Technology and Innovation Management at Hamburg University of Technology

Working Paper

Innovationspfade in der deutschen Automobilzulieferindustrie: Eine Untersuchung aus der Frugalitätsperspektive

Stephan Bergmann & Rajnish Tiwari

Mai 2017
Working Paper / Arbeitspapier Nr. 97

Hamburg University of Technology (TUHH)

Institute for Technology and Innovation Management

Am Schwarzenberg-Campus 4
D-21073 Hamburg

Tel.: +49 40 42878 3777
Fax: +49 40 42878 2867

stephan.bergmann@tuhh.de
www.tuhh.de/tim

Abstract

Frugale Innovationen werden oftmals in Verbindung mit Schwellenländern genannt, jedoch zeigen erste Studien, dass diese auch zunehmend an Relevanz in Industrienationen gewinnen. In diesem Arbeitspapier präsentieren wir die Ergebnisse verschiedener, durchgeführter Teilstudien zur Analyse der Innovationspfade in der deutschen Automobilzulieferindustrie und erläutern die Bedeutung frugaler Innovationen für die deutsche Automobilzulieferindustrie. Die deutsche Zulieferindustrie zeichnet sich insbesondere durch intensive Aktivitäten in den Bereichen Innovation sowie Forschung und Entwicklung aus. Der erste Teil der Forschungsarbeit beinhaltet eine umfangreiche Literaturanalyse und befasst sich mit der Durchführung von sechs Fallstudien sowie einer Patentanalyse zur Bestimmung der Innovationspfade und prägender Innovationsmerkmale. Die Fallstudien und die Patentanalyse beziehen sich auf den untersuchten Zeitraum von 2010 bis 2015. Der zweite Teil der Forschungsarbeit befasst sich mit der Validierung der Ergebnisse durch semistrukturierte Interviews. Hierzu wurden neun Experten mit insgesamt sechs unterschiedlichen Hintergründen befragt. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen wichtige Einflussfaktoren auf die Innovationsaktivitäten auf und deuten darauf hin, dass die Frugalität in der deutschen Automobilzulieferindustrie eine durchaus wichtige Rolle einnimmt. Insbesondere sind hierbei die Erschwinglichkeit und die einfachere Gestaltung der Komponenten zu nennen. Die Aussagen der interviewten Industrieexperten stimmen mit diesen Ergebnissen überein und weisen auf das beachtliche Potential frugaler Innovationen in der deutschen Zulieferindustrie hin.

Keywords: Innovationspfade, Frugale Innovation, Fallstudien, Patentanalyse, Automobilindustrie

1 Einführung

Innovationen sind unter anderem Treiber der Wirtschaft und der Entwicklung der Gesellschaft (Gopalakrishnan und Damanpour 1997; Nelson und Rosenberg 1998). Organisationen investieren in Forschung- und Entwicklung (F&E), um neue und bereits vorhandene Informationen zu analysieren und mögliche Chancen zu entdecken (Cohen und Levinthal 1989). Die Innovationsaktivitäten sollten dabei nach Kline und Rosenberg (1986) und Goffin et al. (2009) zwei treibende Kräfte berücksichtigen. Zum einen sind das die kontinuierlichen Marktveränderungen, wie Einkommensveränderungen und demographische Verteilung, und zum anderen der technologische Fortschritt, welcher neue Möglichkeiten bei der Gestaltung von Produkten oder Dienstleistungen schafft. Die Globalisierung von F&E-Aktivitäten ist dabei von großer Bedeutung (Gerybadze und Reger 1999). F&E-Zentren werden hierbei vermehrt in Ländern wie Indien und China geschaffen (Gassmann et al. 2014). Auch die Internationalisierung in der deutschen Automobilzulieferindustrie spielt eine entscheidende Rolle für den wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmen, insbesondere für mittelgroße Zulieferer (IKB 2014).

Die Automobilindustrie befindet sich in einem dynamischen Wandel. Durch den aufstrebenden Automobilmarkt in Schwellenländern, speziell Indien und China, begann sich innerhalb der letzten Jahrzehnte der Fokus der Automobilindustrie und deren Produktionsstätten in Richtung Fernost zu verschieben (Bratzel et al. 2015). Die Schwellenländer weisen oftmals eine große Schicht an nicht erreichten Kunden im mittleren bis unteren Marktsegment auf (Prahalad 2004). Diese unerreichten Kundenbedürfnisse können durch frugale Innovationen erfüllt werden.

Die Unternehmen der Industrienationen hingegen, unter anderem auch die der deutschen Automobilzulieferindustrie, sind

bekannt für ihren Entwicklungsschwerpunkt auf High-Tech Produkte. Bisher wurden frugale Innovationen oft in Zusammenhang mit Schwellenländern genannt (Zeschky et al. 2014; Tiwari et al. 2016b). Jedoch deuten erste Studien darauf hin, dass Innovationskonzepte, wie frugale Innovationen, zukünftig auch in Industrienationen Anwendung finden und mögliche Lösungsansätze auf unterschiedlichen Ebenen darstellen könnten (Tiwari et al. 2016a; Bergmann und Tiwari 2016).

Weyrauch und Herstatt (2016) definieren hierbei frugale Innovationen anhand von drei Hauptkriterien. Frugale Innovationen zeichnen sich dabei durch eine erhebliche Kostenreduktion und einen Fokus auf die angedachte Kernfunktionalität aus. Das dritte Kriterium ist eine optimierte Leistung im Hinblick auf den Anwendungszweck und die lokalen Gegebenheiten (Weyrauch und Herstatt 2016).

Innovationspfade beschreiben die Aktivitäten entlang eines technologischen Fortschritts und somit das Muster des normalen Problemlösungsprozesses (Dosi 1982). Mittra et al. (2015, S. 181) definieren Innovationspfade wie folgt:

"[…] product development pathways (defined as the full range of activities required to bring a product from conception to end use, including design, production, marketing, distribution and support to the final consumer)"

Das Konzept der Innovationspfade bezieht sich auf das Konzept der technologischen Pfadabhängigkeit (Arthur 1988; Meyer 2016). Bei dem Modell der Pfadabhängigkeit geht es um die Entwicklung eines Pfades, aufgrund einer Menge an Kaufentscheidungen des Kunden (Meyer 2016).

Die zukünftigen Innovationsaktivitäten von Firmen stehen in starker Relation zu den vorherigen Aktivitäten, da die Fähigkeit, Neues zu entwickeln, oft maßgeblich von vorangegangenen Aktivitäten beeinflusst werden (Dosi et al. 1988, S. 225).

Innovationen im Allgemeinen lassen sich unter anderem in zwei Arten klassifizieren. Zum einen können nach Mortensen und Bloch (2005) Innovationen anhand ihrer Art klassifiziert werden. Mortensen und Bloch (2005) beschreiben Innovation als die Einführung eines neuen oder signifikant besseren Produktes/Services oder Prozesses oder einer neuen Marketingmethode oder einer Innovation, die die Organisationsabläufe verbessert (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1 Innovationsarten[1]

Zum anderen kann eine weitere Klassifizierung von Innovationen anhand des Neuheitsgrades erfolgen. Die Unterteilung von Innovationen anhand des Neuheitsgrads erfolgt in drei Klassen. Das Minimum hierbei ist eine Innovation, die lediglich neu für das jeweilige Unternehmen ist. Weiterhin können Innovationen auch neu für den jeweiligen Markt oder gar für die ganze Welt sein (Mortensen und Bloch 2005).

Ein weiteres Konzept, nach Norman und Verganti (2014), beschreibt Innovationen anhand der zwei Dimensionen Technologieänderung („technology change") und Bedeutungsänderung („meaning change"). Abbildung 2 zeigt die zwei mal zwei Matrix

[1] *[Quelle: Mortensen und Bloch 2005, S. 57]*

mit den Dimensionen der Technologie- und Bedeutungsänderung.

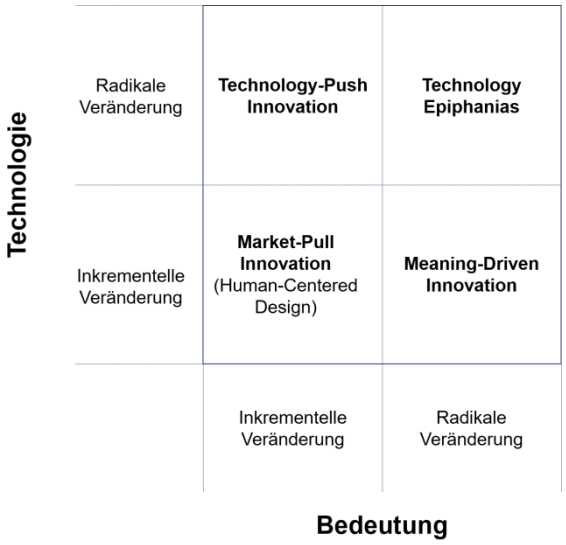

Abbildung 2 Matrix Technologie- und Bedeutungsänderung[2]

Die x-Achse beschreibt dabei die Bedeutung der Innovation, ob es sich um eine inkrementelle oder radikale Veränderung handelt. Die y-Achse beschreibt die Technologieänderung der Innovation, ob diese inkrementell oder radikal ist. Daraus ergeben sich die folgenden Innovationstypen:

- ***Technology-Push Innovation*** sind vom Grad der Technologieveränderung radikal, jedoch verändern sie die Bedeutung der bisherigen Innovationen nur inkrementell. Ein Beispiel wäre die Entwicklung des Farbfernsehers (Norman und Verganti 2014). Technology-Push Innovationen werden durch die Technologie-entwickler, Firmen und andere Organisationen getrieben und beruhen nicht auf dem Einfluss des Nutzers/Kunden (Dosi 1982).
- ***Technology Epiphanias*** steht für Innovationen, die sowohl die Bedeutung des Produktes neu definieren als auch aus technologischer Sicht eine radikale Veränderung darstellen. Norman und Verganti (2014) nennen die Nintendo Wii als ein Beispiel für diese Art der Innovation. Zum einen stellte die Wii mit der Gestensteuerung eine neue Technologie dar, zum anderen veränderte sie auch den gesamten Kontext, da durch die Wii Spiele für jedermann geboten wurden, die zudem mit dem ganzen Körper gesteuert werden konnten (Norman und Verganti 2014).
- ***Market-Pull Innovation*** (Human-Centered Innovation) haben ihren Ursprung in dem Bedürfnis des Kunden und erfüllen dieses (Norman und Verganti 2014).
- ***Meaning-Driven Innovation*** sind oftmals auf einen soziokulturellen Umbruch in der Gesellschaft zurück-zuführen. Ein Beispiel hierfür ist der Minirock der in den 1960er Jahren erfunden wurde. Bei dieser Entwicklung war keine neue Technologie involviert, aber er symbolisierte einen radikalen Umbruch in der Gesellschaft und zwar die Freiheit der Frauen (Norman und Verganti 2014).

