindustrie (vgl. Aney 2000, Dresdner Kleinwort Benson 1998)(vgl. Tabelle 1). Die gegenwärtigen Akquisitionen und Fusionen unter Ingenieurdienstleistern sind Anzeichen einer anhaltenden Konzentrationstendenz innerhalb des Sektors und bringen die Strategien der Firmen zum Ausdruck, durch die Erweiterung ihrer Kompetenzen möglichst die komplette Wertkette der Automot-

⁷ Die Heterogenität der Automobilindustrie und die Dynamik des Marktes sind zwei wesentliche Gründe, warum für Ingenieurdienstleister kein eigener Schlüssel in der offiziellen Wirtschaftsstatistik (z.B. Statistisches Bundesamt, Bundesanstalt für Arbeit) besteht. Es gibt auch keinen eigenen Verband der Ingenieurdienstleister.

bilentwicklung zu bedienen. Die überwiegende Zahl der Ingenieurdienstleister ist allerdings sehr klein und spezialisiert auf bestimmte technische Dienstleistungen⁸.

Tabelle 1: Ingenieurdienstleister in Deutschland > 20 Mio. Euro Umsatz (2001)
(Quelle: Unternehmensangaben)⁹

Unternehmen	Hauptsitz	Umsatz		Mitarbeiter
		gesamt (in Mio. €)	davon automotive	
Edag Engineering + Design AG	Fulda	391	100%	3396
Bertrandt AG	Ehningen	218	100%	2952
IVM Automotive Hold. GmbH & Co KG	München	199	80%	2100
IAV GmbH	Berlin	169	90%	1900
Rücker AG	Wiesbaden	133	90%	1700
Volke Entwicklungsring GmbH *	Wolfsburg	76	n/g	850
pgam advanced technologies AG	Georgsmarienhütte	75	n/g	681
RLE Internat. Produktentw. GmbH	Köln	63	n/g	550
MT Technologies AG *	Ingolstadt	59	90%	400
FEV Motorentechnik GmbH	Aachen	50	n/g	1000
Ferchau Konstruktion GmbH *	Gummersbach	98	50%	1600
PCL Group GmbH	München	40	70%	490
Germann-Intec GmbH&Co KG *	Heilbronn	32	90%	300
Invenio GmbH *	Rüsselsheim	29	80%	340
ThyssenKrupp Drauz GmbH *	Heilbronn	25	85%	300
Salzgitter Automotive Engineering	Osnabrück	n/g	70%	450

⁸ Bei der Verwendung der Bezeichnungen Komplettanbieter und Spezialanbieter ist allerdings jeweils deutlich zu machen, ob damit eine Spezialisierung bzw. eine Erweiterung des Dienstleistungsspektrums auf bestimmte Stufen der Wertschöpfungskette oder Fahrzeugbereiche wie zum Beispiel Interieur oder Exterieur verstanden wird. Ein Unternehmen, das sich etwa auf Rapid Prototyping spezialisiert hat oder auf Berechnung, kann diese Tätigkeiten auch für verschiedene Bereiche des kompletten Fahrzeugs und zu allen Phasen der Entwicklung einbringen. Im engeren Sinne soll daher unter einem Komplettanbieter ein solcher Ingenieurdienstleister verstanden werden, der von der Konzeptphase bis zum Beginn der Serienproduktion das komplette Spektrum der in der Regel erforderlichen Dienstleistungen (Konstruktion, Berechnung, Simulation, Rapid Prototyping, Testverfahren, Prototypenbau) abdecken kann.

⁹ Die Umsätze der mit * gekennzeichneten Unternehmen wurden geschätzt aus bekannten Umsätzen vorheriger Jahre und der durchschnittlichen Steigerung der von anderen Ingenieurdienstleistern bekannten Umsätze. Die Umsätze der sechs größten Ingenieurdienstleister stiegen von 1999 bis 2001 um durchschnittlich 25,5%. Bei Umsatzangaben zum Jahr 1999 vergleiche Automobil-Entwicklung (2000) und Ehrig (1999), aktuelle Angaben aus den Homepages der Firmen. Die Anzahl der Mitarbeiter stieg bei den sechs größten Ingenieurdienstleistern im Durchschnitt um 17,0%.

Die Fortführung der Strategie des Engineering Outsourcing und zunehmende FuE-Volumina begünstigen das Wachstum in diesem speziellen wissensintensiven Dienstleistungssektor auch durch das Hinzutreten neuer Ingenieurdienstleister. Allerdings stellen die Automobilhersteller auch klare Anforderungen an ihre Entwicklungspartner. Als Kunden legen sie institutionelle Regeln fest, die formal in Kriterien für das Ranking von Entwicklungslieferanten zum Ausdruck kommen und für neue Dienstleister Eintrittsbarrieren darstellen. Aufträge werden zum Beispiel nur vergeben, wenn die Ingenieurdienstleister die entsprechenden Normen der Automobilhersteller erfüllen, wie die Zertifizierung nach ISO 9000 oder die Erstellung von Dienstleistungen im spezifischen CAD-Format der Hersteller. Während die deutschen Automobilhersteller das CAD-System Catia einsetzen, werden beim Ford-Konzern das System Ideas und bei General Motors Unigraphics verwendet. Außerdem fordern die Autokonzerne von ihren Dienstleistern verstärkt, in räumlicher Nähe eigene Büros aufzubauen (vgl. Rentmeister 2001).

Einige neuen Anbieter entstehen aus klassischen Teile- und Komponentenlieferanten, die ihre Kompetenzen in neue Firmen einbringen. Zudem gibt es eine Reihe an Ausgründungen (Spin-offs) großer Ingenieurdienstleister. (vgl. Automotive Engineering Partners 1998)¹⁰. Desweiteren ist eine nur schwer zu erfassende Anzahl freiberuflich arbeitender Ingenieure auf dem Markt tätig (vgl. Rentmeister 1999). Der Einschätzung des Organisators der größten Weltmesse für Produktentwicklung „Euromold“ zufolge gab es 1997 in Deutschland etwa 300 bis 500 Entwicklungsdienstleister. Zu diesen zählte dieser Unternehmen, die Design, Konstruktion, Modellbau und teilweise Serienwerkzeuge im Komplettpaket anbieten. Deren Kunden stammen zum größten Teil aus der Automobilindustrie und etwa zu 20% aus der Haushaltsgeräte-, zu 10% aus der Elektro- und Elektronik- und zu 5% aus der Freizeitindustrie. Einige Ingenieurdienstleister diversifizieren sich unter Nutzung ihrer Kernkompetenzen in andere Bereiche der Fahrzeugindustrie, z.B. der Schienenfahrzeug- und Luft- und Raumfahrtindustrie (vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung 1997).

¹⁰ Der Spezialist für Zylinderkopfdichtungen und Dichtungssysteme Elring Klinger GmbH beispielsweise gründete die Elring Klinger Motortechnik GmbH, in die das Unternehmen seine Prüfstandskapazitäten bündelte. Das neue Unternehmen konkurriert mit etablierten Unternehmen wie der FEV Motorentechnik GmbH, AVL List und Ricardo auf dem Markt der Motorenversuche (vgl. Automotive Engineering Partners 1998). Als jüngstes Beispiel gründete der VW-Konzern in Berlin ein neues Tochterunternehmen mit 21 Mitarbeitern zur Entwicklung von Auto-Software. Die Carmeq GmbH wird in Zusammenarbeit mit fremden Firmen Elektronik und Software für Pkw entwickeln und soll mittelfristig auf 200 Mitarbeiter wachsen (vgl. Manager-Magazin 2002).

2.6 Standortstruktur

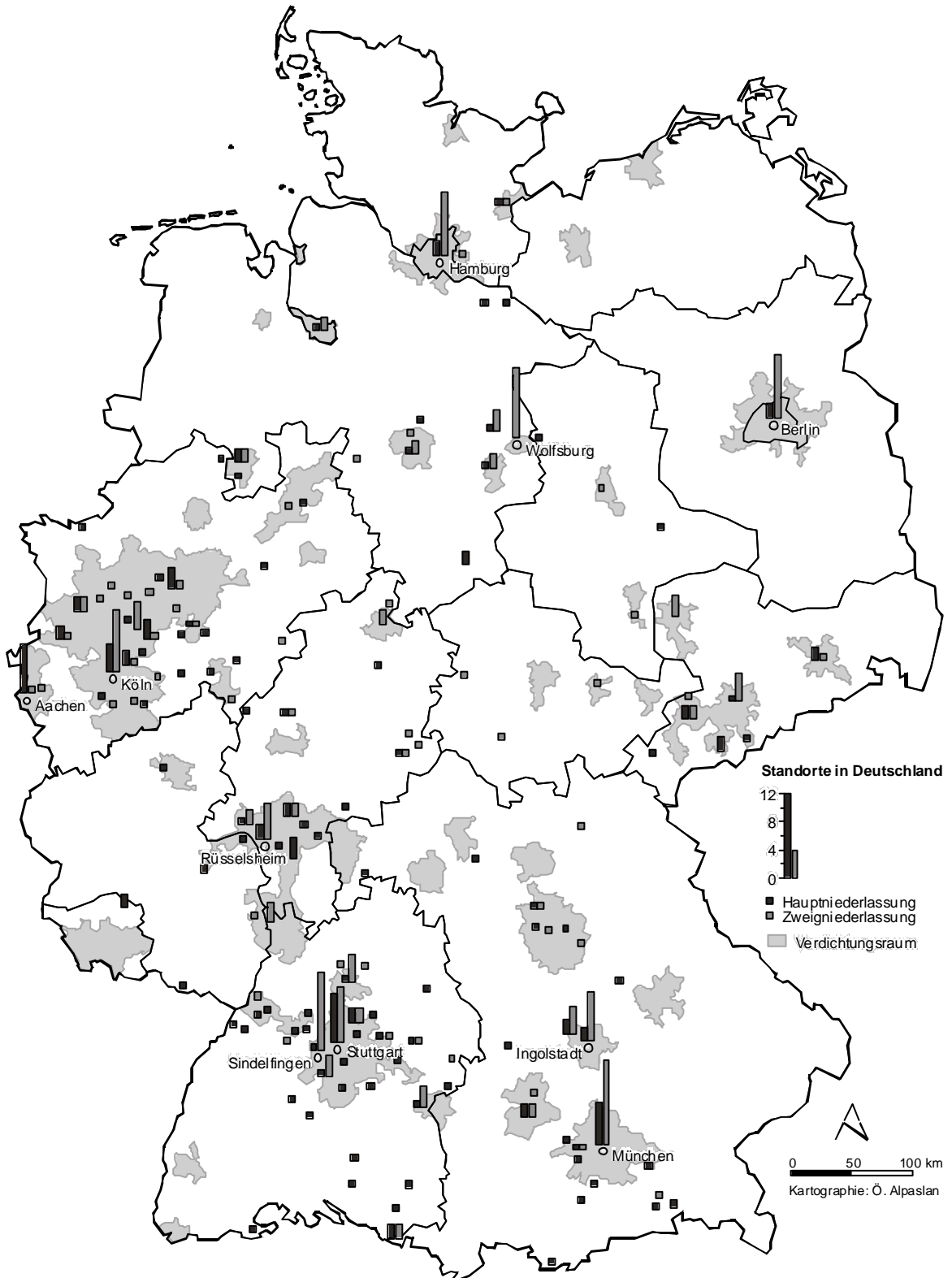
Im Zuge ihres Wachstums haben viele Ingenieurdienstleister ihre Standortnetze ausgeweitet. Da es sich um gering standardisierte, wissensintensive Tätigkeiten handelt, die stark auf die spezifischen Kundenanforderungen zugeschnitten werden, erfordert die Dienstleistungserstellung eine häufige und unmittelbare Interaktion zwischen Kunden und Ingenieursfirma. Selbst wenn neue Informations- und Kommunikationstechnologien – standortübergreifende CAD-Systeme und Wissensdatenbanken – einen raschen und mittlerweile umfangreichen Austausch von Daten ermöglichen und verschiedene Tätigkeiten beschleunigen, stellt räumliche Nähe zwischen den beteiligten Unternehmen eine oftmals unerlässliche Bedingung für häufige Kontakte, Interaktionen und die projektabhängige Zusammenarbeit in Simultaneous Engineering-Teams dar (vgl. Rentmeister 1999).

Seit Anfang der 1990er Jahre ist festzustellen, dass vor allem große Ingenieurdienstleister Standortnetze mit einzelnen Niederlassungen in direkter Nähe zu ihren Kunden aufbauen¹¹. Dadurch hat sich ein Standortmuster der Ingenieurdienstleister herausgebildet, das durch lokale Konzentrationen von Zweigniederlassungen in Automobilregionen gekennzeichnet ist (vgl. Karte).

Der deutsche Markt für Ingenieurdienstleistungen wird nach wie vor stark durch heimische Firmen bestimmt. Die Ingenieurdienstleister sind weitgehend auf die Automobilunternehmen in Deutschland ausgerichtet. Zwar verfolgen einige der großen Entwicklungsanbieter eine konsequente Wachstums- und Internationalisierungsstrategie, indem sie neue Niederlassungen an den ausländischen Standorten der deutschen Kunden gründen (zum Beispiel in Brasilien, Mexiko, Spanien) und neue Beziehungen zu ausländischen Automobilunternehmen aufbauen. Dennoch bleiben die Auslandsanteile bislang gering. Die Bertrandt AG etwa erzielte im Geschäftsjahr 1995/1996 nur rund 6% ihres Umsatzes im Ausland. Dieser Anteil dürfte mittlerweile angewachsen sein, denn im Geschäftsjahr 2000/2001 waren 19,7% der Mitarbeiter bei ausländischen Tochtergesellschaften beschäftigt. Der überwiegende Anteil des Auslandsumsatzes wird aber weiterhin bei deutschen und europäischen Autoherstellern erzielt. Die Rücker AG verbuchte 2001 rund 97,9% des Umsatzes in Europa (vgl. Dresdner Kleinwort Benson 1998, Bertrandt AG 2001, Rücker AG 2002).