Einflussfaktoren auf die Innovationsaktivitäten werden in die vier Kategorien Umfeld/Kontext (z.B. Firmenprofil), Strategie (z.B. Forschungs- und Entwicklungsbudget), Übersicht externer Informationen (z.B. Scannen externer Informationen) und Organisation (z.B. technische Kompetenz) unterteilt (Souitaris 2002).

Ziel dieses Arbeitspapiers ist es, die Innovationspfade in der deutschen Automobilzulieferindustrie zu analysieren und die potentielle Bedeutung frugaler Innovationen in dieser zu erforschen.

Im Folgenden werden in Abschnitt 2 der verfolgte Forschungsansatz, der mit den

[2] [*Quelle: Norman und Verganti (2014)*]

theoretischen Grundlagen die Basis für diese Arbeit bildet, vorgestellt. In Abschnitt 3 und 4 werden die Ergebnisse dieser Arbeit vorgestellt, ehe in Abschnitt 5 und 6 die Diskussion der Ergebnisse und die Implikationen folgen.

2 Forschungsansatz

Im Rahmen dieses Kapitels werden die angewandte Methodik, Innovationspfade und weitere Einflussfaktoren beleuchtet.

Angewandte Methodik

Zur Erforschung der Innovationspfade und der Bedeutung frugaler Innovationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie dienen sechs durchgeführte Fallstudien als Grundlage. In diesen Fallstudien wurden die Innovationsaktivitäten von sechs deutschen Automobilzulieferern analysiert. Eine Fallstudie ist eine Methodik zur Untersuchung eines komplexen Phänomens in seinem Kontext (Baxter und Jack 2008). Fallstudien werden nach Yin (2013) durchgeführt, wenn „(a) der Fokus der Studie ist ‚wie' und ‚warum' Fragen zu beantworten; (b) wenn das Verhalten der Involvierten nicht beeinflussbar ist; (c) wenn kontextuale Verbindungen für das Phänomen unter Beobachtung relevant sind; oder (d) die Grenzen zwischen dem Kontext und Phänomen nicht eindeutig sind".

Die sechs Automobilzulieferer, die mithilfe von Fallstudien analysiert wurden, sind die Robert Bosch GmbH, die Continental AG, die Mahle Gruppe, die Hella Hueck KG, die Schaeffler AG und die ZF Friedrichshafen. Die Auswahl wurde anhand der Verfügbarkeit der öffentlich zugänglichen Daten und anhand des Umsatzvolumens getroffen. Es wurden nur Automobilzulieferer ausgewählt, deren Umsatz im Jahr 2015 im Bereich der zehn umsatzstärksten Unternehmen der Automobilzulieferindustrie lag. Im Rahmen der Fallstudien wurden die öffentlich zugänglichen Informationen (z.B. Geschäftsberichte) der sechs Unternehmen für den Zeitraum von 2010 bis 2015 untersucht. Anschließend wurde eine Patentanalyse durchgeführt. Die Patentanalyse ist ein geeignetes Tool zur Wettbewerbs- und Technologieanalyse (Daim et al. 2006). Ein Patent ist ein öffentlich zugängliches Dokument, welches dem Anmelder ein exklusives Nutzungsrecht, für ein Produkt oder einen Prozess, für einen vordefinierten Zeitraum gewährt. Die Entscheidung über die Patentfähigkeit eines Antrages wird durch eine staatliche Einrichtung, in Deutschland das Deutsche Patent- und Markenamt, getroffen (Griliches 1990). Patente dienen in Entwicklungsabteilung als Informationsquelle für die Wettbewerbsposition, den aktuellen Stand der Technik und als Grundlage, um möglichen Rechtsstreit zu vermeiden (Daim et

Hintergrund	Anzahl der Experten
Automobilzulieferer	3
Verbände	2
Automobilhersteller	1
Dienstleistungsunternehmen	1
Consulting	1
Forschung	1

Tabelle 1 Hintergrund der Interviewpartner

al. 2006). Das Motiv zur Anmeldung eines Patents ist vor allem durch positive wirtschaftliche oder technische Aspekte getrieben (Basberg 1987). Im Rahmen dieser Studie wurden dabei zunächst die allgemeinen Patentdaten (Publikationstrend, Top-Hauptgruppen) der ausgewählten Zulieferer für den Zeitraum von 2010 bis 2015 analysiert. Anschließend wurden ausgewählte Patenthauptgruppen aus dem Bereich Maschinenbau auf vordefinierte Schlüsselwörter untersucht.

Zur Validierung der Ergebnisse wurden semistrukturierte Interviews durchgeführt. Semistrukturierte Interviews geben offene Fragen und eine gewisse Struktur vor (Leech 2002). Die Interviewteilnehmer sollten eine gewisse Expertise auf dem Studiengebiet aufweisen, sodass eine qualifizierte Antwort abgegeben werden kann (Horton et al. 2004). Das Interview sollte in dem Sinne gestaltet werden, dass die erste Frage dem Teilnehmer leichtfällt und dieser in einen Redefluss kommt. Im späteren Verlauf des Interviews können daraufhin spezifischere Fragen gestellt werden (Leech 2002). Die erste Frage wird nach Spradley (2016) „Grand Tour Question" genannt und sollte dem Interviewteilnehmer leicht zu beantworten sein. Ein weiteres Element eines semistrukturierten Interviews sind Beispielfragen, die den Teilnehmer nach genaueren Hintergründen eines bestimmten Phänomens fragen. Prompts, die weiterführende, kürzere Fragen darstellen, um von dem Teilnehmer weitere Informationen zu bekommen, sind ebenso Bestandteil semistrukturierter Interviews. Eine grundsätzliche Regel ist es dem Interviewten Raum zum Sprechen zu geben und diesen durch die vordefinierten Fragen und Anregungen zu begleiten und zu kontrollieren, so dass der Gesprächsinhalt weiterhin themenbezogen bleibt (Leech 2002). Es wurden neun Experten mit sechs unterschiedlichen Hintergründen befragt (siehe Tabelle 1). Die Interviewdauer betrug zwischen 30 und 45 Minuten. Den Experten wurden fünf Fragen zur Thematik des Innovationsverhaltens in der Zulieferindustrie und zur Bedeutung von frugalen Innovationen in dieser gestellt.

Innovationspfade und Einflussfaktoren

Verschiedene Akteure gestalten aktiv, im Kollektiv oder individuell, Innovationspfade oder tragen maßgeblich zur Entstehung und Stabilisierung dieser bei (Garud und Karnøe 2001; Meyer 2016). Eine stabile Umwelt, die die Entstehung eines technologischen Innovationspfades begünstigt, besteht aus mehreren Akteuren (Meyer 2016). Abbildung 3 zeigt eine Übersicht der relevanten Akteure mit Einfluss auf die Entstehung und Stabilisierung von

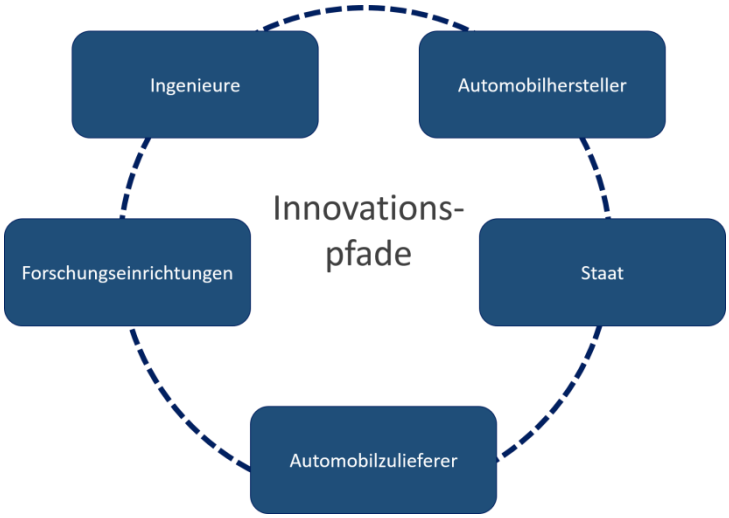

Abbildung 3 Akteure in der Automobilzulieferindustrie

Innovationspfaden in der Automobilzulieferindustrie. Die fünf Akteure sind Automobilzulieferer und Automobilhersteller und deren Ingenieure als Individuen, der Staat und Forschungseinrichtungen, wie zum Beispiel Universitäten. Automobilhersteller sind aufgrund Ihrer Größe als Organisation und ihrer Entscheidungsfähigkeit, welche Bau- und Einzelteile in ein Fahrzeug integriert werden sollen, sehr dominant im Einfluss auf Innovationspfade in ihrer Industrie. Sie tragen ihre Vision in andere Organisationen und versuchen diese mit zu beeinflussen. Unter anderem fördern Automobilhersteller auch Forschungsprojekte, um auch in die Forschung ihre Vorstellung zu tragen (Meyer 2016). Die Innovationen auf dem Gebiet der Technologie der Fahrassistenzsysteme werden hingegen primär durch die Zulieferer getrieben, da diese ein Eigeninteresse des Verkaufs verfolgen (Meyer 2016). Der Staat und Forschungseinrichtungen können Innovationspfade durch Forschungsprojekte und Berichte, sowie Gesetzesänderungen und Kampagnen mitgestalten. Insbesondere Automobilzulieferer profitieren durch Gesetzesänderungen, die vorschreiben, dass bestimmte Systeme serienmäßig im Auto enthalten sein müssen. Für Hersteller bedeutet dies, dass Systeme, die gesetzlich vorgeschrieben sind, nicht mehr als Sonderausstattung aufgeführt werden dürfen (Meyer 2016).

Ein weiterer Akteur, der Einfluss auf die Entstehung und Entwicklung von Innovationspfaden hat, ist die Gruppe der Ingenieure. Ingenieure üben durch ihr Verhalten eine stabilisierende und selbstverstärkende Dynamik aus, da sie ihre Vorstellung über Ihre Netzwerke verbreiten und vor allem aus der Verflechtung ihrer Unternehmen mit Hochschulen, ihre Vorstellung in diese hineintragen. Ihre Vorstellung wird an die zukünftigen Ingenieure weitergetragen und somit verfestigt sich der jeweilige Innovationspfad (Meyer 2016).