¹¹ In Rüsselsheim gründeten 1991 die damaligen Edag Engineering + Design GmbH und die IVM Technical Consultants GmbH neue Büros, 1992 folgte die Bertrandt GmbH und 1994 die Rücker GmbH. Ähnliche Ansiedlungen können für andere Standorte beschrieben werden.

Karte: Standorte von Ingenieurdienstleistern in Deutschland 1999; (Quelle: Automobil-Industrie 1998, Automobil-Entwicklung 1994, 1995, 1999, Automotive Engineering Partners 1998a, Ehrig 1999) ($N_{\text{Hauptniederlassungen}}=196$, $N_{\text{Zweigniederlassungen}}=206$)



3 Unternehmensbefragung: Zielsetzung und methodisches Vorgehen

3.1 Ziele der Befragung

Angesichts der zu beobachtenden Reorganisation der Automobilentwicklung, die durch die zentralen Prozesse Engineering Outsourcing und Simultaneous Engineering zum Ausdruck kommt, sollte mit der schriftlichen standardisierten Erhebung der Zusammenhang zwischen der Einbindung von Ingenieurdienstleistern in der Automobilentwicklung und ihrer Standortorganisation analysiert werden. Diese wurde als Ergebnis einer veränderten Beteiligung von Ingenieurdienstleistern an der Automobilentwicklung konzipiert (vgl. Rentmeister 2001)¹². Das Arbeitsprogramm der standardisierten Befragung wurde von drei aus der Zielsetzung abgeleiteten Thesen strukturiert:

(1) Die Beziehungen zwischen Automobilherstellern und Ingenieurdienstleister sind analog zum Produktionssystem durch eine starke *Pyramidisierung* gekennzeichnet: Komplettanbieter besitzen Kompetenzen zur Entwicklung komplexerer Subsysteme (Module) und werden daher *direkt* durch die Automobilhersteller beauftragt, während Spezialanbieter mit einem schmalen Dienstleistungsspektrum in die Automobilentwicklung *indirekt* durch Automobilzulieferer und andere Ingenieurdienstleister eingebunden werden.

(2) Da die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen in der Automobilentwicklung die Bildung von Simultaneous Engineering-Teams erfordert, verändern Ingenieurdienstleister ihre Standortstrukturen in der Weise, dass sie durch den Aufbau neuer Niederlassungen und die Mobilität von sogenannten Resident Engineers *räumliche Nähe* zu ihren Kunden schaffen: Ingenieurdienstleister, die von Automobilherstellern *direkt* in die Automobilentwicklung eingebunden werden, bauen in räumlicher Nähe zu diesen lokale Niederlassungen auf, während *indirekt* eingebundene Ingenieurdienstleister räumliche Nähe zu Automobilzulieferern und anderen Ingenieurdienstleistern suchen.

¹² Die Befragung fand statt im Frühling 2001 im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzierten Forschungsprojekts „Lokale und nicht-lokale Verflechtung wissensintensiver Dienstleister am Beispiel der technischen Beratung in der Automobilentwicklung - Fallstudie Region Rhein-Main“, am Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie, Universität Frankfurt am Main. Ein ganz besonderer Dank gilt Sven Helpensteller, der als studentischer Mitarbeiter die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Befragung sehr unterstützt hat.

(3) Ingenieurdienstleister nutzen ihr lokales Umfeld zum Aufbau neuer Kompetenzen durch *lokales Lernen*. Niederlassungen bauen lokale Wissensnetzwerke mit anderen Ingenieurdienstleistern, Forschungseinrichtungen und Kunden auf. Gleichzeitig nehmen lokale Niederlassungen an organisationalen Lernprozessen ihres Unternehmens teil. Durch die Verknüpfung lokaler und nicht-lokaler Wissensbestände tragen sie zu einer Generierung neuen Wissens bei.

3.2 Erhebungsmethode: Standardisierte schriftliche Befragung von Ingenieurdienstleistern

Von rund 400 in einer eigenen Datenbank erfassten wissensintensiven technischen Dienstleistern konnten durch Internetrecherche und Dokumentenanalysen, zum Beispiel mittels Unternehmensbroschüren, -anzeigen, Dienstleisterverzeichnisse, 246 Unternehmen identifiziert werden, die als Ingenieurdienstleister in der Automobilentwicklung tätig sind¹³. Die nicht berücksichtigten Unternehmen erbringen zwar Dienstleistungen in der Kraftfahrzeugindustrie, ihre Leistungen sind aber nicht unmittelbar auf die Automobilentwicklung ausgerichtet, sondern umfassen andere Bereiche wie zum Beispiel Fertigungsplanung, Logistik und Qualitätssicherung. Auch ausschließliche Werkzeugentwickler wurden nicht in die Auswahl aufgenommen. Zu der Gruppe der ausgewählten Unternehmen wurde telefonisch Kontakt aufgenommen, um an die geeigneten Ansprechpersonen zu gelangen. Die Firmen wurden gefragt, ob sie als Dienstleister in der Automobilentwicklung tätig sind. Einige Unternehmen bezeichneten sich selbst nicht als Ingenieurdienstleister für die Automobilindustrie. Als schwierig erwies sich die Erreichbarkeit kompetenter Ansprechpersonen, da die Beantwortung des Fragebogens eine genaue Kenntnis der Organisation der Leistungserstellung voraussetzte. Zudem sollten unternehmensinterne und die FuE-Beziehungen zu Kunden betreffende Daten erhoben werden. Um die Befragung innerhalb des geplanten Zeitraums im Frühjahr 2001 durchzuführen, wurde nach der telefonischen Kontaktaufnahme der 246 Ingenieurdienstleister die Auswahl auf 128 eingegrenzt. Diesen Firmen wurde ein schriftlicher Fragebogen zugeschickt. Die Verweigerung der Teilnahme an der Erhebung durch die Geschäftsleitung sowie arbeitszeitliche Probleme der Ansprechpersonen waren die häufigsten Gründe, sich nicht an der Erhebung zu beteiligen.

¹³ Die bereits für die Karte (vgl. Abschnitt 1.6 Standortstruktur) erstellte Datenbank wurde für die Unternehmensbefragung ergänzt durch weitere Recherchen in Fachzeitschriften, Messekatalogen sowie verschiedene Online-Firmenrecherchen.

Mit 58 rückgesendeten Fragebogen lag die Rücklaufquote der standardisierten schriftlichen Befragung bei 45,3%.

3.3 Fragebogen

Eine Überprüfung der drei Thesen zur Standortorganisation der Ingenieurdienstleister machte eine Erhebung von Daten zu verschiedenen Aspekten der Unternehmen notwendig. Die Erhebung bezog sich auf fünf Themenaspekte der Ingenieurdienstleister:

- *Dienstleistungsspektrum*: Dienstleistungspalette, Aufbau neuer Kompetenzen; Branchenzugehörigkeit der Kunden
- *Standortstruktur*: Zentralität und Dezentralität des Standortnetzes; räumliche Nähe zu Kunden; zukünftige Standortplanung
- *Einbindung in die Automobilentwicklung*: direkte und indirekte Beteiligung durch Automobilhersteller und Automobilzulieferer; Umsetzung von Simultaneous Engineering; Bildung von Teams mit Kunden; technische Vernetzung
- *Standörtliche Veränderung durch die Beteiligung an der Automobilentwicklung*: Aufbau von Entwicklungskapazitäten bei Kunden durch Gründung von Niederlassungen und Mitarbeit von Resident Engineers; Zusammenarbeit verschiedener Niederlassungen mit Kunden; Formen unternehmensinterner standörtlicher Arbeitsteilung
- *Wissensbasis der Unternehmen*: Einbindung anderer Unternehmen in die eigene Leistungserstellung; Unternehmensgröße und externes Unternehmenswachstum

3.4 Auswertungsmethode

Die Angaben der Ansprechpersonen aus den Ingenieursfirmen waren weitgehend vollständig. Die Auskunftsbereitschaft war allerdings geringer bei dem Themenaspekt Wissensbasis der Unternehmen, in dem der Umsatz als Indikator für die Unternehmensgröße herangezogen wurde. Die statistische Auswertung erfolgte nach zwei Methoden:

(1) Zum einen wurden Häufigkeitsverteilungen zur Beschreibung der Struktur des Sektors der Ingenieurdienstleister, der Arbeitsteilung bei der Erstellung von Dienstleistungen und der erstellt. Eine Charakterisierung des Sektors erfolgte nach den Merkmalen Größe (Umsatz, Mitarbeiterzahl) und Dienstleistungsprogramm der Ingenieurdienstleister. Die Arbeitsteilung wurde repräsentiert durch Merkmale der

Kundenbeziehungen (Art der Kunden, Intensität der Auftragsvergabe), der Kooperationen in der Erstellung von Dienstleistungen und der Umsetzung von Simultaneous Engineering (Teambildung, Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien). Die standörtliche Organisation konnte dargestellt werden durch den Aufbau von Standortstrukturen (Anzahl und kundenbezogene Zuordnung der Niederlassungen), die Mobilität von Resident Engineers und die Durchführung arbeitsteiliger Projekte innerhalb der Organisation der Ingenieursfirmen.

(2) Zum anderen wurden Zusammenhänge zwischen nominalskalierten Merkmalen beschrieben, die sich auf die Dienstleistungsunternehmen, die Arbeitsteilung und die Standortorganisation bezogen. Zur Analyse wurden die relevanten Variablen kreuztabelliert und mithilfe des Kontingenzkoeffizienten c auf gemeinsame Zusammenhänge geprüft. Zur Prüfung der These 1 wurde untersucht, ob Ingenieurdienstleister, die sich nach ihrer Größe und ihrem Leistungsspektrum unterscheiden, (a) direkt durch Automobilhersteller oder indirekt durch Automobilzulieferer eingebunden werden und (b) bei der Erstellung ihrer Dienstleistungen in unterschiedlichem Maße mit anderen Unternehmen kooperieren. Zudem wurde geprüft, ob (c) Zusammenhänge bestehen zwischen der Durchführung von Simultaneous Engineering und der Art direkter oder indirekter Einbindung in die Automobilentwicklung. In Bezug auf die standörtliche Organisation der Ingenieurdienstleister und die Prüfung von These 2 erfolgte eine Analyse der Zusammenhänge zwischen dem Aufbau räumlicher Nähe und Merkmalen der Ingenieurdienstleister, der Art ihrer Einbindung und der Durchführung von Simultaneous Engineering. Die Prüfung von These 3 erfolgte durch Ableitung von Ergebnissen der genannten Analysemethoden.

4 Struktur des Sektors der Ingenieurdienstleister

4.1 Kompetenzen der Ingenieurdienstleister

Die befragten wissensintensiven Dienstleister erzielen einen Großteil ihrer Umsätze mit Kunden aus der Automobilindustrie: 27,6% erwirtschaften ihre gesamten Erlöse in dieser Branche. Die Hälfte der Ingenieurdienstleister erzielt mehr als 80,0% (Median) mit Kunden aus der Automobilindustrie und lediglich 10,6% realisieren mehr als die Hälfte ihrer Umsätze mit Kunden aus anderen Branchen (vgl. Tabelle 2). Mit der sehr starken Ausrichtung auf die Automobilindustrie ist anzunehmen, dass die Ingenieurdienstleister über spezifische in der Automobilindustrie nachgefragte

Kompetenzen verfügen, gleichzeitig aber stark von Kunden aus dieser Branche abhängig sind. Die Ingenieurdienstleister bilden einen eigenen Sektor innerhalb der Automobilindustrie.

Tabelle 2: Anteil der in der Automobilindustrie erzielten Umsätze (N = 57) (Median 80,0%)

Anteil am Umsatz	Anzahl der Unternehmen	Anteil
< 25%	3	5,3%
25-49%	3	5,3%
50-75%	22	38,6%
> 75%	29	50,9%

Diese stellt eine Branche dar, in der eine große Bandbreite an Kompetenzen Anwendung findet. Das durch Erfahrung angeeignete Wissen über verschiedene Technologien und Produkte sowie über Methoden der Produktentwicklung bietet Möglichkeiten, auch in solche wie den genannten anderen Branchen zu diversifizieren. Zu den anderen Branchen, in denen die befragten Unternehmen tätig sind, zählen in erster Linie der Maschinenbau (12 Nennungen), die Elektroindustrie (9), der Luft- und Raumfahrzeugbau (7), die Haushaltsgeräteindustrie (6) und die Medizintechnik (5). Weitere Branchen wurden insgesamt nur ein oder zwei Mal genannt. Bei den meisten Firmen tragen diese Branchen zu maximal 20% des Umsatzes bei. Als sogenannte Komplettanbieter bezeichnen sich 27,6% der Ingenieurdienstleister. Sie unterstützen ihre Kunden mit einer breiten Dienstleistungspalette während des gesamten Wertschöpfungsprozesses; demgegenüber betrachten sich 72,4% der Unternehmen als Spezialanbieter (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Dienstleistungsprogramm (N = 58)

Dienstleistungsprogramm	Anzahl der Unternehmen	Anteil
Komplettanbieter	16	27,6%
Spezialanbieter	42	72,4%

Mit einer solchen ungleichen Verteilung von Komplett- und Spezialanbietern besteht ein erster Hinweis auf eine Pyramidisierung innerhalb des Sektors der Ingenieurdienstleister, in dem wenige große Komplettanbieter als sogenannte 1st tier supplier direkte Zulieferbeziehungen zu den Automobilherstellern unterhalten, während viele

kleine Spezialanbieter als 2nd tier supplier nur indirekt über Komplettanbieter oder Automobilzulieferer an der Automobilentwicklung beteiligt werden (vgl. These 1).

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten, die Ingenieurdienstleister für die Automobilindustrie erbringen, liegt in verschiedenen Bereichen der Produktentwicklung, in denen 69,0% der befragten Unternehmen ihre Kunden unterstützen (vgl. Tabelle 4). In geringerem Maße übernehmen sie auch Dienstleistungen in der Prozess- und Werkzeugentwicklung. Ingenieurdienstleister werden meistens während der Serienentwicklung und in geringerem Umfang während der Konzeptentwicklung beauftragt. Weniger als 30% sind im Bereich der Produktkonzeption tätig.

In Bezug auf verschiedene Bereiche eines Fahrzeugs besitzen die Ingenieurdienstleister vor allem Kompetenzen in der Entwicklung von Karosserie und Antrieb/Motor sowie im Prototypenbau. Unter den sonstigen Bereichen wurde Interieur-Entwicklung genannt.

Tabelle 4: Angebot an Dienstleistungen (N = 58)

	Anzahl der Unternehmen (Mehrfachnennung)	Anteil
Projektphasen		
Design	19	32,8%
Produktkonzeption	17	29,3%
Produktentwicklung	40	69,0%
Prozessentwicklung	19	32,8%
Werkzeugentwicklung	24	41,4%
Spezifische Fahrzeug-Bereiche		
Fahrzeug-Prototypenbau	26	44,8%
Antrieb/Motor	23	39,7%
Karosserie	23	39,7%
Fahrwerk	17	29,3%
Software	16	27,6%
Elektronik	12	20,7%
Materialien	5	8,6%
Sonst. Bereiche	10	17,2%

Von den spezifischen Tätigkeiten übernehmen Ingenieurdienstleister insbesondere Konstruktionsaufgaben, während Test-, Mess- und Prüfverfahren seltener durchgeführt werden (vgl. Tabelle 5). Da es bei diesen Verfahren um die Kontrolle der

Qualität der Fahrzeuge geht, ist anzunehmen, dass die Kunden solche Tätigkeit zumeist intern durchführen.

Tabelle 5: Angebot an spezifischen Tätigkeiten während der Produktentwicklung (N = 58)

spezifische Tätigkeiten	Anzahl der Unternehmen	Anteil
Konstruktion	39	67,2%
Berechnung	29	50,0%
Simulation	27	46,6%
Rapid Prototyping	25	43,1%
Test/Prüfung/Messung	20	34,5%
sonst. Dienstleistungen	18	31,0%

In den letzten Jahren hat die Mehrzahl der Ingenieurdienstleister neue Kompetenzen aufgebaut, um ihr Dienstleistungsprogramm zu erweitern und den Kunden komplexere Dienstleistungen anzubieten. Die Ingenieurdienstleister wurden gefragt nach technischen Kompetenzen, die sie in den letzten 5 Jahren aufgebaut haben. Zu den am häufigsten genannten, meist sehr speziellen neuen Geschäftsfeldern zählen Rapid Prototyping / Tooling (10 Nennungen), 3D-Konstruktion (8), Simulation und Test/Prüfung/Messung (jeweils 5) sowie Werkzeugbau (10).

4.2 Asymmetrische Größenverteilung der Unternehmen

Die hierarchische Struktur des Sektors der Ingenieurdienstleister zeigt sich nicht nur in einer geringen Zahl an Komplettanbietern, sondern auch an der unterschiedlichen Größe der Unternehmen. Die Hälfte der Unternehmen beschäftigte im Jahr 2000 weniger als 55 Mitarbeiter (Median) und erzielte einen Umsatz unter 14,3 Mio. DM (Median). Nur 7,1% der Ingenieurdienstleister hatten mehr als 1.000 Mitarbeiter und 28,9% erzielten einen Umsatz unter 5,0 Mio. DM. (vgl. Tabelle 6 und Tabelle 7). Allerdings beschäftigte rund ein Viertel der befragten Ingenieurdienstleister zwischen 100 und 499 Mitarbeiter und jedes fünfte Unternehmen erzielte mehr als 25 Mio. DM Umsatz.

Damit ist ein weiterer Grund zur Annahme gegeben, dass der Sektor durch eine Pyramidisierung gekennzeichnet ist und wenige große Dienstleister eine herausragende Position in der Automobilentwicklung einnehmen, während eine Vielzahl kleiner Unternehmen eine starke Abhängigkeit von diesen größeren Ingenieurdienstleistern, Automobilherstellern und Automobilzulieferern aufweisen.

Tabelle 6: Zahl der Mitarbeiter (N = 56)(Median 55 Mitarbeiter)

Zahl der Mitarbeiter	Anzahl der Unternehmen	Anteil
< 10	7	12,5%
10-19	5	8,9%
20-49	14	25,0%
50-99	11	19,6%
100-499	15	26,8%
500-999	0	0,0%
1000 und mehr	4	7,1%

Tabelle 7: Umsatz 2000 in Mio. DM (N = 45)(Median 14,3 Mio. DM)

Umsatz	Anzahl der Unternehmen	Anteil
< 5,0	13	28,9%
5,0 bis 9,9	6	13,3%
10,0 bis 14,9	4	8,9%
15,0 bis 19,9	6	13,3%
20,0 bis 24,9	7	15,6%
25,0 bis 29,9	1	2,2%
30,0 und mehr	8	17,8%

Die Ingenieurdienstleister, die sich als Komplettanbieter bezeichnen, erzielen höhere Umsätze und verfügen über eine größere Anzahl an Beschäftigten. 71,4% der Komplettanbieter, aber nur 40,0% der Spezialanbieter erzielen einen überdurchschnittlichen Umsatz (vgl. Tabelle 8).

Es wurde angenommen, dass die Automobilhersteller im Zuge ihrer Strategie des Modular Sourcing verstärkt solche Ingenieurdienstleister *direkt* beauftragen, die ein komplettes Dienstleistungsprogramm anbieten. Die These 1 konnte bislang in dreierlei Hinsicht gestützt werden: (1) Die Ingenieurdienstleister erhalten einen deutlich überwiegenden Anteil ihrer Aufträge aus der Automobilindustrie hingegen sind Beziehungen zu anderen Industrien schwach ausgeprägt. Der Sektor der Ingenieurdienstleister ist also im wesentlichen innerhalb der Automobilindustrie entstanden. (2) Zugleich ist dieser durch eine deutliche asymmetrische Größenverteilung gekennzeichnet, bei der wenige große vielen kleinen Ingenieurdienstleistern gegenüberstehen. (3) Außerdem überwiegt die Zahl der Spezialentwickler diejenige

der Komplettentwickler. Letztere sind in der Regel größer als die Ingenieursfirmen, die sich auf ein schmales Dienstleistungsprogramm spezialisiert haben.

Tabelle 8: Dienstleistungsprogramm und Unternehmensgröße

Merkmale der Unternehmensgröße		Komplettanbieter		Spezialanbieter		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Umsatz	> 14,3 Mio. DM	10	71,4%	12	40,0%	22
	< 14,3 Mio. DM	4	28,6%	18	60,0%	22
Mitarbeiter	> 55	11	73,3%	17	41,5%	28
	< 55	4	26,7%	24	58,5%	28

$\chi^2_{\text{Umsatz}}=0,281, p<0,1$; $\chi^2_{\text{Mitarbeiter}}=0,272, p<0,1$

5 Arbeitsteilung bei der Erstellung von Dienstleistungen: Engineering Outsourcing und Simultaneous Engineering

5.1 Kundenaufträge

Die Ingenieurdienstleister erhalten ihre Aufträge vor allem von Automobilherstellern und Automobilzulieferern. Jeweils 84,5% der Unternehmen gaben an, *direkt* von diesen Kunden ihre Entwicklungsaufträge zu bekommen. Dagegen werden nur jeweils 29,3% aller Ingenieurdienstleister von anderen Ingenieurdienstleistern oder Werkzeugbauern beauftragt (vgl. Tabelle 9). Die Auftragsbeziehungen zwischen den an der Automobilentwicklung beteiligten Unternehmen verlaufen also primär in vertikaler Richtung. Horizontale Beziehungen zwischen Ingenieurdienstleistern sind hingegen nur schwach ausgeprägt.

Die Hälfte der Ingenieurdienstleister erhält mehr als 60% (Median) der Aufträge von Automobilzulieferern. Ingenieurdienstleister werden also vor allem *indirekt*, und nicht *direkt* durch Automobilhersteller in die Automobilentwicklung eingebunden. Während die Hälfte der Ingenieurdienstleister mehr als 40% (Median) ihrer Aufträge von Automobilherstellern bekommen, sind die Aufträge, die Ingenieurdienstleister von anderen Ingenieurdienstleistern oder Werkzeugbauern erhalten, von einem geringeren Volumen und betragen durchschnittlich unter 15% aller Aufträge. 29,2% der Ingenieurdienstleister sind sehr stark entweder von Automobilunternehmen oder von

Automobilzulieferern abhängig; sie erhalten von jeweils einer dieser Kundengruppen mehr als 90% ihrer Orders (vgl. Tabelle 10).

Die Dominanz vertikaler gegenüber horizontaler Zulieferbeziehungen sind ein weiterer deutlicher Hinweis auf eine starke Hierarchisierung des Sektors der Ingenieurdienstleister.

Tabelle 9: Direkte Aufträge durch Kunden (N = 58)

direkte Aufträge durch	Anzahl der Unternehmen (Mehrfachnennung)	Anteil
Automobilhersteller	49	84,5%
Automobilzulieferer	49	84,5%
Ingenieurdienstleister	17	29,3%
Werkzeugbauer	17	29,3%
sonst. Unternehmen	10	17,2%

Tabelle 10: Anteil direkter Aufträge von Kundengruppen

Direkte Aufträge durch	Aufträge > 90%		Median (%)	Mittel (%)	
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	N
Automobilhersteller	7	15,2%	40,0	46,2	46
Automobilzulieferer	7	14,0%	60,0	56,3	43
Ingenieurdienstleister	0	0,0%	10,0	11,1	14
Werkzeugbauer	0	0,0%	10,0	14,6	14
Sonst. Unternehmen	0	0,0%	22,5	25,5	10

Zur Auswertung wurden die Ingenieurdienstleister in zwei Gruppen aufgeteilt nach dem Anteil der Aufträge, die sie durch Automobilhersteller erhalten. Der Median der Auftragsvergabe durch Automobilhersteller beträgt wie oben dargestellt 40,0%, das heißt die Hälfte der befragten Ingenieurdienstleister erhält mehr als 40% ihrer Aufträge direkt durch Automobilhersteller. Die andere Hälfte der Ingenieurdienstleister erhält weniger als 40% ihrer Aufträge durch Automobilhersteller. Mit dieser Aufteilung werden zwei Gruppen gebildet, die sich unterscheiden nach der *Stärke ihrer Ausrichtung auf Automobilhersteller*. Die Gruppe 1 (*direkte Einbindung*) liegt über dem Median von 40% direkter Aufträge durch Automobilhersteller. Die Gruppe 2 (*indirekte Einbindung*) liegt unter dem Median (vgl. Tabelle 11).

Einen überdurchschnittlichen Anteil direkter Aufträge durch die Automobilhersteller erhalten umsatzstarke Ingenieurdienstleister. Festzustellen ist auch, dass es sich bei

diesen überdurchschnittlich häufig um Spezialanbieter handelt. Die Mehrheit der Komplettanbieter erhält den überwiegenden Teil ihrer Aufträge nicht von Automobilherstellern, sondern von Automobilzulieferern. Es kann daher nicht die Annahme bestätigt werden, dass das Überwiegen von Spezial- gegenüber Komplettanbietern eine Hierarchisierung der Wertkette bedeutet, wie oben die asymmetrische Größenverteilung der Unternehmen interpretiert wurde.

Tabelle 11: Unternehmensmerkmale und Art der Einbindung

		Direkte Einbindung		Indirekte Einbindung		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Umsatz	> 14,3 Mio. DM	13	68,4%	6	31,6%	19
	< 14,3 Mio. DM	5	44,4%	10	55,6%	15
Mitarbeiter	> 55	11	50,0%	11	50,0%	22
	< 55	8	44,4%	10	55,6%	18
Dienstleistungsprogramm	Komplettanbieter	5	41,7%	7	58,3%	12
	Spezialanbieter	16	53,3%	14	46,7%	30

$C_{\text{Umsatz}}=0,330$, $p<0,05$; $C_{\text{Mitarbeiter}}=0,055$, $p>0,1$; $C_{\text{Dienstleistungsprogramm}}=0,105$, $p>0,1$

5.2 Kooperationen in der Leistungserstellung

Von den Ingenieurdienstleistern bestätigten 88,5%, andere Unternehmen an der Erstellung ihrer Dienstleistungen zu beteiligen. Dabei kooperieren 80,9% mit anderen Ingenieurdienstleistern und nur 59% mit Automobilherstellern. Eine Kooperation mit Automobilzulieferern gaben 73,2% an (vgl. Tabelle 12).

Von einer Dominanz horizontaler gegenüber vertikaler Zusammenarbeit kann allerdings nicht gesprochen werden, denn die Kooperationen unterscheiden sich stark nach ihrer Häufigkeit. So geben 46,8% der Unternehmen an, ihre Dienstleistungen *selten* in Kooperation mit anderen Ingenieurdienstleistern zu erstellen. Eine Kooperation mit Automobilherstellern und Automobilzulieferern findet demgegenüber in den meisten Fällen *häufig* oder *immer* statt.