Ein weiterer Einflussfaktor, der im direkten Zusammenhang mit den Ingenieuren steht, ist die Kultur des Landes der Ingenieure. Der kulturelle Hintergrund wird durch verschiedene Studien als möglicher Einflussfaktor genannt (Souitaris 1999). Mit diesem Hintergrund werden im Folgenden die kulturellen Dimensionen Deutschlands nach Hofstede (2016) beleuchtet:

Die erste Dimension ist die Machtdistanz („Power Distance“). Sie zeigt eine geringe Ausprägung auf. Dies lässt darauf schließen, dass in Deutschland Macht relativ gleichmäßig verteilt ist. Mitbestimmung und aktive, direkte Beteiligung in Meetings, sind typische Faktoren der deutschen Gesellschaft. Führungspersönlichkeiten sollten sich durch Expertise ausweisen.

Die zweite Dimension ist der Individualismus („Individualism“). Diese Dimension weist eine starke Ausprägung auf. Selbstverwirklichung jedes Individuums ist eines der größten Ziele, das von der deutschen Gesellschaft akzeptiert wird. Ehrlichkeit und ein gewisser Grad an Loyalität sind weitere Eigenschaften, die die deutsche Kultur prägen.

Die dritte Dimension, die Maskulinität („Masculinity“), beschreibt, inwieweit eher „männliche“ oder „feminine“ Werte eine nationale Kultur prägen. Deutschland ist nach Hofstede eine eher maskulin geprägte Gesellschaft, in der Wettbewerb und Erfolg einem großen Wert beigeschrieben wird.

Ungewissheitsvermeidung („Uncertainty Avoidance“) ist die vierte Dimension nach Hofstede. Die deutsche Gesellschaft tendiert hierbei Ungewissheiten zu vermeiden und geht folglich auch selten ein hohes Risiko ein.

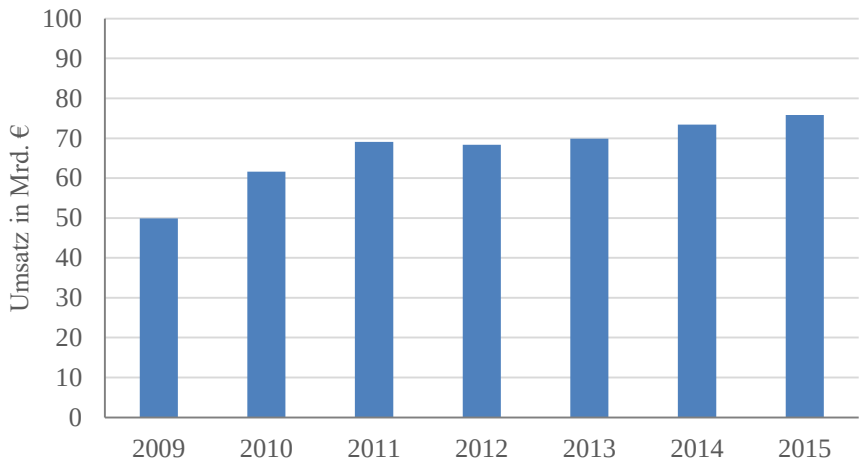

Abbildung 4 Deutsche Automobilzulieferindustrie Umsatzentwicklung 2009 bis 2015[3]

Langfristige Ausrichtung („Long Term Orientation"), die fünfte Dimension nach Hofstede, weist in Deutschland eine starke Ausprägung auf. Die Gesellschaft zeichnet sich durch einen pragmatischen Denkansatz aus und die Fähigkeit, Traditionen unter gegebenen Umständen anzupassen. Fortschrittliche Bildungsansätze und die Stärkung der Wirtschaft werden durch die Gesellschaft vorangetrieben.

Die letzte und sechste Dimension nach Hofstede ist die Nachgiebigkeit („Indulgence"). Die deutsche Kultur ist geprägt von einem geringen Grad an Nachgiebigkeit und tendiert zur Beherrschung. Freizeit hat nicht die oberste Priorität und persönliche Verlangen werden oft unterdrückt. Dieser kulturelle Hintergrund deutscher Ingenieure könnte aufgrund der langfristigen Ausrichtung einen weiteren positiven Einfluss auf eine selbstverstärkende Wirkung von Innovationspfaden haben.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der verschiedenen Teilstudien werden im Folgenden präsentiert. Dabei wird zwischen den Ergebnissen der einzelnen Studien (Fallstudien, Patentanalyse und semistrukturierten Interviews) unterschieden.

Deutsche Automobilzulieferindustrie

Automobilzulieferer versorgen die Firmen der Automobilindustrie mit den benötigten Bau- oder Einzelteilen zur Herstellung von Fahrzeugen, die in der Automobilindustrie aus diversen Gründen nicht in Eigenproduktion hergestellt werden. Die Produktpalette der Automobilzulieferer reicht dabei von kleinen metallischen Bauteilen bis hin zu elektronischen Gesamtsystemen, wie zum Beispiel Fahrassistenzsysteme. Die deutsche Automobilzulieferindustrie verzeichnete im Jahr 2015 einen Gesamtumsatz von 75,8 Milliarden Euro (siehe Abbildung 4). Das Umsatzniveau vor der Wirtschaftskrise 2009 konnte im Jahr 2015 wieder erreicht werden. Die deutschen Automobilzulieferer stehen vor der Herausforderung wachsender Konkurrenten aus aufstrebenden Märkten wie China. Im Jahr 2000 wurden 80 Prozent des weltweiten Absatzes von der Automobilindustrie in den Industrienationen

[3] *[Quelle: Berylls Strategy Advisors 04.04.2016]*

Westeuropas, den USA und in Japan erzielt. Dieser Wert liegt heute nur noch bei 50 Prozent und die Bedeutung dieser Märkte ist damit deutlich reduziert (Bratzel et al. 2015).

Die Automobilzulieferindustrie steht in enger Korrelation zur Automobilindustrie. Der deutsche Automobilmarkt ist geprägt durch einen starken Fokus auf Qualität, Innovation, Design und Markenimage (Meyer 2016). Auf dem amerikanischen Automobilmarkt ist einer Studie zufolge im Gegensatz dazu das Hauptverkaufsargument der Preis und nicht unbedingt Innovationen (Streeck 1986).

Dieser unterschiedliche Fokus hat seinen Ursprung in den unterschiedlichen Reaktionen der beiden Märkte auf die Krise in der Automobilindustrie in den 70er Jahren. Während US-amerikanische Unternehmen mit einem drastischen Sparkurs reagierten, schien für deutsche Unternehmen dieser aufgrund der starken Gewerkschaften nicht möglich. Daraus resultierte die sogenannte „Technologieflucht nach vorne“ und somit der Fokus auf Innovation und Qualität (Meyer 2016).

Aufgrund des hohen Absatzvolumens und der Entscheidungsfähigkeit, welche Bau- und Einzelteile in Fahrzeugen Einsatz finden, nehmen Automobilhersteller im Hinblick auf die Innovationsaktivitäten die prägende Rolle im Zusammenspiel mit den Automobilzulieferern ein.

Die deutschen Automobilzulieferer stellen sich im internationalen Vergleich relativ dominant dar. Die zwei weltweit größten Automobilzulieferer im Jahre 2015 waren die deutschen Unternehmen Robert Bosch GmbH mit 41,7 Milliarden Euro Jahresumsatz und die Continental AG mit 39,2 Milliarden Euro Jahresumsatz. Im deutschlandweiten Vergleich folgten ZF Friedrichshafen mit 27,4 Milliarden Euro, Mahle mit 10,9 Milliarden Euro, Schaeffler mit 9,9 Milliarden Euro, ThyssenKrupp Automotive mit 6,8 Milliarden Euro, Brose Fahrzeugteile mit 6,0 Milliarden Euro und die Hella KG Hueck mit 5,8 Milliarden Euro Jahresumsatz. Die größten deutschen Automobilzulieferer bezogen auf den Jahresumsatz 2015 sind in Abbildung 5 dargestellt.

Fallbeispiele

Im folgenden Abschnitt werden sechs Automobilzulieferer analysiert und auf ihr Innovationsverhalten hin untersucht. Die sechs Automobilzulieferer sind die Robert Bosch GmbH, die Continental AG, die Mahle Gruppe, die Hella Hueck KG, die Schaeffler AG und die ZF Friedrichshafen. Hierzu

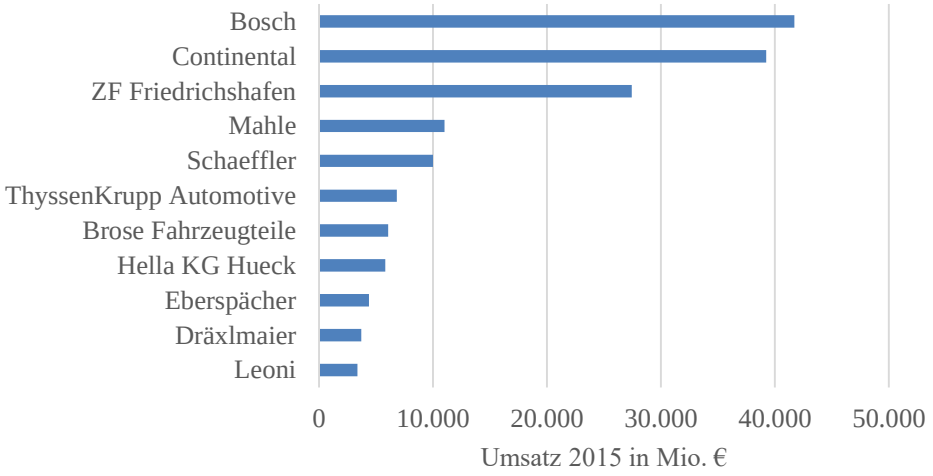

Abbildung 5 Deutsche Automobilzulieferer Umsatz 2015[4]

[4] *[Quelle: Berylls Strategy Advisors 04.04.2016]*

wurden die Geschäftsberichte und Pressemitteilungen in dem Zeitraum von 2010 bis 1015, soweit verfügbar, einer Analyse unterzogen. Es wurden Innovationen aus den öffentlich verfügbaren Medien, wie zum Beispiel Geschäftsberichte und Pressemeldungen, gesammelt und ausgewertet.