Die in These 3 geäußerte Erwartung, dass Ingenieurdienstleister für ihre Leistungserstellung eigene Netzwerke mit anderen Ingenieurdienstleistern aufbauen, erfüllt sich damit nur insofern, dass Kooperationsbeziehungen zu solchen Unternehmen zwar bestehen, aber nicht dauerhaft genutzt werden. Möglicherweise finden solche Kooperationen auch nicht regelmäßig statt, nur bei Bedarf im Falle komplexerer

Entwicklungsaufträge, und beruhen stärker auf informellen Beziehungen, während die Kooperationsbeziehungen zu Automobilunternehmen und –zulieferern stärker vertraglich geregelt und strategisch dauerhaft vereinbart sein könnten. Andere Ingenieurdienstleister dürften nur als Kapazitätserweiterung in Anspruch genommen werden oder für sehr spezifische, nur selten in Projekten benötigte Dienstleistungen.

Tabelle 12: *Kooperationen mit anderen Unternehmen in der Erstellung von Dienstleistungen*

Kooperation mit	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	16	41,0%	5	12,8%	15	38,5%	3	7,7%	39
Automobilzulieferer	11	26,8%	8	19,5%	20	48,8%	2	4,9%	41
Ingenieurdienstleister	9	19,1%	22	46,8%	15	31,9%	1	2,1%	47
Werkzeugbauer	12	29,3%	15	36,6%	12	29,3%	2	4,9%	41
sonst. Unternehmen	10	27,8%	9	25,0%	14	38,9%	3	8,3%	36
Automobilhersteller			5	21,7%	15	65,2%	3	13,0%	23
Automobilzulieferer			8	26,7%	20	66,7%	2	6,7%	30
Ingenieurdienstleister			22	57,9%	15	39,5%	1	2,7%	38
Werkzeugbauer			15	51,7%	12	41,4%	2	6,9%	29
sonst. Unternehmen			9	34,6%	14	53,8%	3	11,5%	26

Es ist festzustellen, dass größere Ingenieurdienstleister bei der Erstellung ihrer Dienstleistungen stärker Automobilhersteller und Automobilzulieferer beteiligen, kleinere Ingenieurdienstleister aber stärker andere Ingenieurdienstleister einbinden. Größere Ingenieurdienstleister kooperieren seltener mit anderen Ingenieurdienstleistern, allerdings relativ häufig mit Werkzeugbauern. So beauftragen nur 41,4% der größeren, aber 58,6% der kleineren Ingenieurdienstleister andere Ingenieurdienstleister im Rahmen der ihrer Dienstleistungserstellung (vgl. Tabelle 13). Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich, vergleicht man die Unternehmen nach ihrer Mitarbeiterzahl oder ihrem Dienstleistungsprogramm (vgl. Tabelle 14,15). 73,3% der Komplettanbieter und 84,4% der Spezialanbieter beteiligen andere Ingenieurdienstleister an der Erstellung ihrer Dienstleistungen. Zwischen Kunden und Dienstleistern bestehen wechselseitige Beziehungen, die als „hierarchische Partnerschaften“ bezeichnet werden können. Die Ingenieursfirmen erhalten einen überwiegenden Teil ihrer Aufträge von Automobilherstellern und –zulieferern, gleichzeitig erstellen sie in starker Zusammenarbeit mit diesen ihre Dienstleistungen.

Tabelle 13: Kooperation in der Erstellung von Dienstleistungen und Umsatzgröße

Kooperation mit		Umsatz > 14,3 Mio. DM		Umsatz < 14,3 Mio. DM		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	ja	12	60,0%	8	40,0%	20
	nein	7	53,8%	6	46,2%	13
Automobilzulieferer	ja	15	60,0%	10	40,0%	25
	nein	4	44,4%	5	55,6%	9
Ingenieurdienstleister	ja	12	41,4%	17	58,6%	29
	nein	6	75,0%	2	25,0%	8
Werkzeugbauer	ja	15	62,5%	9	37,5%	24
	nein	4	40,0%	6	60,0%	10
Sonst. Unternehmen	ja	12	57,1%	9	42,9%	21
	nein	3	33,3%	6	66,7%	9

C_{Automobilhersteller}=0,061, p>0,1; C_{Automobilzulieferer}=0,137, p>0,1; C_{Ingenieurdienstleister}=0,267, p<0,1;
 C_{Werkzeugbauer}=0,202, p>0,1; C_{andere Unternehmen}=0,213, p>0,1

Tabelle 14: Kooperation in der Erstellung von Dienstleistungen und Mitarbeiterzahl

Kooperation mit		Mitarbeiter > 55		Mitarbeiter < 55		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	ja	14	60,9%	9	39,1%	23
	nein	9	60,0%	6	40,0%	15
Automobilzulieferer	ja	20	69,0%	9	31,0%	29
	nein	5	45,5%	6	54,5%	11
Ingenieurdienstleister	ja	18	48,6%	19	51,4%	37
	nein	7	77,8%	2	22,2%	9
Werkzeugbauer	ja	18	62,1%	11	37,9%	29
	nein	5	41,7%	7	58,3%	12
sonst. Unternehmen	ja	16	61,5%	10	38,5%	26
	nein	4	40,0%	6	60,0%	10

C_{Automobilhersteller}=0,009, p>0,1; C_{Automobilzulieferer}=0,212, p>0,1; C_{Ingenieurdienstleister}=0,226, p>0,1;
 C_{Werkzeugbauer}=0,184, p>0,1; C_{andere Unternehmen}=0,191, p>0,1

Tabelle 15: Kooperation in der Erstellung von Dienstleistungen und Dienstleistungsprogramm

Kooperation mit		Komplettanbieter		Spezialanbieter		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	ja	8	66,7%	15	55,6%	23
	nein	4	33,3%	12	44,4%	16
Automobilzulieferer	ja	10	76,9%	20	71,4%	30
	nein	3	23,1%	8	28,6%	11
Ingenieurdienstleister	ja	11	73,3%	27	84,4%	38
	nein	4	26,7%	5	15,6%	9
Werkzeugbauer	ja	11	78,6%	18	66,7%	29
	nein	3	21,4%	9	33,3%	12
sonst. Unternehmen	ja	9	75,0%	17	70,8%	26
	nein	3	25,0%	7	29,2%	10

$C_{\text{Automobilhersteller}}=0,104, p>0,1$; $C_{\text{Automobilzulieferer}}=0,058, p>0,1$; $C_{\text{Ingenieurdienstleister}}=0,130, p>0,1$;
 $C_{\text{Werkzeugbauer}}=0,123, p>0,1$; $C_{\text{andere Unternehmen}}=0,044, p>0,1$

5.3 Prozesse des Simultaneous Engineering

5.3.1 Umsetzung der Methode

Die überwiegende Zahl der Ingenieurdienstleister verfahren in der Produktentwicklung nach dem Konzept des Simultaneous Engineering. 92,0% gaben an, Simultaneous Engineering mit anderen Unternehmen durchzuführen. Festzustellen ist aber, dass eine solche Parallelisierung der Entwicklungstätigkeiten mit anderen Ingenieurdienstleistern nur in 57,5% der Fälle erfolgt, allerdings zu 77,8% mit Automobilherstellern und sogar zu 86,7% mit Automobilzulieferern (vgl. Tabelle 16). Von denjenigen Unternehmen, die mit anderen Ingenieurdienstleistern Simultaneous Engineering betreiben, verfolgen das Konzept aber 56,5% *selten*.

Eine differenziertere Betrachtung zeigt, dass Ingenieurdienstleister oft auch dann mit Automobilherstellern und –zulieferern das Simultaneous-Engineering-Konzept anwenden, wenn sie von diesen Unternehmen nicht direkt beauftragt werden oder wenn sie ihre Dienstleistungen nicht in Kooperation mit diesen durchführen. Demgegenüber wird in einer Zusammenarbeit unter Ingenieurdienstleistern nur dann nach

Simultaneous Engineering entwickelt, wenn diese Unternehmen auch durch Auftragsbeziehungen oder Kooperationsbeziehungen zueinander stehen. Ein solcher Zusammenhang weist auf einen starken Einfluss der Automobilhersteller und Automobilzulieferer auf die Art der Zusammenarbeit im Netzwerk der Automobilentwicklung hin¹⁴.

5.3.2 Bildung von Entwicklungsteams

Die Organisation der Produktentwicklung in Teams, deren Mitglieder bereichs- und unternehmensübergreifend zusammengesetzt werden, stellt ein zentrales organisatorisches Merkmal von Simultaneous Engineering dar. 90,6% der befragten Unternehmen bilden Entwicklungsteams mit anderen Unternehmen.

Solche Entwicklungsteams bilden 82,4% der befragten Ingenieurdienstleister mit Automobilzulieferern, 77,1% mit Automobilherstellern und 72,0% mit anderen Ingenieurdienstleistern (vgl. Tabelle. 17).

Auch dieser Indikator weist auf eine intensive Zusammenarbeit der befragten Unternehmen mit Automobilherstellern und Automobilzulieferern hin. Mehr als die

¹⁴ In Tabelle 13 wurden auch die Ingenieurdienstleister berücksichtigt, die keine direkten Aufträge durch die anderen genannten Unternehmen erhalten.

Von den 5 Ingenieurdienstleistern, die keine direkten Aufträge von Automobilunternehmen erhalten, gaben 4 an, mit diesen *nie* Simultaneous Engineering (SE) durchzuführen. 1 Ingenieurbüro erhält von Automobilherstellern keine direkten Aufträge, führt mit diesen aber *häufig* SE durch.

4 Ingenieurdienstleister gaben an, von Automobilzulieferern keine direkten Aufträge zu erhalten, jeweils 2 arbeiten mit diesen aber *nie* bzw. *häufig* per SE zusammen.

Betrachtet man die Zusammenarbeit mit anderen Ingenieurdienstleistern, ist festzustellen, dass 27 keine direkten Aufträge von anderen Ingenieurdienstleistern erhalten. Von diesen entwickeln 12 *nie*, 9 *selten* und 3 *häufig* nach dem SE-Konzept gemeinsam. Damit ergibt sich, dass von den 13 Ingenieurdienstleistern, die durch andere Ingenieurdienstleister auch direkt beauftragt werden, mit Ingenieurdienstleistern zu 38,5% *nie*, 30,8% *selten*, 7,7% *häufig*, aber 23,1% *immer* SE verfolgen.

Gefragt wurde auch, welche Unternehmen die Ingenieurdienstleister einbinden, wenn sie ihre Dienstleistungen erstellen. Unabhängig davon, ob Ingenieurdienstleister dabei mit Automobilherstellern oder Automobilzulieferern kooperieren, verfolgen die Ingenieurdienstleister mit diesen Gruppen gleichermaßen das SE-Konzept. Wenn sie allerdings andere Ingenieurdienstleister in ihre Leistungserstellung einbinden, das geschieht bei 26 gültigen Fällen, erfolgt eine Zusammenarbeit nach dem SE-Konzept zu 26,9% *nie*. In 34,6% der Fälle erfolgt sie *selten*, in 26,9% *häufig* und in 11,5% *immer*. Wenn Ingenieurdienstleister andere Ingenieurdienstleister nicht an der Entwicklung beteiligen, wird das SE-Konzept bei nur 25% der Unternehmen, allerdings *selten* angewendet.

Eine solche differenzierte Betrachtung zeigt, dass Ingenieurdienstleister oft auch dann mit Automobilherstellern und -zulieferern SE anwenden, auch wenn sie von diesen nicht direkt beauftragt werden oder wenn sie ihre Dienstleistungen nicht in Kooperation mit diesen durchführen. Für eine Zusammenarbeit unter Ingenieurdienstleistern wird nur dann nach SE entwickelt, wenn auch Auftragsbeziehungen oder Kooperationsbeziehungen vorhanden sind.

Hälfte derjenigen Ingenieurdienstleister, die ihre Zusammenarbeit mit diesen Unternehmen in Entwicklungsteams organisieren, tun dies *häufig*. Wenn Ingenieurdienstleister untereinander Entwicklungsteams bilden, erfolgt dies nur in 36,1% der Fälle *häufig* und nur in 5,6% der Fälle *immer*.

Table 16: Umsetzung der Methode des Simultaneous Engineering (SE)

	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Simultaneous Engineering mit									
Automobilhersteller	10	22,2%	6	13,3%	23	51,1%	6	13,3%	45
Automobilzulieferer	6	13,3%	10	22,2%	24	53,3%	5	11,1%	45
Ingenieurdienstleister	17	42,5%	13	32,5%	7	17,5%	3	7,5%	40
Werkzeugbauer	16	45,7%	7	20,0%	9	25,7%	3	8,6%	35
sonst. Unternehmen	13	40,6%	12	37,5%	7	21,9%	0	0,0%	32
unternehmensintern	7	15,6%	13	28,9%	14	31,1%	11	24,4%	45
Automobilhersteller			6	17,1%	23	65,7%	6	17,1%	35
Automobilzulieferer			10	25,6%	24	61,5%	5	12,8%	39
Ingenieurdienstleister			13	56,5%	7	30,4%	3	13,0%	23
Werkzeugbauer			7	36,8%	9	47,4%	3	15,8%	19
sonst. Unternehmen			12	63,2%	7	36,8%	0	0,0%	19
unternehmensintern			13	34,2%	14	36,8%	11	28,9%	38

Table 17: Bildung gemeinsamer Entwicklungsteams

	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Entwicklungsteams mit									
Automobilhersteller	11	22,9%	12	37,5%	20	41,7%	5	10,4%	48
Automobilzulieferer	9	17,6%	13	25,5%	24	47,1%	5	9,8%	51
Ingenieurdienstleister	14	28,0%	21	42,0%	13	26,0%	2	4,0%	50
Werkzeugbauer	19	45,2%	16	38,1%	7	16,7%	0	0,0%	42
sonst. Unternehmen	14	37,8%	16	43,2%	4	10,8%	3	8,1%	37
Automobilhersteller			12	32,4%	20	54,1%	5	13,5%	37
Automobilzulieferer			13	31,0%	24	57,1%	5	11,9%	42
Ingenieurdienstleister			21	58,3%	13	36,1%	2	5,6%	36
Werkzeugbauer			16	69,6%	7	30,4%	0	0,0%	23
sonst. Unternehmen			16	66,7%	4	16,7%	3	12,5%	24

Damit zeigt sich, dass die Ingenieurdienstleister starke, nach dem Konzept des Simultaneous Engineering organisierte Beziehungen zu Automobilherstellern und Automobilzulieferern aufrecht erhalten, während eine solche Form der Zusammenarbeit auf horizontaler Ebene schwach ausgeprägt ist. Erneut ist festzuhalten, dass die Gestaltung der Beziehungsstrukturen in der Automobilentwicklung stark von den Automobilherstellern als „fokale“ Unternehmen bestimmt wird. Intensive Formen der Zusammenarbeit, gemessen nach den Indikatoren Simultaneous Engineering und Bildung von Entwicklungsteams, ergeben sich in erster Linie in vertikaler Richtung. Dies gilt sowohl für Kundenbeziehungen als auch für Beziehungen in der Kooperation bei der eigenen Dienstleistungserstellung.