Robert Bosch GmbH

Die Robert Bosch GmbH ist ein führendes internationales Unternehmen in der Automobilzulieferindustrie. Die Bosch-Gruppe besteht aus circa 375.000 Mitarbeitern weltweit (Stand 31.12.2015). Die Robert Bosch GmbH, die im Geschäftsjahr 2015 einen Umsatz von 70,6 Milliarden Euro hatte, gliedert sich in 4 Geschäftsbereiche, Mobility Solutions, Industrial Technology, Consumer Goods sowie Energy und Building Technology. Insgesamt ist Robert Bosch in über 60 Ländern mit rund 440 Tochtergesellschaften vertreten. In der Robert Bosch GmbH sind weltweit 55.800 Mitarbeiter in F&E, an 118 Standorten beschäftigt. Gegründet wurde das Unternehmen im Jahre 1886 als „Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik“ von Robert Bosch (1861–1942) in Stuttgart (Robert Bosch 2017). Robert Bosch investierte im untersuchten Zeitraum jährlich rund 9 Prozent vom Umsatz in F&E.

Continental AG

Die Continental AG hat ihren Hauptsitz in Hannover und erzielte im Jahr 2015 einen Umsatz von 39,2 Milliarden Euro. Weltweit gehören 207.899 Mitarbeiter der Continental AG an. Das Unternehmen unterteilt sich in fünf Divisionen. Die Divisionen lauten „ContiTech“, „Chassis & Safety“, „Powertrain“, „Interior“ und „Reifen“. Die Division ContiTech beschäftigt sich unter anderem mit Luftfederungssystemen und Vibrationskontrolle, die Division Reifen mit Bereifung für Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Zweiräder, die Division Chassis & Safety mit hydraulischen Bremsen, die Division Interior unter anderem mit Informationssystemen und die Division Powertrain mit der Hybridtechnologie. Insgesamt ist der Konzern an 430 Standorten in 55 Ländern aktiv und liefert Systeme für Fahrsicherheit, für den Antriebsstrang oder für Hybrid- und Elektroantriebe. 72 Prozent des Umsatz 2015 wurde im Bereich der Kfz-Erstausrüstung generiert. Der restliche Umsatz wurde in anderen Industrien erzielt (Continental AG 2015). Der Umsatz stieg über den untersuchten Zeitraum stetig an. Continental investierte hierbei jedes Jahr rund 6 Prozent vom Umsatz in F&E.

ZF Friedrichshafen AG

Die ZF Friedrichshafen AG ist eine Aktiengesellschaft und verzeichnete im Jahr 2015 einen Umsatz von 29,1 Milliarden Euro. ZF Friedrichhafen ist der drittgrößte deutsche Automobilzulieferer. Inhaber der Aktiengesellschaft sind zu 93,8 Prozent die Zeppelin-Stiftung und zu 6,2 Prozent die Dr. Jürgen und Irmgard Ulderup Stiftung. Ende 2015 arbeiteten über 135.000 Mitarbeiter in rund 40 Ländern für ZF Friedrichshafen. Der Konzern teilt sich in die sechs Divisionen Pkw-Antriebstechnik, Pkw-Fahrwerktechnik, Nutzfahrzeugtechnik, Industrietechnik, E-Mobility und Aktive & Passive Sicherheitstechnik. ZF Friedrichshafen ist im Bereich der Antriebs- und Fahrwerktechnik und der aktiven und passiven Sicherheitstechnik einer der führenden Technologieentwickler. Die jährlichen Investitionen in F&E betragen für den untersuchten Zeitraum rund 5 Prozent vom Jahresumsatz. Der Umsatz entwickelte sich über den untersuchten Zeitraum positiv.

Mahle Group

Mahle ist der viertgrößte deutsche Automobilzulieferer. Im Jahr 2015 verzeichnete das Unternehmen ein Umsatz von 11,48 Milliarden Euro. Der Konzern ist auf

allen wichtigen Weltmärkten vor Ort präsent und beschäftigt über 75.000 Mitarbeiter. 150 Produktionsstandorte zählen zur Mahle Group, die Technologieführer in den Bereichen Motorsysteme, Filtration, Elektronik/ Mechatronik und Thermomanagement ist (Mahle 2016). Ferner ist die F&E-Abteilung auf zehn Forschungszentren mit über 4.000 Entwicklungsingenieuren aufgeteilt. Die Forschungszentren verteilen sich auf die Länder Deutschland, Großbritannien, USA, Brasilien, Japan, China und Indien (Mahle 2014). Der Umsatz zeigt eine positive Entwicklung für den Zeitraum von 2010 bis 2015. Die Investitionen in F&E lagen zwischen 5 und 6 Prozent vom Geschäftsjahresumsatz im untersuchten Zeitraum. Dies ist prozentual vergleichbar mit der Continental AG.

Schaeffler AG

Die Schaeffler Technologies AG & Co. KG ist der fünftgrößte Automobilzulieferer in Deutschland. Im Produktportfolio Schaefflers befinden sich „[…] Präzisionskomponenten und Systeme in Motor, Getriebe und Fahrwerk sowie Wälz- und Gleitlagerlösungen für eine Vielzahl von Industrieanwendungen“ (Schaeffler AG 2016a, S. U2) . Im Geschäftsjahr 2015 erwirtschaftete Schaeffler einen Umsatz von 13,2 Milliarden Euro und es gehörten über 84.000 Mitarbeiter dem Unternehmen an. Im Bereich F&E investierte Schaeffler rund 5 Prozent vom Umsatz pro Jahr. Der Jahresumsatz entwickelte sich über den Zeitraum von 2010 bis 2015 positiv.

Hella Hueck KG

Das Unternehmen Hella ist ein Automobil-zulieferer dessen Produktportfolio Lichtsysteme und Fahrzeugelektronik umfasst. Neben seinen Produkten für die Automobilindustrie stellt Hella auch fahrzeugunabhängige Anwendungen wie Straßen- oder Industriebeleuchtung her. Hella verzeichnet eine positive Umsatzentwicklung für den untersuchten Zeitraum. Der Umsatz lag im Jahr 2015 bei 5,8 Milliarden Euro. Im Jahr 2015 waren bei Hella über 31.000 Mitarbeiter angestellt, wovon 6.063 in der F&E tätig waren. Die Investitionen in F&E lagen im betrachteten Zeitraum von 6 Jahren zwischen 8 und 10 Prozent vom jeweiligen Jahresumsatz. Hella investiert somit mehr Prozent vom Jahresumsatz in F&E als die meisten anderen betrachteten Hersteller, wie beispielsweise Continental und Mahle, und liegt bezüglich der prozentualen Investitionshöhe auf einem vergleichbaren Niveau wie die Robert Bosch GmbH.

Ergebnisse Fallstudien

Die Ergebnisse der Fallstudien werden im Folgenden dargestellt. Zwischen den Automobilherstellern und den Zulieferern besteht eine starke Verknüpfung, was sich ebenfalls in der durchgeführten Literaturanalyse gezeigt hat. Die große Bedeutung der Kooperation zwischen Hersteller und Zulieferer wird weiterhin durch die Vielzahl an analysierten Verflechtungen beider mit anderen Akteuren des Marktes deutlich. Neben den Automobilherstellern kollaborieren auch die Zulieferer untereinander innerhalb von Forschungsprojekten. Ein Beispiel hierfür ist die Kooperation von Schaeffler und Continental, die in enger Zusammenarbeit unter anderem im Jahr 2014 ein Demonstrationsfahrzeug aufbauten (Schaeffler AG 2015, S. 8). Die Hersteller scheinen tendenziell die Innovationsrichtung vorzugeben, wohingegen es nur einige wenige große Zulieferer gibt, die ebenfalls eigenständig Innovationen entwickeln (Meyer 2016). Dies wird durch die Ergebnisse der durchgeführten Interviews bestätigt. Ein interner Faktor, der sich nach Souitaris (2002) auf den Innovationsprozess auswirkt und durch die Analyse der öffentlich zugänglichen Medien der Unternehmen bestätigt wurde, ist das angesetzte Budget für F&E. Je höher das Budget für F&E, desto höher ist das

Jahr	Produkt-innovation	Prozess-innovation	Marketing-innovation	Organisations-innovation	Gesamt
2010	16	1	0	0	17
2011	23	1	0	1	25
2012	20	1	0	1	22
2013	25	3	0	0	28
2014	34	3	0	5	42
2015	46	4	0	0	50
Gesamt	**164**	**13**	**0**	**7**	**184**

Tabelle 2 Auswertung Innovationsarten 2010 bis 2015

Innovationspotential des Unternehmens. Abbildung 7 zeigt die positive Korrelation der drei Variablen F&E-Budget, Anzahl der Innovationen und Anzahl der Patente auf. In der Abbildung sind die Verläufe des F&E-Budget, die Anzahl der Innovationen und die Anzahl der Patentveröffentlichungen von den Zulieferern Bosch, Continental, Mahle und Schaeffler zusammengefasst. Die anderen beiden Zulieferer wurden für diese Teilanalyse nicht berücksichtigt, da die Daten nicht vollständig zur Verfügung standen.

Das Ergebnis der Analyse der Innovations-aktivitäten von 6 deutschen Zulieferern, mithilfe der öffentlich zugänglichen Medien, zeigt, dass ein großer Stellenwert Produktinnovationen zukommt. Insgesamt wurden 164 Produktinnovationen ausfindig gemacht. Prozessinnovationen kamen mit einer Anzahl von 13 deutlich weniger Nennungen zu, gefolgt von Organisationsinnovationen mit lediglich 7 benannten Beispielen innerhalb des analysierten Zeitraums von 6 Jahren. Marketinginnovationen scheinen aufgrund der Analyseergebnisse von geringer oder gar von keiner Bedeutung zu sein. Es wurde kein Beispiel für eine Marketinginnovation in den analysierten Medien im genannten Zeitraum identifiziert (siehe Tabelle 2). Im Zeitraum von 6 Jahren konnten 89 Prozent der observierten Innovationen Produkten, aber nur 7 Prozent Prozessen zugeordnet werden. Die Produktinnovationen scheinen auch deshalb so relevant zu sein, da diese am ehesten vom Markt registriert und vom Kunden erkannt werden. Folglich wäre es ebenfalls möglich, dass Unternehmen deshalb insbesondere solche Innovationen in ihren Geschäftsberichten hervorheben.

Die Auswertung der Innovationsmerkmale ist in Abbildung 6 dargestellt. Die dominanten Merkmale sind Sicherheit und Umwelt mit je 23 Prozent. Das Thema Sicherheit ist für viele Innovationen das Hauptmerkmal. Eine Innovation im Bereich der Sicherheit ist beispielsweise der elektromechanische Wankstabilisator der Schaeffler AG, welcher ein passives Sicherheitssystem darstellt und ungewollte Schwingungen ausgleicht (Schaeffler AG 2016b, S. i3).

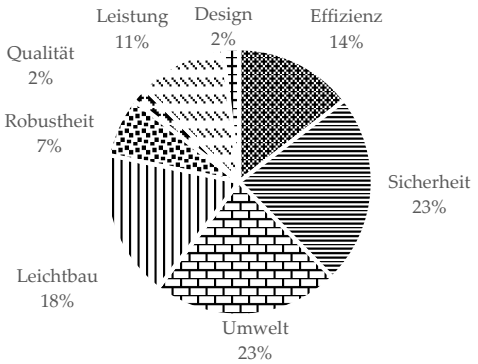

Abbildung 6 Auswertung Innovationsmerkmale 2010 bis 2015

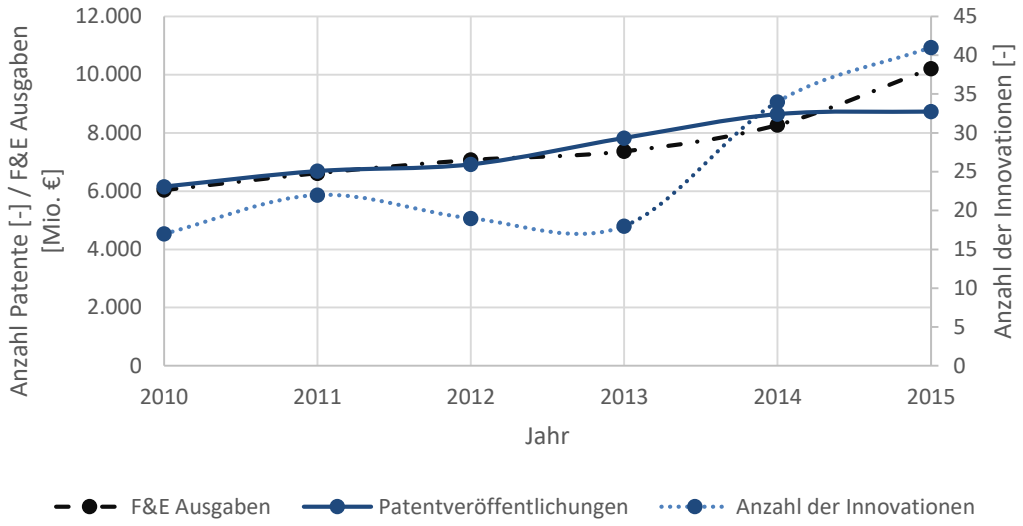

Abbildung 7 Auswertung Trendanalysen

Die Innovationsmerkmale Umwelt (23 Prozent), Effizienz (14 Prozent) und Leichtbau (18 Prozent) treten des Öfteren gemeinsam auf, da diese eine starke Wechselwirkung untereinander aufweisen. Eine leichtere Konstruktion spart zum einen Material und Kosten, bringt zum anderen aber auch einen geringen Kraftstoffverbrauch und somit auch eine geringere Belastung der Umwelt mit sich. Das Innovationsmerkmal Design und Ästhetik scheint bezogen auf die Gesamtanzahl der Innovationen mit 2 Prozent von geringer Bedeutung zu sein. Dies könnte an der Tatsache liegen, dass viele Entwicklungen und Komponenten der Automobilzulieferindustrie im nicht sichtbaren Bereich ihren Einsatz finden. Bei Innovationen im sichtbaren Bereich jedoch, ist die Thematik Design wiederum von Bedeutung. Ein Beispiel hierfür wären Scheinwerfer, wie die äußerst schmale und komplexe Voll-LED-Heckleuchte der Firma Hella (HELLA KGaA Hueck & Co. 2012, S. 27). Bei dieser Innovation ist die Ästhetik von besonderer Bedeutung, da die Scheinwerfer ein wichtiges Element im Erscheinungsbild des Fahrzeuges darstellen. Die technologische Leistung und Robustheit sind mit 11 Prozent und 7 Prozent von mittlerer Bedeutung. Ein Beispiel für eine Innovation mit dem Hauptmerkmal technologische Leistung ist das Doppelkupplungsmodul von ZF Friedrichshafen (ZF Friedrichshafen 2015, S. 43, 2014). Das Merkmal Qualität wird mit 2 Prozent eher selten als Hauptmerkmal genannt. Dies könnte daran liegen, dass Qualität als selbstverständlich vorausgesetzt und deshalb nicht explizit als Auszeichnungsmerkmal genutzt wird. Bei den Innovationen im Produktbereich handelt es sich mehrheitlich um inkrementelle Innovationen. Radikale Ansätze sind im Zeitraum von 2010 bis 2015 nicht vorgekommen. Im Bereich des Neuheitsgrades ist die Mehrheit der Innovationen neu für die Firma, mit 94 Innovationen. Als neu für den Markt wurden 52 Innovationen klassifiziert und 16 Innovationen waren Weltneuheiten. Ein Beispiel für eine inkrementelle Innovation, die neu für den Markt ist, ist die von Robert Bosch 2014 entwickelte und in Serie gegangene Direkt-Einspritzung in Verbindung mit Ethanol als Kraftstoff (Robert Bosch 2015, S. 30). Dieses Produkt gab es zuvor nicht in Brasilien auf dem Markt, es ist daher als Neuheit für den Markt anzusehen. Inkrementell ist die Innovation aufgrund der reinen Ergänzung des bisherigen Konzeptes um eine neue Ausführungsart (Materialart). Die Einstufungen der Innovationen in die

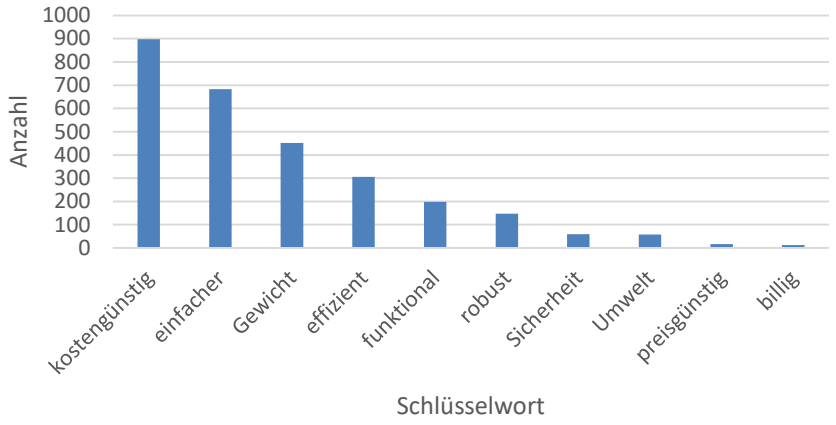

Abbildung 8 Auswertung Schlüsselwortanalyse

jeweilige Klasse wurden durch die Autoren dieser Arbeit durchgeführt.

Ergebnisse Patentanalyse

Die Analyse ausgewählter Patente auf bestimmte Schlüsselwörter ergab ein weiteres Innovationsmerkmal, dem eine besondere Bedeutung zukommt. Es wurden die Patentdaten der Firmen ausgewertet. Die Patente wurden in der Online-Bibliothek des Deutschen Patent- und Markenamts eingesehen. Die Suche nach Patenten wurde dabei auf Patente, die in Deutschland angemeldet wurden, eingeschränkt. Die jeweilige Firma wurde hierbei als Anmelder definiert. Zum einen wurde der Veröffentlichungstrend an Patenten über den Zeitraum von 2010 bis 2015 analysiert und zum anderen die 3 Hauptklassen, in denen der jeweilige Zulieferer die meisten Patente angemeldet hat, auf vordefinierte Schlüsselwörter untersucht. Die Schlüsselwörter haben Bezug auf technologische Trends und auf frugale Innovationen. Die Schlüsselwörter zum Thema frugale Innovation wurden aus der Studie von Bergmann und Tiwari (2016) übernommen. In dieser Studie wurden online-zugängliche, deutschsprachige Artikel zum Thema frugale Innovation einer Schlüsselwortanalyse unterzogen und es wurde herausgearbeitet, wie frugale Innovationen in Deutschland beschrieben werden. Insgesamt wurden über 2800 Patente auf 16 vordefinierte Schlüsselwörter analysiert. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Abbildung 8 dargestellt. In 898 von 2832 Patenten kam das Schlüsselwort „kostengünstig“ vor. Kosten scheinen demnach ein wichtiges Innovationsmerkmal in der deutschen Automobilzulieferindustrie zu sein. Ein Beispiel für ein Patent, in dem der Begriff „kostengünstig“ verwendet wird, ist das Patent einer Piezoaktorkontaktierung für ein Einspritzventil (DE 000010251225 B4). Diese Erfindung ermöglicht es, eine einfach und kostengünstig abgedichtete Piezoaktor-kontaktierung herzustellen. Diese wird im Bereich des Einspritzventils angewendet, bzw. verbaut (Unruh 2002). Darüber hinaus wird in 683 Patenten im Zusammenhang der jeweilige Erfindung das Schlüsselwort „einfacher“ verwendet, was darauf hindeutet, dass Verfahren und Produkte einfacher gestaltet werden, um zum einen Kosten zu sparen und zum anderen effizienter zu arbeiten. Ein Beispiel für ein Patent, in dem das Wort „einfacher“ verwendet wurde, ist das Patent für ein elektromagnetisch betätigtes Ventil, insbesondere für hydraulische Bremsanlagen von Kraftfahrzeugen. Hierbei ging es um die einfache Bauweise des Schließgliedes, womit eine Kosten- und Gewichtsreduktion

Abbildung 9 Zusammenfassung der Kernergebnisse

einherging (Ambrosi et al. 2014). Auch die Innovationsmerkmale Leichtbau und Effizienz werden durch die Ergebnisse der Schlüsselwortanalyse mit den Schlüsselworten „Gewicht“ (451 Aufkommen) und „effizient“ (306 Aufkommen) als wichtige Merkmale identifiziert. Dies entspricht ebenfalls den Ergebnissen der zuvor durchgeführten Analysen.

Die Schlüsselwörter „funktional“ mit 198 Aufkommen und „robust“ mit 148 Aufkommen scheinen ebenfalls von relevanter Bedeutung zu sein. Die Schlüsselwörter „Sicherheit“ (60 Aufkommen), „Umwelt“ (58 Aufkommen), „preisgünstig“ (16 Aufkommen) und „billig“ (13 Aufkommen) sind anhand der Ergebnisse eher von geringerer Bedeutung. Die beiden Schlüsselwörter „preisgünstig“ und „billig“ sind jedoch zusammen mit „kostengünstig“ in einem Cluster zu betrachten und lassen mit insgesamt 927 Aufkommen auf den stetigen Kostendruck der Zulieferer schließen. Somit scheinen anhand der Ergebnisse der Schlüsselwortanalyse die Innovationsmerkmale geringe Kosten, Vereinfachung der Konstruktion und des Verfahrens, Gewichtseinsparung, Effizienz, Funktionalität und Robustheit von großer Bedeutung zu sein. Die Ergebnisse der Schlüsselwortanalyse deuten auf eine gewisse Teilfrugalität der Erfindungen hin. Dieses wird im Abschnitt 4 weiter beleuchtet. Eine Zusammenfassung der Kernergebnisse ist in Abbildung 9 dargestellt.