5.4 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien

Die Prinzipien der Methode des Simultaneous Engineering, dass etwa die beteiligten Ingenieure schnell und pünktlich Informationen und Daten zum Stand eines Entwicklungsprojekts und seiner Teilprojekte auszutauschen und dass auf diese Weise eine weitgehende Parallelisierung der Prozesse umzusetzen ist, können im Grunde nur mit leistungsfähigen Infrastrukturen für Information und Kommunikation erreicht werden. Die Automobilhersteller fordern von ihren Ingenieurdienstleistern auch, dass die erstellten Dienstleistungen im kundenspezifischen CAD-Format abgeliefert werden. Am weitesten verbreitet ist das CAD-System CATIA, das von den deutschen Automobilherstellern verwendet wird (vgl. Tabelle 18).

Tabelle 18: Nutzung von CAD-Systemen (N=58)

CAD-System	Anzahl der Unternehmen (Mehrfachnennung)	Anteil
Catia (VW, DC, BMW)	30	51,7%
Unigraphics (Opel)	20	34,5%
Ideas (Ford)	15	25,9%
Pro-Engineer	26	44,8%
sonst. CAD-Systeme	22	37,9%

Unter den Technologien zur Kommunikation mit Kunden wird ENX (European Network Exchange) bisher kaum angewendet, nur 10,3% besitzen einen Anschluss an das Hochleistungsnetz. 67,2% nutzen den Übertragungsstandard Odette mit ihren Kunden und 29,3% wenden Telekooperation an. Gemeinsame Wissensdatenbanken, also EDM/PDM-Datenbanken, nutzen 17,2% der Ingenieurdienstleister mit ihren Kunden (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (N=58)

System	Anzahl der Unternehmen (Mehrfachnennung)	Anteil
Telekooperation	17	29,5%
Odette	39	67,2%
ENX	61	10,3%
EDM/PDM	10	17,2%

5.5 Simultaneous Engineering und Engineering Outsourcing

Abschließend soll erneut ein Vergleich der beiden Gruppen von *direkt* und *indirekt* eingebundenen Ingenieurdienstleistern vorgenommen werden, um Zusammenhänge der Intensität der Zusammenarbeit und der Art der Einbindung herauszuarbeiten. Die Gruppe 1 (*direkte Einbindung*) liegt über dem Median von 40% direkter Aufträge durch Automobilhersteller. Die Gruppe 2 (*indirekte Einbindung*) liegt unter dem Median.

Tabelle 20: Intensität der Zusammenarbeit und Art der Einbindung

Merkmale der Zusammenarbeit		Direkte Einbindung		Indirekte Einbindung		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Simultaneous Engineering	Automobilhersteller	17	56,7%	13	43,3%	30
	Automobilzulieferer	13	44,8%	16	55,2%	29
	Ingenieurdienstleister	11	64,7%	6	35,3%	17
	Werkzeugbauer	7	50,0%	7	50,0%	14
	Sonstige Unternehmen	6	42,9%	8	57,1%	14
Entwicklungs-teams	Automobilhersteller	15	51,6%	16	48,4%	31
	Automobilzulieferer	13	59,4%	19	40,6%	32
	Ingenieurdienstleister	13	50,0%	13	50,0%	26
	Werkzeugbauer	7	41,2%	10	58,8%	17
	Sonstige Unternehmen	7	41,2%	10	58,8%	17

Simultaneous Engineering: $C_{\text{Automobilhersteller}}=0,116$, $p>0,1$; $C_{\text{Automobilzulieferer}}=0,034$, $p>0,1$; $C_{\text{Ingenieurdienstleister}}=0,343$, $p<0,1$; $C_{\text{Werkzeugbauer}}=0,083$, $p>0,1$; $C_{\text{sonstige Unternehmen}}=0,026$, $p>0,1$.

Entwicklungs-teams: $C_{\text{Automobilhersteller}}=0,080$, $p>0,1$; $C_{\text{Automobilzulieferer}}=0,261$, $p>0,1$; $C_{\text{Ingenieurdienstleister}}=0,089$, $p>0,1$; $C_{\text{Werkzeugbauer}}=0,087$, $p>0,1$; $C_{\text{sonstige Unternehmer}}=0,136$, $p>0,1$.

Dabei ist zu sehen, dass solche Ingenieurdienstleister, die direkt von den Automobilherstellern eingebunden werden, häufiger Simultaneous Engineering nicht nur mit ihren direkten Kunden, den Automobilherstellern, sondern auch mit anderen Ingenieurdienstleistern durchführen. 64,7% der befragten Unternehmen, die mit anderen Ingenieurdienstleistern nach der Methode des Simultaneous Engineering zusammenarbeiten, erhalten einen überdurchschnittlichen Anteil ihrer Aufträge durch Automobilhersteller, die anderen 35,3% werden stärker durch Automobilzulieferer, also indirekt, eingebunden (vgl. Tabelle 20, 21, 22).

Tabelle 21: *Simultaneous Engineering und Direkte Einbindung*

Direkte Einbindung		nie	selten	häufig	immer	N
Simultaneous Engineering	Automobilhersteller	2	1	13	3	19
	Automobilzulieferer	2	2	10	1	15
	Ingenieurdienstleister	3	7	3	1	14
	Werkzeugbauer	5	3	4	0	12
	sonstige Unternehmen	5	5	1	0	11
Entwicklungs-teams	Automobilhersteller	3	3	9	3	18
	Automobilzulieferer	4	5	7	1	17
	Ingenieurdienstleister	4	8	4	1	17
	Werkzeugbauer	6	5	2	0	13
	sonstige Unternehmen	5	6	0	1	12

Tabelle 22: *Simultaneous Engineering und Indirekte Einbindung*

Indirekte Einbindung		nie	selten	häufig	immer	N
Simultaneous Engineering	Automobilhersteller	3	4	7	2	16
	Automobilzulieferer	2	3	10	3	18
	Ingenieurdienstleister	8	5	1	0	14
	Werkzeugbauer	7	2	3	2	14
	sonstige Unternehmen	6	3	5	0	14
Entwicklungs-teams	Automobilhersteller	2	6	8	2	18
	Automobilzulieferer	1	6	11	2	20
	Ingenieurdienstleister	6	7	6	0	19
	Werkzeugbauer	6	7	3	0	16
	sonstige Unternehmen	5	6	0	1	12

6 Standörtliche Organisation

6.1 Aufbau von Entwicklungskapazitäten durch die Bildung von Standortstrukturen

Beim überwiegenden Teil der Ingenieurdienstleister handelt es sich um Unternehmen mit mindestens zwei Standorten. Rund ein Drittel der Unternehmen sind als Einbetriebsunternehmen zu bezeichnen. Ein Viertel, das sind 36,8% der Mehrbetriebsunternehmen, besitzt mindestens eine Niederlassung im europäischen Ausland. Der Anteil weltweit vertretener Ingenieurdienstleister liegt bei 17,2% (vgl. Tabelle 23). Im Vergleich zu Automobilherstellern und –zulieferern, die einen großen Teil ihrer Wertschöpfung im Ausland erbringen, sind die Ingenieurdienstleister somit durch eine relativ niedrige Internationalisierung gekennzeichnet. 69,7% der Mehrbetriebsunternehmen gaben an, ein oder mehrere Entwicklungszentren zu besitzen. Von den Unternehmen wurden 17,2% nach 1995 gegründet. 81,2% der heutigen Mehrbetriebsunternehmen gründeten nach 1995 neue Niederlassungen. Von diesen gründeten 42,3% aber nur eine Niederlassung. 69,4% der heutigen Niederlassungen wurden nach 1995 aufgebaut.

Tabelle 23: Standortstruktur (N = 58)

Standortstruktur	Anzahl der Unternehmen	Anteil
Einbetriebsunternehmen	20	34,5%
Mehrbetriebsunternehmen	38	65,5%
davon:		
- Standorte in Europa	14	24,1%
- Standorte weltweit	10	17,2%

56,9% der Unternehmen geben an, bei ihren Kunden Niederlassungen zu besitzen. Deutliche Unterschiede der standörtlichen Orientierung zeigen sich, fragt man nach der Art der Kunden, an deren Standorten sich die Niederlassungen befinden (vgl. Tab. 24). Mit 48,3% besitzt fast die Hälfte der Ingenieurdienstleister Niederlassungen bei Automobilherstellern. Allerdings geben nur 17,2% an, bei Automobilzulieferern ein eigenes Büro zu besitzen. Jeweils nur ein Ingenieurdienstleister besitzt eine Niederlassung bei anderen Ingenieurdienstleistern oder bei Werkzeugbauern. Die stärkere standörtliche Ausrichtung auf die Automobilhersteller zeigt sich auch darin,

dass bei diesen die ersten Gründungen früher erfolgten als bei den Automobilzulieferern.

Die Niederlassungen der Ingenieurdienstleister konzentrieren sich an den Standorten der Automobilhersteller, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 24: Niederlassungen bei Kunden (N = 58)

Niederlassung bei	Anzahl der Unternehmen (Mehrfachnennung)	Anteil	erste Gründung (Jahr)
Automobilhersteller	28	48,3%	1985
Automobilzulieferer	10	17,2%	1992
Ingenieurdienstleister	1	1,7%	1996
Werkzeugbauer	1	1,7%	2000
sonst. Unternehmen	1	1,7%	2000

Tabelle 25: Standorte der Ingenieurdienstleister (N = 58)

Standort	Hauptsitze*	Zweigniederlassungen		Niederlassungen insgesamt	Niederlassungen geplant
	Anzahl der Unternehmen	gesamt	seit 1995	Anzahl der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen
München	3	9	8	12	3
Stuttgart	2	10	6	12	2
Wolfsburg/Gifhorn	1	11	6	12	3
Böblingen/ Sindelfingen	-	6	5	6	2
Berlin	3	1	-	4	2
Aachen	2	2	2	4	-
Rüsselsheim	2	2	2	4	1
Gaimersheim/Ingolstadt	1	3	2	4	1
Hamburg	1	3	1	4	1
Köln	1	2	1	3	1
N	17	49	34	66	16

* Im Jahr 1995 bereits bestehende Unternehmen

An den Standorten einiger Automobilkonzerne bestehen besonders viele Niederlassungen (z.B. München, Stuttgart, Wolfsburg/Gifhorn). Diese Unterschiede mögen mit der räumlichen Abgrenzung der Standorte zusammenhängen, denn im Rhein-Main Gebiet zum Beispiel besitzen sechs der befragten Ingenieurdienstleister ihren Hauptsitz, allerdings nur zwei in Rüsselsheim und vier in nahen Orten wie Eschborn,

Friedrichsdorf, Raunheim und Rödermark. Möglicherweise unterscheiden sich die Automobilhersteller aber auch durch ihre Engineering Outsourcing-Strategien und schaffen dadurch unterschiedliche lokale Kontexte. Diese Frage konnte mit der durchgeführten standardisierten Befragung nicht beantwortet werden und erfordert eine tiefergehende qualitative empirische Erhebung.

Nähere Angaben zur standörtlichen Ausrichtung auf bestimmte Unternehmen konnten mit der Frage nach den Hauptkunden erzielt werden (vgl. Tabelle 26). Der Volkswagen-Konzern, DaimlerChrysler und BMW sind mit Abstand die wichtigsten Kunden der Ingenieurdienstleister. Zu den wichtigsten genannten Automobilzulieferern zählen Bosch, Mahle, Johnson Controls, Karmann, Siemens.

Tabelle 26: Niederlassungen bei bestimmten Unternehmen (Anzahl der Nennungen)

Niederlassung bei	genannt als Hauptkunden	Niederlassung	keine Niederlassung
Automobilhersteller			
	Anzahl der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen
DaimlerChrysler	17	7	10
Volkswagen	16	8	8
BMW	13	6	7
Audi	9	4	5
Opel	6	2	4
Ford	5	2	3
Porsche	5	1	4
Automobilzulieferer			
	Anzahl der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen	Anzahl der Unternehmen
Siemens	7	1	6
Bosch	5	2	3
Karmann	3	1	2
Dräxlmaier	3	keiner	3
Faurecia	2	keiner	2
GDX	2	keiner	2
IBS Brocke	2	keiner	2
Johnson Controls	2	2	keiner
Mahle	2	2	keiner
Valeo	2	keiner	2

Die Ingenieurdienstleister wurden befragt nach ihren Motiven für eine Standortneugründung. Die Motive unterstützen die bisherigen Ergebnisse insofern, dass die

Mehrheit der Unternehmen räumliche Nähe zu Kunden als *wichtig* oder *sehr wichtig* erachtet. Von untergeordneter Bedeutung ist räumliche Nähe zu anderen Ingenieurdienstleistern (vgl. Tabelle 27). Auffällig ist allerdings, dass die Ingenieurdienstleister versuchen, mit einer Standortneugründung verschiedene Kunden, also Automobilhersteller und Automobilzulieferer, zu bedienen. Für 84,8% ist eine räumliche Nähe zu verschiedenen Kunden, aber nur für 56,1% eine räumliche Nähe zu einem Hauptkunden *wichtig* oder *sehr wichtig*. Zu bemerken ist aber auch, dass 41 befragte Unternehmen eine Angabe gemacht haben, welche Bedeutung die räumliche Nähe zu einem Hauptkunden hat, aber nur 33 zur Bedeutung der räumlichen Nähe zu verschiedenen Kunden. Die räumliche Nähe zu anderen Ingenieurdienstleistern wird als relativ unbedeutend eingeschätzt, so dass ein weiteres Argument gegen These 3 gegeben ist, die befragten Unternehmen würden ein eigenes lokales Netzwerk zu anderen Ingenieurdienstleistern aufbauen. Die Nähe zu Hochschulen wird allerdings als relativ wichtig angesehen. Eine Begründung hierfür kann in der Rekrutierung von Nachwuchingenieuren liegen.