Validierung

Die Ergebnisse der vorherigen umfassenden Analyse der deutschen Automobilindustrie und deren Innovationspfade wurden durch semistrukturierte Interviews mit Experten der Industrie validiert. Insgesamt wurden 9 Experten interviewt, die aus 6 verschiedenen Perspektiven berichteten. Die Auswahl der Experten diente dazu, unterschiedliche Perspektiven in die Validierung der Ergebnisse einfließen zu lassen, um ein vollständiges Bild zu erhalten. Die Interviews wurden telefonisch und in einem zeitlichen Rahmen von jeweils 30 bis 45 Minuten durchgeführt. Die Hintergründe der Experten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Alle Interviewpartner werden aus datenschutzrechtlichen Gründen anonymisiert und tragen die Bezeichnung Interviewpartner 1 bis 9.

Die Experten sollten während des Interviews 5 offene Fragen beantworten, welche durch weitere Fragen, die sich aus dem Gespräch ergaben, ergänzt wurden. Unter anderem wurden die Interviewpartner zu dem Innovationsprozess der Automobilzulieferer und deren Beziehungen zu Herstellern und Dienstleistern befragt. Weitere Fragen bezogen sich auf mögliche Einflussfaktoren auf den Innovationsprozess des Zulieferers und dessen Innovationsverhalten. Abschließend wurde um eine Einschätzung zum Phänomen frugale Innovation in der deutschen Automobil-zulieferindustrie gebeten. Die Ergebnisse der Interviews werden im Folgenden aufgeführt. Bei den aufgeführten Aussagen der

Interviewpartner, handelt es sich um sinngemäße und nicht um wörtliche Zitate der Befragten.

Die Ergebnisse der Interviews bestätigen die Feststellung, dass Kooperationen für die Zulieferer von großer Bedeutung sind. Grundsätzlich gilt, dass die Innovationsrichtung durch den Hersteller vorgegeben wird, dass jedoch auch einige Zulieferer eigenständig Innovationsaktivitäten betreiben. Ein Interviewpartner sagte hinsichtlich des Marktprinzips (Market Pull oder Technology Push):

„In der Automobilzulieferindustrie gibt es fast jedes denkbare Modell. Unter anderem gibt es Zulieferer, die in enger Kooperation mit OEMs zusammen entwickeln, aber es gibt auch Zulieferer, die eigenständig entwickeln und diese dann zu gegebener Zeit beim OEM einbringen." (Interviewpartner 6, Consulting)

Universitäten werden in den frühen Phasen des Innovationsprozesses eingebunden, sobald der Bedarf an Grundlagenforschung besteht. Bei der Grundlagenforschung geht es beispielsweise um neue Technologien oder Verfahren, welche dem Forschungsschwerpunkt der Universität entsprechen. Dienstleister wurden durch einen Experten (Interviewpartner 6, Verband) eher als ausführendes Organ, welches nach Spezifikationen arbeitet, beschrieben.

Ein externer Faktor, der sich auf die Innovationsaktivitäten auswirkt und mehrfach genannt wurde, ist der große Wettbewerbsdruck. Ferner sind die Standortgegebenheiten mit zu berücksichtigen, denn durch die Kostenstruktur deutscher Unternehmen mit relativ hohen Löhnen, ist nicht Kostenführerschaft das Ziel der Zulieferindustrie, sondern die Technologieführerschaft. Ein weiterer externer Faktor ist die Erwartungshaltung von Kunden (Hersteller) und die zukünftige Entwicklung der Technologien, die den Innovationsprozess beeinflussen.

Zu den internen Faktoren, die den Innovationsprozess beeinflussen, zählt die Unterstützung der oberen Managementebenen. Das Management segnet Innovationsprojekte ab und entscheidet über das Budget für F&E. Je nach Auffassung des Managements wird Innovation im Unternehmen gefördert oder blockiert. Dieser Faktor wurde ebenso durch die vorausgegangene Literaturanalyse bestätigt.

Merkmal\Gewichtung	prägend	mittel	gering	gar nicht	keine Angabe
Technologische Leistung	5	1	-	-	3
Design	1	5	2	-	1
Effizienz	8	1	-	-	-
Sicherheit	6	-	-	-	3
Umwelt	4	1	1	-	2
Leichtbau	7	1	-	-	1
Robustheit	-	3	-	-	6
Qualität	5	2	-	-	2
Kundenanpassung	1	2	3	-	3
Zweckmäßigkeit	1	1	1	-	6
Geringe Kosten	8	1	-	-	-

Tabelle 3 Validierung Innovationmerkmale

Ein Interviewpartner nannte, als weiteren internen Faktor, die wirtschaftliche Situation des Unternehmens und somit die Möglichkeit, Ressourcen in F&E zu investieren.

„Ein wichtiger Faktor ist die wirtschaftliche Situation des Unternehmens und ob überhaupt Budget für F&E vorhanden ist.“ (Interviewpartner 8, Zulieferer)

Der kulturelle Hintergrund der Mitarbeiter, worunter die Ingenieure zahlreich vertreten sind, ist ebenso eine Variable, die den Innovationsprozess beeinflusst. Dieser Hintergrund wurde durch einen Experten (Interviewpartner 5, Forschung) als „Ingenieurskultur“ bezeichnet und ist

grundsätzlich ohne direkte negative oder positive Auswirkung auf den Innovations-prozess zu deuten. In Deutschland hat die Ingenieurskultur eine große Tradition. Deutsche Unternehmen und ihre Ingenieure entwickelten in der Historie überwiegend High-Tech Produkte. Dieser Denkansatz und der Fokus auf High-Tech beeinflusst den Innovationsprozess insofern, als dass mögliche einfachere Lösungsansätze oftmals nicht in Betracht gezogen werden.

Produktinnovationen wurden durch die Experten einheitlich als bedeutendster Teil der vier Innovationsarten beschrieben. Als zweitbedeutendste Innovationsart nach Produktinnovationen wurden durch die Experten Prozessinnovationen deklariert, gefolgt von Organisationsinnovationen. Die geringste Bedeutung wurde Marketing-innovationen zugeschrieben. Diese Reihenfolge bestätigt die Resultate der zuvor durchgeführten Analysen in dieser Arbeit. Jedoch ist anzumerken, dass die Interviewpartner den Prozessinnovationen einen wesentlich höheren Stellenwert zuschrieben, als im Rahmen der durchgeführten Analysen zuvor festgestellt. Eine Ursache für diese Diskrepanz könnte die Quelle der Informationen darstellen. Die Informationen für die durchgeführten Analysen stammen aus online verfügbaren und öffentlich zugänglichen Medien. Die Autoren der analysierten Medien sind jedoch die Unternehmen selbst, die sich in Berichten und Pressemitteilungen unter Umständen stärker auf Produktinnovationen fokussiert haben könnten, während Prozessinnovationen zeitgleich eine zu niedrige mediale Beachtung zukam. Dies hätte eine verzerrte Darstellung zufolge und suggerierte einen niedrigeren Stellenwert der Prozessinnovation, als tatsächlich vorhanden.

Die Innovationsschritte wurden durch die Experten als inkrementell bewertet, was in der durchgeführten Analyse ebenfalls so erkannt wurde. Radikale Innovationen sind aus Sicht der Experten nicht im Fokus der Innovationshistorie der Unternehmen. Auch hierbei entspricht die Ansicht der Experten den bisher erzielten Ergebnissen der Arbeit und bestätigt diese.

In den Fallstudien wurden alle Innovationen hinsichtlich ihrer Hauptmerkmale begutachtet. Als Ergebnis stellte sich heraus, dass insbesondere die Merkmale Leichtbau, Sicherheit, Umwelt, Effizienz und geringe Kosten eine bedeutende Rolle für die Innovationsaktivitäten in der deutschen Automobilzulieferindustrie spielen. Die Experten wurden während der Interviews gebeten, die in Tabelle 3 aufgelisteten Innovationsmerkmale hinsichtlich ihrer Bedeutung einzustufen. Hierbei gab es vier Einstufungsmöglichkeiten mit prägend, mittel, gering und gar nicht. Manche Interviewpartner konnten keine Angaben zu einigen Innovationmerkmalen machen. Die Zahlen in den Tabellenfeldern stehen für die Anzahl der Experten, die für die jeweilige Gewichtung stimmten. Die Experten gewichteten die Merkmale geringe Kosten und Effizienz als bedeutendste, gefolgt von Leichtbau und Sicherheit. Diese vier Merkmale wurden auch durch die zuvor durchgeführten

Analysen als bedeutend identifiziert. Auch dem Merkmal Umwelt hat die Mehrzahl der Befragten, übereinstimmend mit den bisherigen Resultaten der Arbeit, einen hohen Stellenwert zugeschrieben, wobei zwei Experten dieses Merkmal lediglich als mittel oder geringfügig bedeutend einstuften.

Die Merkmale technologische Leistung und Qualität wurden durch die Experten mit einer prägenden bis mittleren Relevanz eingeschätzt. Die Innovationmerkmale Zweckmäßigkeit und Robustheit wurden in ihrer Bedeutung mit mittel beschrieben. Diese Merkmale sind unter anderem Merkmale von frugalen Innovationen und wurden deshalb in die Befragung der Experten aufgenommen. Dem Innovations-merkmal Qualität wurde aufgrund der Auswertungen im Rahmen der Arbeit bisher eine geringe Bedeutung zugeschrieben, beziehungsweise wurde dieses Merkmal als Hygienefaktor und Grundvoraussetzung viel eher als selbstverständlich angesehen. Dass der Qualität grundsätzlich aber eine große Bedeutung zukommt, zeigen die Ergebnisse der Interviews. Innovationsmerkmale mit mittlerer bis geringer Bedeutung sind das Design der Innovationen und die Fähigkeit der individuellen Kundenanpassung.

Insbesondere das Design wurde auch durch die Fallstudien als ein Merkmal von geringer Bedeutung eingestuft. Dabei wurde durch die Experten angemerkt, dass dies nur für Produkte im nichtsichtbaren Bereich gilt und dass es für Teile im sichtbaren Bereich ein wesentlicher Faktor ist. Diese Aussage bestätigt die erzielten Ergebnisse sowohl für sichtbare als auch für nicht sichtbare Teile eines Fahrzeugs. Die Relevanz im sichtbaren Bereich zeigte auch die Analyse der Firma Hella, die im wesentlichen Komponenten des sichtbaren Bereichs herstellt. Bei Hella war das Innovationsmerkmal Design ein Merkmal von großer Bedeutung.

4 Betrachtung aus einer Frugalitäts-perspektive

Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Arbeit aus einer Frugalitätsperspektive betrachtet und die Relevanz frugaler Innovationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie analysiert. Die deutsche Automobilzulieferindustrie dient hierbei als ein Beispielsektor einer Industrienation.

Die im Rahmen dieser Arbeit analysierten Medien und Patente ergaben keinen Treffer für den Begriff „frugale Innovationen“ innerhalb des untersuchten Zeitraumes von 6 Jahren. Dies ist ein erster Indikator dafür, dass frugale Innovationen als Begriff noch nicht zureichend bekannt, oder schlicht von geringer Bedeutung in der deutschen Automobilzulieferindustrie zu sein scheint.

Jedoch lassen Auszüge aus den untersuchten öffentlichen Medien auf ein Potenzial für die Anwendung des Innovationskonzeptes der frugalen Innovation in Schwellenländern schließen. So berichtet Continental vom Megatrend „affordable cars“ und die Vision der erschwinglichen Mobilität (Continental AG 2011, S. 49) in Schwellenländern. Continental setzt hierbei auf eine „[…] Doppelstrategie: zum einen das Stärken der F&E in Wissensländern wie Deutschland, zum anderen den Aufbau von anwendungsnaher Entwicklungskompetenz in den aufstrebenden Märkten“ (Continental AG 2012, S. 6). Das Attribut „erschwinglich“ ist ein Kernattribut der frugalen Innovation. Folglich könnten diese Projekte der Continental ein Hinweis dafür sein, dass frugale Innovationen ein möglicher Lösungsansatz des Megatrends „affordable cars“ sind. Continental war unter anderem ein Zulieferer des Tata Nanos, eines frugal innovierten Fahrzeugs, und zeigt somit ein Verständnis dafür, frugale Produkte entwickeln zu können (Autonews 2008). Auch Robert Bosch wirkte bei dem Tata Nano mit.

Die Bedeutung frugaler Innovationen für deutsche Zulieferer in Schwellenländern wurde durch einen Interviewpartner bestätigt, der aussagte:

„Es [frugale Innovationen] ist [sind] von Bedeutung, da deutsche Zulieferer weltweit aktiv sind und daher global denken müssen. Es gibt daher unterschiedliche Fahrzeugkonzepte bei den Herstellern und da müssen auch frugalere Produkte her." (Interviewpartner 1, Verband)

Die Experten stuften die Relevanz von frugalen Innovationen in der deutschen Automobilzulieferindustrie mehrheitlich als gering ein und merkten an, dass dieses Phänomen momentan noch eine geringe Rolle in der Industrie spielt. Ein Interviewpartner formulierte den Grund hierfür wie folgt:

„Jedoch sind bei der Thematik der frugalen Innovationen die Zulieferer eher zurückhaltend, da die Wirtschaftlichkeit dieser Produkte nicht gesichert ist. Günstige Autoteile werden eher über Mengenrabatte kreiert." (Interviewpartner 8, Zulieferer)

Ein weiterer Interviewpartner merkte jedoch an, dass frugale Innovationen „[…] spannend im nichtsichtbaren Bereich […]" (Interviewpartner 5, Forschung) sein könnten, in denen es auf die Effizienz der Komponenten ankommt. Ein anderer Interviewpartner sagte hierzu:

„Aus Sicht der OEM müsste es eine viel größere Rolle spielen, jedoch tut es das bisher gar nicht. Dies liegt auch an dem traditionellen Projektmanagement der Organisationen. Es herrscht eine deutliche Tendenz zum Over-Engineering." (Interviewpartner 9, Dienstleister)

Ein Experte (Interviewpartner 4, Zulieferer) merkte an, dass frugale Innovation bereits in die Denkweise der Entwickler einfließt und dass bei seinem Unternehmen, beispielsweise bei der Entwicklung der Komponenten, auf nicht zwingend erforderliche Funktionen verzichtet wird. Dies liegt vor allem an der Spezialisierung dieses Unternehmens auf eine Produktgruppe, bei der die reine Funktionalität vordergründig ist. Der Interviewpartner merkte weiterhin an, dass im Rest der Industrie frugale Innovationen eine untergeordnete Rolle spielen würden, er jedoch vermutet, dass in Produktgruppen, wie beispielsweise Klimaanlagen, dieser Denkansatz hin zu frugaleren Produkten vorstellbar sei, beziehungsweise bereits wie in seinem Unternehmen mit in die Entwicklungsarbeiten einfließt. Dem entgegen steht die Aussage eines anderen Interviewpartners, der jedoch aus einem völlig anderen Marktsegment kommt:

„Deutsche Zulieferer sind oftmals gar nicht in der Lage so zu konstruieren, um ein erschwingliches Auto zu ermöglichen." (Interviewpartner 6, Consulting)

Die Beurteilung des Potentials von frugalen Innovationen scheint demnach momentan noch marktsegmentabhängig zu sein. So beurteilen Experten, die im Fahrzeug ein nicht sichtbares Nischenprodukt herstellen, den Stellenwert der frugalen Innovation tendenziell positiver.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass frugalen Innovationen durch vier von neun Experten ein großes Anwendungspotential in der deutschen Automobilzulieferindustrie zugeschrieben wird. Ein weiterer Hinweis, dass frugale Innovationen für deutsche Zulieferer in Zukunft von Bedeutung sein können, ist ein Geschäftsbericht der Leoni Gruppe, einem Automobilzulieferer, in dem von einem kürzlich gestarteten Innovationsprojekt in Kooperation mit der Universität St. Gallen zum Thema frugale Innovation berichtet wird (Leoni 2016, S. 52). Frugale Innovationen werden hierbei dem Megatrend Globalisierung zugeordnet. Leoni sieht auf dem Gebiet der frugalen Innovationen insbesondere ein Potential für die Anwendung in Schwellenländern.

5 Diskussion

Im Rahmen dieses Arbeitspapieres wurden die Innovationspfade der deutschen Automobilzulieferindustrie erforscht und die mögliche Relevanz frugaler Innovationen beurteilt. Zur Analyse der Innovationspfade in der deutschen Automobilzulieferindustrie wurden Fallstudien auf Basis von online verfügbaren Medien, wie zum Beispiel Geschäftsberichten und Pressemitteilungen, von 6 deutschen Automobilzulieferern durchgeführt. Durch diese Fallstudien wurden Innovationsgebiete, prägende Innovationsmerkmale und wichtige Einflussfaktoren auf die Innovationsaktivitäten der Zulieferer identifiziert. Weiterführend wurden über 2800 Patente der 6 Zulieferer auf vordefinierte Schlüsselwörter untersucht. Hierbei wurden weitere wichtige Innovationsmerkmale erforscht. Die Hauptaktivitäten der Zulieferindustrie konzentrierten sich hierbei auf Technologien, wie Leichtbau, Software und Vernetzung, Fahrassistenzsysteme und Verbrennungsmotor. In diesen Technologien wurden über den Zeitraum von 2010 bis 2015 von den 6 analysierten Zulieferern die meisten Innovationen entwickelt. Die Ergebnisse wurden durch 9 Interviews mit industrienahen Experten validiert. Die Auswahl der Experten hatte hierbei zum Ziel, verschiedene Perspektiven miteinzubeziehen, um eine vollständige Darstellung der Thematik zu erhalten. Einfluss auf den Innovationspfad nehmen unter anderem die Größe des Forschungs- und Entwicklungsbudgets, die Tradition der Ingenieure, die Zustimmung des Managements und die Organisationsstruktur.

Als externe Faktoren stellten sich hierbei unter anderem die Kostenstruktur des Standorts und die Preispolitik der Automobilhersteller heraus. Diese externen Faktoren bewegen die Unternehmen, weitere inkrementelle Verbesserungen zu entwickeln, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Die Politik kann ebenso durch Gesetzesänderungen Auswirkungen auf die Innovationsstrategie der Zulieferindustrie haben.

Bei den Innovationschritten handelte es sich im analysierten Zeitraum einheitlich um inkrementelle Schritte. Radikale Innovationen hingegen könnten laut Expertenmeinung durch den zukünftigen Trend des autonomen Fahrens anstehen. Weiterhin liegt der Fokus der Zulieferer auf Produktinnovationen, gefolgt von Prozessinnovationen. Marketing- und Organisationsinnovationen stehen nicht im Mittelpunkt der Innovationsstrategie. Die analysierten Zulieferer innovierten mehrheitlich Entwicklungen, die sich durch die Merkmale erhöhte Sicherheit, Umweltfreundlichkeit, Leichtbau und Effizienzsteigerung auszeichnen. Das Merkmal Design und somit auch die Ästhetik spielen eine eher untergeordnete Rolle. Eine Ausnahme hiervon bilden die Komponenten im sichtbaren Bereich, wie zum Beispiel Scheinwerfer, bei denen das Design sehr wohl ein wichtiges Merkmal darstellt.

Hinsichtlich des Marktprinzips scheint eine Verallgemeinerung, ob Demand Pull oder Technology Push vorherrschen, nicht möglich. Grundsätzlich gilt, dass die Automobilhersteller die Innovationsrichtung grob vorgeben, jedoch Zulieferer auch eigenständig Innovationspotentiale erkennen und dementsprechend auch eigenständige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten betreiben.

Die Betrachtung aus einer Frugalitätsperspektive ergab, dass das Potential frugaler Innovationen in der deutschen Zulieferindustrie in Bezug auf den Heimatmarkt bisher nicht ausreichend wahrgenommen wird. Für die globale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen hingegen werden frugale Innovationen als besonders relevant angesehen, da diese einen unmittelbaren Einfluss auf den Erfolg in Schwellenländern und zukünftigen Wachstumsmärkten haben. Die Ergebnisse der

Schlüsselwortanalyse der Patente deuten darauf hin, dass frugale Charakteristika eine entscheidende Rolle spielen. Die Erschwinglichkeit der Innovationen und der technischen Erfindungen in der deutschen Automobilzulieferindustrie nimmt eine Schlüsselrolle bei der Sicherung der langfristigen, nationalen wie globalen Wettbewerbsfähigkeit ein. Auch das häufige Vorkommen des Schlüsselwortes „einfacher" in den untersuchten Patenten deutet auf das Vorhandensein frugaler Charakteristika hin. Erkenntnisse aus Interviews lassen weiterhin darauf schließen, dass frugale Innovationen unter anderem auch in Produktnischen, wie Klimaanlagen oder Kabeltechnologie, möglicherweise auch im deutschen Markt eine sehr wichtige Rolle spielen werden. Die große Bedeutung, die den Innovationsmerkmalen Erschwinglichkeit und Vereinfachung der Innovationen zukommt, zeigt das Potential frugaler Innovationen in dieser Industrie, denn diese Merkmale zählen unter anderem auch zu den Hauptkriterien frugaler Innovationen.