Tabelle 27: *Motive von Standort-Neugründungen*

Bewertung	Nähe zu einem Hauptkunden		Nähe zu verschiedenen Kunden		Nähe zu anderen Ingenieurdienstleistern		Nähe zu Forschungsinstituten / Hochschulen	
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil
sehr wichtig	12	29,3%	9	27,3%	6	20,7%	7	23,3%
wichtig	11	26,8%	19	57,6%	5	17,2%	14	46,7%
unwichtig	18	43,9%	5	15,2%	18	62,1%	9	30,0%
N	41	100%	33	100%	29	100%	30	100%

6.2 Aufbau von Entwicklungskapazitäten durch die Mobilität von Ingenieuren

Nicht nur durch die Gründung eigener Zweigniederlassungen, sondern auch durch die Mitarbeit von sogenannten *Resident Engineers*, für längere Projektdauer in die Organisation des Kunden eingebundene Ingenieure, generieren Ingenieurdienstleister diesen gegenüber räumliche Nähe (vgl. Tabelle 28). 75,9% der befragten Unternehmen haben Resident Engineers bei anderen Unternehmen. Auch hier zeigt sich eine stärkere Ausrichtung der befragten Unternehmen auf Automobilhersteller als auf Automobilzulieferer, während Resident Engineers für die Zusammen-

arbeit mit anderen Ingenieurdienstleistern oder Werkzeugbauern nur eine sehr geringe Bedeutung besitzen.

Tabelle 28: Resident Engineers bei Kunden

Resident Engineer bei	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	15	29,4%	16	31,4%	16	31,4%	4	7,8%	51
Automobilzulieferer	18	35,3%	19	37,3%	12	23,5%	2	3,9%	51
Ingenieurdienstleister	32	68,1%	12	25,5%	3	6,4%	0	0,0%	47
Werkzeugbauer	33	75,0%	9	20,5%	2	4,5%	0	0,0%	44
sonst. Unternehmen	29	72,5%	9	22,5%	2	5,0%	0	0,0%	40

6.3 Standortübergreifende Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit mehrbetrieblicher Ingenieurdienstleister mit den Kunden erfolgt in der Regel durch die jeweiligen Niederlassungen an deren Standort. Allerdings kooperieren 80,0% der Unternehmen auch *häufig* oder *immer* von ihren Entwicklungszentren aus mit den Automobilherstellern. Andere Niederlassungen spielen eine geringere Rolle (vgl. Tabelle 29). Dabei betreiben die Ingenieurdienstleister eine starke unternehmensinterne Arbeitsteilung zwischen ihren Niederlassungen, in der Weise dass jede einzelne Niederlassung einerseits in *lokale* Kontexte mit den jeweiligen Kunden und andererseits in einen *nicht-lokalen* Kontext innerhalb des eigenen Unternehmens eingebunden ist. Über die einzelnen – häufig auf nur einen wichtigen Automobilhersteller ausgerichteten – Niederlassungen besteht Kontakt zu anderen lokalen Kontexten. Lernprozesse sind daher in erster Linie innerhalb der eigenen Organisation sowie durch die Zusammenarbeit mit den wichtigen Kunden zu erwarten, jedoch nicht – wie in These 3 formuliert worden war – durch die Kooperation mit anderen Ingenieurdienstleistern. Aber auch hierzu ist eine tiefgehende qualitative empirische Erhebung erforderlich.

97,1% der Dienstleister mit zwei oder mehr Niederlassungen verfolgen zwischen diesen eine standortübergreifende Arbeitsteilung (vgl. Tabelle 30). Ein Wechsel von Ingenieuren findet weniger statt. Bei 41,2% der Mehrbetriebsunternehmen erfolgt eine Mobilität von solchen Experten *nie* oder *selten*. Allerdings nutzen 91,2% der befragten Unternehmen sogar *häufig* oder *immer* spezifisches Know-how ihrer verschiedenen Niederlassungen. Sehr stark nutzen die Ingenieurdienstleister auch unternehmensinterne Wissensdatenbanken standortübergreifend (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 29: *Standörtliche Zusammenarbeit mehrbetrieblicher Ingenieurdienstleister mit Kunden*

	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Zusammenarbeit mit Kunden über									
Jeweilige Niederlassung beim Kunden	0	0,0%	0	0,0%	6	28,6%	15	71,4%	21
Entwicklungszentrum*	1	6,7%	2	13,3%	5	33,3%	7	46,7%	15
andere Niederlassungen	1	6,3%	5	31,3%	8	50,0%	2	12,5%	16

* nur Mehrbetriebsunternehmen mit Entwicklungszentrum

Tabelle 30: *Unternehmensinterne standortübergreifende Zusammenarbeit (Mehrbetriebsunternehmen)*

	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
unternehmensinterne standortübergreifende Zusammenarbeit	1	2,9%	4	11,8%	23	67,6%	6	17,6%	34

Tabelle 31: *Arten unternehmensinterner standortübergreifender Zusammenarbeit (Mehrbetriebsunternehmen)*

	nie		selten		häufig		immer		N
	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Zusammenarbeit durch									
Nutzung gemeinsamer (Wissens-) Datenbanken (z.B. PDM/EDM)	1	2,9%	5	14,7%	13	38,2%	15	44,1%	34
Nutzung spezifischen Know-hows an einzelnen Niederlassungen	2	5,9%	1	2,9%	17	50,0%	14	41,2%	34
Wechsel von Ingenieuren zwischen Niederlassungen	3	8,8%	11	32,4%	18	52,9%	2	5,9%	34

6.4 Engineering Outsourcing, Simultaneous Engineering und Standortstruktur

Eine starke Zusammenarbeit mit Kunden – gemessen nach den Dimensionen Engineering Outsourcing und Simultaneous Engineering – ist verbunden mit räumli-

cher Nähe zu diesen Kunden. Es konnte gezeigt werden, dass die Ingenieurdienstleister stärker die räumliche Nähe zu Automobilherstellern suchen als zu Automobilzulieferern (vgl. Tabelle 32, 33, 34).

Direkt eingebundene Ingenieurdienstleister besitzen außerdem häufiger Resident Engineers bei anderen Ingenieurdienstleistern und Werkzeugbauern. Drei Viertel der Ingenieurdienstleister, die selbst Resident Engineers bei anderen Ingenieurdienstleistern oder Werkzeugbauern haben, werden direkt von Automobilherstellern eingebunden.

Tabelle 32: Art der Einbindung und Standortstruktur

Niederlassung bei		Direkte Einbindung		Indirekte Einbindung		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	ja	14	63,6%	8	36,4%	22
	nein	7	35,0%	13	65,0%	20
Automobilzulieferer	ja	2	22,2%	7	77,8%	9
	nein	19	57,6%	14	42,4%	33
Resident Engineer bei						
Automobilhersteller		15	53,6%	13	46,4%	28
Automobilzulieferer		11	50,0%	11	50,0%	22
Ingenieurdienstleister		7	63,6%	4	36,4%	11
Werkzeugbauer		6	75,0%	2	25,0%	8
Sonstige Unternehmen		5	71,4%	2	28,6%	7

Niederlassung: $C_{\text{Automobilhersteller}}=0,275$, $p<0,1$; $C_{\text{Automobilzulieferer}}=0,279$, $p<0,1$.

Resident Engineers: $Q_{\text{Automobilhersteller}}=0,171$, $p>0,1$; $Q_{\text{Automobilzulieferer}}=0,070$, $p>0,1$; $Q_{\text{Ingenieurdienstleister}}=0,250$, $p>0,1$; $C_{\text{Werkzeugbauer}}=0,277$, $p>0,1$; $C_{\text{sonstige Unternehmen}}=0,289$, $p>0,1$

Von 21 Ingenieurdienstleistern, die direkt in die Automobilentwicklung eingebunden werden, besitzen 14 (66,7%) eine Niederlassung bei Automobilherstellern. 7 (33,3%) der 21 Unternehmen, die einen nur unterdurchschnittlichen Anteil an Aufträgen direkt von Automobilherstellern erhalten, haben Niederlassungen am Standort von Automobilzulieferern aufgebaut. Dies ist allerdings ein höherer Wert als die 17,2% aller Ingenieurdienstleister. 63,6% der Ingenieurdienstleister, die eine Niederlassung bei einem Automobilhersteller haben, erhalten überdurchschnittlich viele Aufträge durch die Hersteller. Von denen, die eine Niederlassung bei einem Automobilzulieferer besitzen, erhalten 77,8% überdurchschnittlich viele Aufträge von Automobilzulieferern. Damit ist These 2 insofern zu bestätigen, dass Ingenieurdienstleister zu solchen

Kunden räumliche Nähe aufbauen, von denen sie direkt beauftragt werden. Wie gezeigt, findet ein Aufbau von Entwicklungskapazitäten am Standort von Zulieferern in geringerem Ausmaß statt als bei Herstellern.

Schwächere Zusammenhänge sind festzustellen bei einem Vergleich des Dienstleistungsprogramms von Ingenieurdienstleistern (vgl. Tabelle 33)¹⁵.

Tabelle 33: Dienstleistungsspektrum und Standortstruktur

Niederlassung bei		Komplettanbieter		Spezialanbieter		N
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil	
Automobilhersteller	ja	9	32,1%	19	67,9%	28
	nein	7	23,3%	23	76,7%	30
Automobilzulieferer	ja	4	40,0%	6	60,0%	10
	nein	12	25,0%	36	75,0%	48

$C_{\text{Automobilhersteller}}=0,098, p>0,1$; $C_{\text{Automobilzulieferer}}=0,126, p>0,1$.

Von 25 Ingenieurdienstleistern, die Niederlassungen bei Automobilherstellern besitzen, verfolgen 19 (76%) mit diesen *häufig* oder *immer* das Konzept des Simultaneous Engineering. Allerdings führen 9 der 10 (90%) Ingenieurdienstleister, die Niederlassungen bei Automobilzulieferern besitzen, mit diesen auch Simultaneous Engineering *häufig* oder *immer* durch. Im Vergleich hierzu verfolgen nur 20 von 35 (57,1%) der Ingenieurdienstleister ohne Niederlassung bei Automobilzulieferern dieses Konzept *häufig* oder *immer* und 10 (50,0%) der Ingenieurdienstleister ohne Niederlassung bei Automobilherstellern.

Ein ähnlicher Zusammenhang ergibt sich bei der Bildung von Entwicklungsteams. Von 26 Ingenieurdienstleister, die Niederlassungen bei Automobilherstellern besitzen, bilden 18 (69,2%) mit diesen gemeinsame Entwicklungsteams. Der Vergleichswert bei den Automobilzulieferern liegt bei 7 von 10 (70%). Ingenieurdienstleistern, die keine Niederlassung bei Automobilherstellern haben, bilden nur in 7 von 22

¹⁵ Die Gestaltung der Standortstruktur ist zudem abhängig von den spezifischen Dienstleistungen, die Ingenieurdienstleister anbieten. Relativ häufig sind Dienstleister für die Bereiche Karosserie, Motor/Antrieb, Simulation und Berechnung lokal am Standort von Automobilherstellern vertreten, während bei Automobilzulieferern Elektronik-, Software- und Konstruktions-Dienstleister in den meisten Fällen eine Niederlassung besitzen. Ingenieurdienstleister, die diesen gegenüber relativ standardisierte Dienstleistungen wie zum Beispiel Rapid-Prototyping anbieten, verfügen seltener über Entwicklungskapazitäten am Standort ihrer Kunden.

(31,8%) Fällen gemeinsame Entwicklungsteams. Der Vergleichswert bei den Automobilzulieferern liegt bei 22 von 41 (53,7%) ebenfalls niedriger.

Tabelle 34: *Simultaneous Engineering und Standortstruktur I*

		Simultaneous Engineering mit jeweiligem Kunden – ja		Simultaneous Engineering mit jeweiligem Kunden – nein		N	
		Anzahl der Unternehmen	Anteil	Anzahl der Unternehmen	Anteil		
Niederlassung bei	Automobilhersteller	ja	22	88,0%	3	12,0%	25
		nein	13	65,0%	7	35,0%	20
	Automobilzulieferer	ja	10	100,0%	0	0,0%	10
		nein	29	82,9%	6	17,1%	35

$\chi^2_{\text{Automobilhersteller}}=0,265, p<0,1$; $\chi^2_{\text{Automobilzulieferer}}=0,205, p>0,1$.

Tabelle 34: *Simultaneous Engineering und Standortstruktur II*

		Simultaneous Engineering										
		mit Automobilherstellern					mit Automobilzulieferern					
		nie	selten	häufig	immer	N	nie	selten	häufig	immer	N	
Niederlassung bei	Automobilhersteller	ja	3	3	15	4	25	3	4	14	2	23
		nein	7	3	8	2	20	3	6	10	3	22
	Automobilzulieferer	ja	1	0	4	3	8	0	1	5	4	10
		nein	9	6	19	3	37	6	9	19	1	35

		Entwicklungsteams										
		mit Automobilherstellern					mit Automobilzulieferern					
		nie	selten	häufig	immer	N	nie	selten	häufig	immer	N	
Niederlassung bei	Automobilhersteller	ja	4	4	15	3	26	4	7	14	1	26
		nein	7	8	5	2	22	5	6	10	4	25
	Automobilzulieferer	ja	1	2	5	1	9	0	3	6	1	10
		nein	10	10	15	4	39	9	10	18	4	41

7 Resumee

Die weltweite Automobilindustrie unterliegt gegenwärtig einem radikalen Wandel, in dem die frühe Phase der Produktentstehung von der Konzeptfindung bis zum Beginn der Serienproduktion, die Automobilentwicklung, eine zentrale Bedeutung besitzt. Wesentliche Merkmale der Restrukturierung der Wertkette sind ein Engineering Outsourcing, mit dem die Automobilhersteller zunehmend umfangreiche Anteile der Automobilentwicklung an Automobilzulieferer und Ingenieurdienstleister vergeben, und das Konzept des Simultaneous Engineering, nach dem die verschiedenen Entwicklungsprozesse parallelisiert werden. Die externe Vergabe von Entwicklungsaufträgen sowie die Kürzung der Entwicklungszeiten führen zu einer Herausbildung eines starken Marktes für Dienstleistungen im Bereich Automotive-Engineering.

Das Ziel einer schriftlichen Befragung von 58 Ingenieurdienstleistern war, Zusammenhänge zwischen der Restrukturierung der Wertkette und der standörtliche Organisation der befragten Unternehmen anhand von drei Thesen zu analysieren. Zusammenfassend können differenzierte Antworten auf die in Abschnitt 2.1 formulierten Annahmen herausgearbeitet werden.

7.1 Pyramidisierung der Wertschöpfungskette der Automobilentwicklung

Parallelen zu einer Hierarchisierung der Beziehungen zwischen Automobilherstellern und liefernden Unternehmen, wie sie aus verschiedenen Forschungsarbeiten für den Bereich der Produktion bekannt ist, können auch im Netzwerk der Automobilentwicklung, und zwar in mehrfacher Hinsicht, festgestellt werden.

Der Sektor der Ingenieurdienstleister ist durch eine stark asymmetrische Größenverteilung gekennzeichnet. Auf dem Markt überwiegen Spezialanbieter, die sich auf spezifische Dienstleistungen spezialisiert haben, gegenüber solchen als Komplettanbieter bezeichneten Ingenieurdienstleistern. Zudem steht eine Vielzahl kleiner Dienstleister wenigen größeren, mehr als 1000 Beschäftigte zählenden Dienstleistern gegenüber. Die Hälfte der befragten Unternehmen beschäftigt weniger als 55 Mitarbeiter und erzielt einen Umsatz von unter 14,3 Mio. DM (7,3 Mio. Euro).

Der Sektor der Ingenieurdienstleister hat sich in den letzten Jahren weitgehend innerhalb der Automobilindustrie entwickelt. Die Hälfte der befragten Ingenieurdienstleister erzielt mehr als 80% ihrer Umsätze durch Kunden in der Automobilindustrie.

Bei den Kunden handelt es sich zum größten Teil um Automobilhersteller und Automobilzulieferer, während Aufträge durch andere Ingenieurdienstleister, Werk-

zeugbauer oder sonstige Unternehmen kaum erfolgen. Nur rund 29% der Ingenieurdienstleister erhalten direkte Aufträge auch durch andere Ingenieurdienstleister. Innerhalb der Wertkette ist damit eine stark vertikale Ausrichtung der Ingenieurdienstleister gegeben.

Direkt durch Automobilhersteller beauftragte Ingenieurdienstleister sind umsatzstärker als solche, die *indirekt* durch Automobilzulieferer beauftragt werden. Allerdings lässt sich nicht feststellen, dass Automobilhersteller verstärkt Komplettanbieter gegenüber Spezialanbietern einbeziehen. Die Mehrheit der Komplettanbieter erhält sogar einen überdurchschnittlichen Anteil ihrer Aufträge durch Automobilzulieferer.

Wenn die befragten Unternehmen ihre Dienstleistungen erstellen, kooperieren sie stärker mit Automobilherstellern und -zulieferern als mit anderen Ingenieurdienstleistern. Zwischen Kunden und Dienstleistern besteht also nicht nur eine Auftragsbeziehung, sondern ebenso eine enge Zusammenarbeit bei der Durchführung der externen Entwicklung.

Eine enge Zusammenarbeit mit Automobilherstellern und -zulieferern zeigt sich auch in der Umsetzung von Simultaneous Engineering. Mit anderen Ingenieurdienstleistern verfolgen die befragten Unternehmen das Konzept weniger und auch gemeinsame Entwicklungsteams werden in geringerem Ausmaß gebildet. Es ist zudem festzustellen, dass die Mehrzahl der befragten Unternehmen, die mit anderen Ingenieurdienstleistern nach der Methode des Simultaneous Engineering entwickeln, ihre Aufträge direkt durch Automobilhersteller erhalten.

Die Ergebnisse unterstützen die These einer Pyramidisierung der Wertkette zwar insofern, dass die Mehrheit großer umsatzstarker Ingenieurdienstleister *direkt* von Automobilherstellern beauftragt werden, die Mehrheit kleinerer umsatzschwacher aber von Automobilzulieferern. Beziehungen zwischen Ingenieurdienstleistern sind nur schwach ausgeprägt. Allerdings ist auch festzustellen, dass Spezialanbieter ebenso *direkt* von Automobilherstellern beauftragt werden wie Komplettanbieter. Die Beziehungen zwischen Automobilherstellern und Automobilzulieferern einerseits sowie Ingenieurdienstleistern andererseits sind durch eine starke Kooperation in der Erstellung der Dienstleistungen gekennzeichnet. Die These einer Pyramidisierung der Wertkette kann daher nur eingeschränkt angenommen werden.

7.2 Einbindung von Ingenieurdienstleistern in die Automobilentwicklung und standörtliche Organisation

Die Standortstruktur der Ingenieurdienstleister ist vor allem seit Mitte der 1990er Jahre durch den Aufbau neuer, in räumlicher Nähe zu ihren Kunden gelegener

Niederlassungen gekennzeichnet. Rund 81% der heutigen Mehrbetriebsunternehmen gründeten seit 1995 Niederlassungen am Standort ihrer Kunden.

Die Standortstruktur der befragten Unternehmen ist durch eine starke Orientierung auf die Standorte von Automobilherstellern in Deutschland zu charakterisieren. Rund 75% der Ingenieurdienstleister besitzen keine Niederlassungen im Ausland.

Ingenieurdienstleister bauen Entwicklungskapazitäten in räumlicher Nähe zu solchen Unternehmen auf, durch die sie einen Großteil ihrer Aufträge erhalten. Dies gilt jedoch für Automobilzulieferer in geringerem Maße als für Automobilhersteller. Die Standortstruktur spiegelt die fokale Ausrichtung der Ingenieurdienstleister auf die Automobilhersteller wider: Von allen befragten Unternehmen besitzen 48% Niederlassungen bei Automobilherstellern, jedoch nur 17% bei Automobilzulieferern. Nur ein Unternehmen gab an, auch bei einem anderen Ingenieurdienstleister mit einer Niederlassung vertreten zu sein.

DaimlerChrysler, Volkswagen und BMW sind mit Abstand die wichtigsten Kunden, an deren Standorten die meisten Niederlassungen aufgebaut wurden. Zugleich ist das CAD-System Catia, das diese im Gegensatz zu den US-amerikanischen Autokonzernen Ford und General Motors verwenden, am weitesten unter den Ingenieurdienstleistern verbreitet. Ausnahmen unter den Automobilzulieferern bilden Bosch, Mahle und Johnson Controls und Karmann, wo jeweils zwei Ingenieurdienstleister ebenfalls mit eigenen Büros vertreten sind. Niederlassungen bestehen fast ausschließlich bei deutschen Automobilzulieferern.

Der räumlichen Nähe zu verschiedenen Kunden messen die befragten Ingenieurdienstleister eine größere Bedeutung bei als der Nähe zu einem Hauptkunden. Es ist allerdings zu bemerken, dass an den Standorten der Automobilhersteller in der Regel auch die wichtigen Automobilzulieferer und Ingenieurdienstleister eigene Niederlassungen besitzen und damit eine Erreichbarkeit diesen gegenüber gegeben ist.

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Gründung neuer Standorte und der Beteiligung von Ingenieurdienstleistern an der Automobilentwicklung, die nach verschiedenen Dimensionen gemessen wurde: Ingenieurdienstleister, die Niederlassungen bei Kunden besitzen, führen ihre Produktentwicklung eher nach dem Konzept des Simultaneous Engineering aus, bilden häufiger gemeinsame Entwicklungsteams und weisen eine stärkere technische Vernetzung mit ihren Kunden auf als Ingenieurdienstleister, die diese räumliche Nähe nicht aufweisen. Technische Vernetzung ersetzt also nicht den häufigen regelmäßigen Kontakt und die persönliche direkte Kommunikation, die durch räumliche Nähe gegeben sind, sondern steht in einem komplementären Verhältnis zu diesen Formen des Wissensaustausches.

Der Aufbau von Niederlassungen findet sehr viel stärker bei Automobilherstellern statt als bei Automobilzulieferern. Die These eines starken Zusammenhangs zwischen der Kooperation mit Kunden und dem Aufbau von Entwicklungskapazitäten an deren Standort muss daher für die Zusammenarbeit mit Automobilzulieferern abgelehnt werden.

7.3 Aneignung von Entwicklungswissen im lokalen Kontext

Aufgrund der Dominanz vertikaler gegenüber horizontaler Beziehungen muss gefolgert werden, dass Automobilhersteller und Automobilzulieferer für Ingenieurdienstleister eine weit größere Bedeutung für Lernprozesse und den Aufbau einer organisationalen Wissensbasis besitzen als angenommen. Die Bedeutung lokaler Lernprozesse ist differenziert zu betrachten:

Lokale Beziehungen zu anderen Ingenieurdienstleistern sowie anderen Unternehmen wie zum Beispiel Werkzeugbauern werden nur in einem Fall und zu Automobilzulieferern selten aufgebaut. Lokale Nähe wird zu Automobilherstellern aufgebaut, ein bedeutendes Motiv liegt dabei darin, räumliche Nähe zu verschiedenen Unternehmen zu suchen.

Die ersten Niederlassungen bei Automobilherstellern wurden bereits im Jahr 1985 gegründet. Bei Automobilzulieferern erfolgte dieser Schritt erst im Jahr 1992 und der Aufbau der Niederlassung bei einem anderen Ingenieurdienstleister erfolgte im Jahr 2000. Aufgrund der zeitlichen Unterschiede ist anzunehmen, dass sich Ingenieurdienstleister vor allem am Standort von Automobilherstellern Erfahrungen aus der lokalen Kooperation angeeignet haben.

Mit der Befragung war es zudem möglich, Stand und Tendenzen der regionalen Konzentration von Ingenieurdienstleistern abzuschätzen und einen Vergleich der Automobilregionen vorzunehmen. Von den 58 befragten Ingenieurdienstleistern besitzen 19,0% ihren Hauptsitz an den Standorten München, Stuttgart/Sindelfingen, Rüsselsheim, Ingolstadt, Köln, Heilbronn/Neckarsulm oder Wolfsburg. Allerdings gründeten 74,1% der Unternehmen Niederlassungen an diesen Standorten. Zwischen den Standorten bestehen starke Unterschiede in der Konzentration von Niederlassungen, die zum großen Teil in den letzten 5 Jahren errichtet wurden. So haben 15 der befragten Unternehmen eine Niederlassung in Stuttgart oder Sindelfingen, 11 in Wolfsburg und 9 in München, während am Standort Rüsselsheim lediglich 2 Unternehmen Niederlassungen gründeten. Die ungleiche Konzentration gibt einen Hinweis auf verschiedenartige lokale Kontexte am Standort der Automobilhersteller, die sich durch ihre Outsourcing-Strategien unterscheiden. Eine Begründung der Unterschiede kann jedoch erst durch qualitative halbstrukturierten Interviews sowie

der Gespräche mit Automobilherstellern, die als „fokale“ Unternehmen die Wertkette der Automobilentwicklung steuern, gegeben werden.

Es bestehen vielfältige Formen der standörtlichen Zusammenarbeit zwischen Ingenieurdienstleistern und Kunden. Zwar arbeiten die jeweiligen Niederlassungen bei Kunden immer mit diesen zusammen. In vielen Fällen erfolgt eine Bereitstellung von Dienstleistungen jedoch auch durch zentrale Entwicklungseinrichtungen oder andere Niederlassungen der Ingenieurdienstleister.

Fast alle befragten Unternehmen betreiben eine unternehmensinterne standortübergreifende Zusammenarbeit in der Dienstleistungserstellung. Relativ selten wechseln dabei Ingenieure zwischen verschiedenen Niederlassungen des Unternehmens. Eine technische Zusammenarbeit erfolgt durch die Nutzung gemeinsamer (Wissens-) Datenbanken. Besonders häufig allerdings gaben die Unternehmen an, spezifisches Know-how an einzelnen Niederlassungen ihrer Organisation zu nutzen.

Der These des Aufbaus eigener lokaler Wissensnetze kann nur eingeschränkt zugestimmt werden. Ingenieurdienstleister eignen sich neue Kompetenzen in erster Linie durch Beziehungen zu Automobilherstellern und -zulieferern an. Horizontale Beziehungen spielen eine untergeordnete Rolle. Lokale Kontexte sind daher in erster Linie bestimmt durch die jeweils *fokalen* Unternehmen. Die Ingenieurdienstleister betreiben aber auch eine unternehmensinterne standortübergreifende Arbeitsteilung, bei der sie jeweils spezifisches Wissen der Niederlassungen nutzen und zusammenführen. Eine nähere Analyse lokaler und nicht-lokaler Prozesse der Verknüpfung von Wissen erfordert jedoch eine vertiefte qualitative empirische Erhebung.

8 Literaturverzeichnis

- Aney, Th. (2000): Wachsender Markt für Dienstleister in der Automobilbranche, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung 11.10.2000, S. 83.
- Automobil Industrie (1998): Wer bietet was? November 1998, S.24-34.
- Automobil Industrie (2001): Marktübersicht Engineering-Dienstleister, November 2001, S. 44-48.
- Automobil-Entwicklung (1994): Gefragte Spezialisten, November 1994, S. 108-109.
- Automobil-Entwicklung (1995): Der Markt boomt. AE-Marktbild: Externe Entwickler für die Automobilindustrie, November 1995, S. 108-109.
- Automobil-Entwicklung (1999): Turbulentes Geschäft, Januar 1999, S. 38-40.
- Automobil-Entwicklung (2000): Boom ohne Ende? Marktbild: Externe Entwickler für die Automobilindustrie, Juli 2000, S. 96-99.
- Automobil-Produktion (1998): FuE-Outsourcing, August 1998, S. 8.
- Automotive Engineering Partners (1998): Das Outsourcing geht weiter, H. 1/1998, S. 4-6.
- Automotive Engineering Partners (1998a): Marktübersicht: Rapid Prototyping und Rapid Tooling: Die Anbieter, H. 4/1998, S. 18-19.
- Automotive Engineering Partners (1999): Konzentrationsprozesse und Plattformstrategien in der Automobilindustrie, H. 5/1999, S. 45-51.
- Automotive Engineering Partners (2001): Engineering-Dienstleister auf neuen Wegen, H. 1/2001, S. 4-8.
- Bernhardt, W./Bock, F. (1999): Knowledge Management – Kernkompetenz im Wettbewerb, in: H. Wolters / R. Landmann / W. Bernhardt et al. (Hrsg.) (1999): Die Zukunft der Automobilindustrie. Herausforderungen und Lösungsansätze für das 21. Jahrhundert, Wiesbaden, S. 169-188.
- Bertrandt (2001): Geschäftsbericht 2000/2001, www.bertrandt.de, Ehningen.
- Beyse, C u. Möll, G. (2000): Die Achillesferse der Massenproduktion. Probleme arbeitsteiliger Entstehungsprozesse von komplexen Produkten am Beispiel der Automobilherstellung, in: WSI Mitteilungen, 2000, S. 123-133.
- Blöcker, A. (2000): Reorganisationsmuster von Forschung und Entwicklung in der Automobilindustrie am Beispiel von BMW, Mercedes-Benz und Volkswagen. Ein Beitrag zum Wandel von Innovationssystemen, Aachen.

- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (1999): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht. Berlin.
- Calabrese, G. (2000): Reorganizing the Product and Process Development of an Italian Car Manufacturer, in: Jürgens, U. (Hrsg.)(2000): New product development and production networks. Global industrial experience, Berlin u.a., S. 225-258.
- Calabrese, G. (2001): R&D globalization in the car industry, Int. J. of Automotive Technology Management 1 (1), S. 145-159.
- Caputo, M. u. Zirpoli, F. (2002): Supplier involvement in automotive component design: outsourcing strategies and supply chain management, International Journal of Technology Management, 23 (1/3), S. 129-154.
- Daniels, P.W. u. Moulaert, F. (Hrsg.)(1991) The Changing geography of advanced producer services: theoretical and empirical perspectives, London u. New York.
- Dresdner Kleinwort Benson (1998): Bertrandt, Frankfurt.
- Dürand, D. (1999): Lizenz zum Gelddrucken, in: Wirtschaftswoche, Nr. 4, S.66-67.
- Ehrig, K. (1999): Automobil-Zulieferer in Deutschland 1999/2000, Landsberg.
- Feige, A. u. Crooker, R. (1999): Die Erfolgsfaktoren im Produktentstehungsprozess des 21. Jahrhunderts: Innovation und Engineering Execution, in: Wolters, H., Landmann, R., Bernhardt, W. u.a. (Hrsg.)(1999): Die Zukunft der Automobilindustrie. Herausforderungen und Lösungsansätze für das 21. Jahrhundert, Wiesbaden, S. 41-60.
- Forsgren, T. (1999): Neuorientierung bei der Konzeption von Automobilen, in: Hünerberg, R., Heise, G. u. Hoffmeister, M. (Hrsg.) (1995): Internationales Automobilmarketing. Wettbewerbsvorteile durch marktorientierte Unternehmensführung, S. 241-259.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ)(1997): Wo Smart draufsteht, ist nicht nur Smart drin, 13.02.1997.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ)(1998): Mit neuen Technologien kommen Innovationen schneller auf den Markt, Nr. 282, 04.12.1998, S. 28.
- Geißler, H. (1999): Standardisierung und Entstandardisierung von Wissen als Aufgabe von Wissensmanagement, in: Projektgruppe Wissenschaftliche Beratung (Hrsg.) (1999): Organisationslernen durch Wissensmanagement, Frankfurt (Betriebliche Bildung; 9), S. 39-63.
- Gerhardt, A. u. H. Schmied (1996): Externes Simultaneous Engineering. Der neue Dialog zwischen Kunde und Lieferant, Berlin u.a.

- Gilly, J.-P. u. Torre, A. (2000): Proximity Relations: Elements for an Analytical Framework, in: Green, M. B. u. McNaughton, R.B. (Hrsg.(2000): Industrial Networks and Proximity, Aldershot u.a., S. 1-16.
- Gmeiner, T. (1997): Innovationsmanagement mit Teamstrukturen. Führung und Organisation interdisziplinärer Teams bei technologieorientierten Produktinnovationen, Aachen.
- Hanckè, B. (1997): Vorsprung, aber nicht länger (nur) durch Technik. Die schnelle Anpassung der deutschen Automobilindustrie an neue internationale Wettbewerbsbedingungen, in: D. Soskice / B. Hanckè / U. Jürgens (Hrsg.) (1997): Ökonomische Leistungsfähigkeit und institutionelle Innovation: das deutsche Produktions- und Politikregime im globalen Wettbewerb, Berlin (WZB Jahrbuch), S. 213-234.
- Handelsblatt (2000): VW hebt mittelfristige Investitionsplanung an, 24.11.2000.
- Hausmann, U. (1996): Innovationsprozesse von produktionsorientierten Dienstleistungsunternehmen und ihr räumlich-sozialer Kontext, St. Gallen.
- Hippel, v. E. (1994) "Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation, Management Science 40(4), S. 429-439.
- Hupfer, P. (1998): Die neue Rolle der Ingenieurdienstleister in der verkürzten Modellentwicklung, Automotive Engineering Partners, 1, H. 4, S. 52-57.
- Illeris, S. (1996): The Service Economy. A Geographical Approach, Chichester u.a.
- Jürgens, U. (Hrsg.)(2000a): New product development and production networks. Global industrial experience, Berlin u.a., S. 259-287.
- Jürgens, U. (2000b): Toward New Product and Process Development Networks: The Case of the German Car Industry, in: Jürgens, U. (Hrsg.)(2000a): New product development and production networks. Global industrial experience, Berlin u.a., S. 259-287.
- Krebs, M. (1998): Organisation von Wissen in Unternehmungen und Netzwerken, Wiesbaden.
- Laigle, L. (1996): New relationships between suppliers and car makers: Towards development co-operation (Eunit Discussion Paper 2).
- Lincke, W. (1995): Simultaneous engineering in der Automobilindustrie, in: Meinig, W. u. Mallad, H. (Hrsg.) (1995): Markt für Mobilität, Bamberg (2. Automobilwirtschaftliches Symposium), S. 315-349.
- Lullies, V. (2000): Knowledge Management is the key prerequisite for the improvement of new product and process development, in: Jürgens, U. (Hrsg.)

- (2000a): New product development and production networks. Global industrial experience, Berlin u.a., S. 427-439.
- Manager-Magazin (2002): Software Marke Eigenbau, 11.12.2002, www.manager-magazin.de
- Nonaka, I. u. Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen, Frankfurt am Main.
- Polanyi, M. (1985) Implizites Wissen, Frankfurt am Main.
- Reeg , M. (1998): Liefer- und Leistungsbeziehungen in der deutschen Automobilindustrie. Strukturelle Veränderungen aus unternehmerischer und wirtschaftspolitischer Sicht, Berlin (Volkswirtschaftliche Schriften; 482).
- Rentmeister, B. (1999): Wissensintensive Dienstleister in der Automobilentwicklung, Arbeitsbericht SFB 403 AB-99-27, Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie, Universität Frankfurt am Main.
- Rentmeister, B. (2001): Vernetzung wissensintensiver Dienstleister in der Produktentwicklung der Automobilindustrie, in: Esser, J. u. Schamp, E.W. (Hrsg.)(2001): Metropolitane Region in der Vernetzung, Frankfurt am Main, S. 154-180.
- Roehl, H. (1999): Kritik des organisationalen Wissensmanagements, in: Projektgruppe wissenschaftliche Beratung (Hrsg.) 1999: Organisationslernen durch Wissensmanagement, Frankfurt am Main (Betriebliche Bildung; 9), S. 13-37.
- Rücker AG (2002): Geschäftsbericht 2001, www.ruecker.de, Wiesbaden.
- Sako, M. u. Murray, F. (2000): Modules in Design, Production and Use: Implications for the Global Automotive Industry, International Motor Vehicle Program (IMVP) Annual Sponsors Meeting, 5-7 October 1999, Cambridge Massachusetts.
- Schmittbetz, M. (1998): Digital mock-up kappt Konstruktionszeiten, in: VDI-Nachrichten, Nr. 11, S. 24.
- Schumann, M. (1997): Die deutsche Automobilindustrie im Umbruch, in: WSI-Mitteilungen 1997, S. 217-227.
- Starbuck, W. H. (1992): Learning by knowledge-intensive firms, in: Journal of Management Studies 29 (6), S. 713-740.
- Strambach, S. (1999): Wissensintensive unternehmensorientierte Dienstleistungen im Innovationssystem von Baden-Württemberg - am Beispiel der Technischen Dienste, (= Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Arbeitsbericht 133) Stuttgart.

- Sydow, J. u. Well, B. v. (1996): Wissensintensiv durch Netzwerkorganisation. Strukturierungstheoretische Analyse eines wissensintensiven Netzwerkes, in: Schreyögg, C. (Hrsg.) (1996): Wissensmanagement, Berlin u. Hamburg (Managementforschung; 6), S. 191-234.
- SV-Wissenschaftsstatistik (Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Hrsg.)(2000): FuE-Datenreport 2000. Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1996-2000. Bericht über die FuE-Erhebungen 1998 und 1999.
- SV-Wissenschaftsstatistik (Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Hrsg.)(2001): FuE-Datenreport 2001. Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1999-2000. Bericht über die FuE-Erhebungen 1999.
- SV-Wissenschaftsstatistik (Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Hrsg.)(2002): Statement anlässlich der Pressekonferenz „FuE in der Wirtschaft“ am 20. Februar 2002 in Berlin.
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2000): Auto 2000, Frankfurt (= VDA-Jahresbericht).
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2002): <http://www.vda.de/de/aktuell/statistik>
- VDI-Nachrichten (1998): Pkw-Entwicklung im Wandel, Nr. 28, 10.07.1998, S. 14.
- VDI-Nachrichten (1999): Das Auto wird zur Kommunikationsplattform, 06.08.1999 www.vdi-nachrichten.de
- Wolters, H. (1999): Systeme – Revolution in der Beschaffung, in: H. Wolters / R. Landmann / W. Bernhardt et al. (Hrsg.) (1999): Die Zukunft der Automobilindustrie. Herausforderungen und Lösungsansätze für das 21. Jahrhundert, Wiesbaden, S. 61-74.
- Zimmer, W. (1996): Simultaneous Engineering als industrielle Dienstleistung im Outsourcing, in: Töpfer, A. u. Mehdorn, H. (Hrsg.) (1996): Industrielle Dienstleistungen: Servicestrategie oder Outsourcing ?, Neuwied et al., S.71-89.

IWSG Working Papers

- 10-1999 **Harald Bathelt:** Technological change and regional restructuring in Boston's Route 128 area
- 12-1999 **Johannes Glückler:** Management consulting – structure and growth of a knowledge intensive business service market in Europe
- 02-2000 **Sam Ock Park:** Knowledge-based industry and regional growth.
- 10-2000 **Michael H. Grote:** Frankfurt – An Emerging International Financial Centre.
- 11-2000 **Eike W. Schamp, Heike Bertram, Johannes Glückler:** Die Südwestpfalz: Umstrukturierung durch erfolgreiche Unternehmen – Ergebnisse einer Lehrstudie.
- 12-2000 **Jacob Songsore:** Urbanization and health in Africa: Exploring the interconnections between poverty, inequality and the burden of disease.
- 02-2001 **Harald Bathelt und Katrin Griebel:** Die Struktur und Reorganisation der Zulieferer- und Dienstleisterbeziehungen des Industriepark Höchst (IPH).
- 06-2001 **Harald Bathelt:** The Rise of a New Cultural Products Industry Cluster in Germany: The Case of the Leipzig Media Industry.
- 07-2001 **Daniela Schmitt.** Offene Immobilienfonds – Der Immobilienbestand ausgewählter offener Fonds im Jahre 1999 und seine Veränderungen seit 1984.
- 11-2001 **Johannes Glückler:** Internationalisierung der Unternehmensberatung – Eine Exploration im Rhein-Main-Gebiet.
- 12-2002 **Bernd Rentmeister:** Einbindung und standörtliche Organisation von Ingenieurdienstleistern in der Automobilentwicklung.