6 Limitationen und Ausblick

Eine Limitation der Arbeit besteht in der Verwendung von öffentlich zugänglichen Informationen. Des Weiteren wurden die einzelnen Innovationen nicht durch externe Experten hinsichtlich ihrer Art und ihres Neuheitsgrades beurteilt. Dennoch zeigen die Ergebnisse der Teilstudien (Fallstudien, Patentanalysen und Expertenbefragung) eine hohe Konsistenz auf und besitzen somit eine signifikante Aussagekraft.

Die Studie zeigt Innovationspfade und wichtige Einflussfaktoren der deutschen Automobilzulieferindustrie auf. Auch erfolgte eine Bewertung des Phänomens frugale Innovation für diese Industrie. Die Arbeit wirft zukünftige Forschungsfragen im Hinblick frugaler Innovationen in Industrienationen auf. Zum einen entstand die Fragestellung, ob deutsche Ingenieure und Ingenieure aus Industrienationen allgemein, die notwendige Denkweise besitzen, um frugale Innovationen zu entwickeln. Zum anderen ergibt sich die Frage, ob frugale Innovationen ein Nischenphänomen bezogen auf die Anwendbarkeit in Industrienationen sind oder ob das Konzept auch in größerem Rahmen in Industrienationen Anwendung finden kann. Dabei gilt es zu berücksichtigen, ob frugale Innovationen aus wirtschaftlicher Sicht und aus Sicht der Kundenakzeptanz Erfolg in Industrienationen verzeichnen können. Die Ergebnisse dieser Arbeit bieten des Weiteren Raum für weiterführende Vergleichsstudien, um mögliche Unterschiede zwischen dem deutschen Markt und weiteren Ländern, in welchen der Frugalität eine Bedeutung zukommt, durchzuführen.

7 Literaturverzeichnis

Ambrosi, Massimiliano; Koeder, Thilo; Schmitt, Holger (2014): Elektromagnetisch betätigtes Ventil, insbesondere für hydraulische Bremsanlagen von Kraftfahrzeugen. Veröffentlichungsnr: DE10253769B4. F16K31/0655.

Arthur, W. Brian (1988): Competing technologies: an overview. G. Dosi, C. In: *Technical Change and Economic Theory. London: Pinter*.

Autonews (2008): Zulieferer des Tata Nanos. Online verfügbar unter http://www.autonews.com, zuletzt geprüft am 06.03.2017.

Basberg, Bjørn L. (1987): Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature. In: *Research Policy* 16 (2-4), S. 131–141.

Baxter, Pamela; Jack, Susan (2008): Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. In: *The qualitative report* 13 (4), S. 544–559.

Bergmann, Stephan; Tiwari, Rajnish (2016): isibility and Acceptance of Frugal Innovation in German-speaking Countries. *Scientific Symposium on Potentials of Frugal Innovation in Industrial Countries*.

Berylls Strategy Advisors (04.04.2016): Berylls Untersuchung „5. Global Top Automotive Suppliers 2015". Stärkstes Wachstum seit 2010 geprägt durch zahlreiche Firmenübernahmen. Online verfügbar unter http://www.berylls.com/media/informationen/downloads/presse/160404_Top-100-Automobilzulieferer.pdf, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Bratzel, Stefan; Retterath, Gerd; Hauke, Niels (2015): Automobilzulieferer in Bewegung: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Cohen, Wesley M.; Levinthal, Daniel A. (1989): Innovation and learning: the two faces of R & D. In: *The economic journal* 99 (397), S. 569–596.

Continental AG (2011): Geschäftsbericht 2010. Online verfügbar unter http://www.continental-corporation.com/www/download/portal_com_de/themen/ir/finanzberichte/archiv/download/gb2010_de.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2017.

Continental AG (2012): Geschäftsbericht 2011. Online verfügbar unter http://www.continental-corporation.com/www/download/portal_com_de/themen/ir/finanzberichte/archiv/download/gb_2011_de.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2017.

Continental AG (2015): Konzernpräsentation. Online verfügbar unter http://www.continental-corporation.com/www/download/presseportal_com_de/themen/basisinformationen/ueber_continental/download/konzern_praesentation_de.pdf, zuletzt aktualisiert am 31.12.2015, zuletzt geprüft am 09.02.2017.

Daim, Tugrul U.; Rueda, Guillermo; Martin, Hilary; Gerdsri, Pisek (2006): Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. In: *Technological Forecasting and Social Change* 73 (8), S. 981–1012.

Dosi, Giovanni (1982): Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. In: *Research Policy* 11 (3), S. 147–162.

Dosi, Giovanni; Freeman, Christopher; Nelson, Richard; Silverberg, Gerald; Soete, Luc (1988): Technical change and economic theory: Pinter London.

Garud, Raghu; Karnøe, Peter (2001): Path creation as a process of mindful deviation. In: *Path dependence and creation* 138.

Gassmann, Oliver; Winterhalter, Stephan; Wecht, Christoph (2014): Frugal Innovation-die aufstrebende Mittelklasse gewinnen. In: *HSG Focus (elektronische Version)* 2 (2), S. 16–18.

Gerybadze, Alexander; Reger, Guido (1999): Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational corporations. In: *Research Policy* 28 (2), S. 251–274.

Goffin, Keith; Herstatt, Cornelius; Mitchell, Rick (2009): Innovationsmanagement: Strategien und effektive Umsetzung von Innovationsprozessen mit dem Pentathlon-Prinzip: FinanzBuch Verlag.

Gopalakrishnan, Shanti; Damanpour, Fariborz (1997): A review of innovation research in economics, sociology and technology management. In: *Omega* 25 (1), S. 15–28.

Griliches, Zvi (1990): Patent statistics as economic indicators: a survey. National Bureau of Economic Research.

HELLA KGaA Hueck & Co. (2012): Geschäfsbericht 2011/2012. Online verfügbar unter http://www.hella.com/hella-com/assets/media_global/Geschaeftsbericht_DE_11-12.pdf, zuletzt geprüft am 21.02.2017.

Hofstede, Geert (2016): Kulturelle Dimensionen Deutschlands. Online verfügbar

unter https://geert-hofstede.com/germany.html, zuletzt geprüft am 01.11.2016.

Horton, Joanne; Macve, Richard; Struyven, Geert (2004): Qualitative research: experiences in using semi-structured interviews. In: *The real life guide to accounting research*, S. 339–357.

IKB (2014): Automobilzulieferer: Anhaltender Investitionsbedarfaufgrund fortschreitender Internationalisierung. Ergebnisse einer Auswertung von Jahresabschlüssen 2013 und Zwischenabschlüssen 2014 mittelständischer Zulieferer. Online verfügbar unter https://www.ikb.de/MediaLibrary/642e2cae-c93b…/141209_Automobilzulieferer.pdf, zuletzt geprüft am 09.03.2017.

Kline, Stephen J.; Rosenberg, Nathan (1986): An overview of innovation. In: *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth* 14, S. 640.

Leech, Beth L. (2002): Asking questions: techniques for semistructured interviews. In: *Political Science & Politics* 35 (04), S. 665–668.

Leoni (2016): Geschäftsbericht 2015. Online verfügbar unter https://www.leoni.com/fileadmin/corporate/publications/reports/2015/geschaeftsbericht_2015.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2017.

Mahle (2014): Wechsel an der Führungsspitze bei MAHLE. Online verfügbar unter http://www.mahle.com/mahle/de/news-and-press/press-releases/wechsel-an-der-fuhrungsspitze-bei-mahle-13632?c=1, zuletzt geprüft am 13.02.2017.

Mahle (2016): Geschäftsbericht 2015. Online verfügbar unter http://www.annualreport.mahle.com/2015/de/, zuletzt geprüft am 03.05.2017.

Meyer, Uli (2016): Innovationspfade; Springer.

Mittra, J.; Tait, J.; Mastroeni, M.; Turner, M. L.; Mountford, J. C.; Bruce, K. (2015): Identifying viable regulatory and innovation pathways for regenerative medicine: a case study of cultured red blood cells. In: *New biotechnology* 32 (1), S. 180–190.

Mortensen, Peter Stendahl; Bloch, Carter Walter (2005): Oslo Manual-Guidelines for collecting and interpreting innovation data: Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD.

Nelson, Richard R.; Rosenberg, Nathan (1998): Science, technological advance and economic growth. In: *The dynamic firm, Oxford University Press, Oxford*, S. 45–59.

Norman, Donald A.; Verganti, Roberto (2014): Incremental and radical innovation: Design research vs. technology and meaning change. In: *Design issues* 30 (1), S. 78–96.

Prahalad, Coimbatore Krishnarao (2004): The fortune at the bottom of the pyramid: Eradicating poverty through profits. 2004. In: *Upper Saddle River, NJ: Wharton School Pub*.

Robert Bosch (2015): Geschäftsbericht 2014.

Robert Bosch (2017): Unternehmen. Online verfügbar unter http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/company-page.html, zuletzt aktualisiert am 13.01.2017.

Schaeffler AG (2015): Geschäftsbericht 2014.

Schaeffler AG (2016a): Geschäftsbericht 2015. Online verfügbar unter http://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media_rwd/08_investor_relations/reports/2015_schaeffler_annual_report_de.pdf, zuletzt geprüft am 04.05.2017.

Schaeffler AG (2016b): Geschäftsbericht 2015. Online verfügbar unter http://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media_rwd/08_investor_relations/reports/2015_schaeffler_annual_report_de.pdf, zuletzt geprüft am 27.04.2017.

Souitaris, Vangelis (1999): Research on the determinants of technological innovation: a contingency approach. In: *International Journal of Innovation Management* 3 (03), S. 287–305.

Souitaris, Vangelis (2002): Technological trajectories as moderators of firm-level determinants of innovation. In: *Research Policy* 31 (6), S. 877–898.

Spradley, James P. (2016): The ethnographic interview: Waveland Press.

Streeck, Wolfgang (1986): Kollektive arbeitsbeziehungen und industrieller wandel: Wissenschaftszentrum Berlin.

Tiwari, Rajnish; Fischer, Luise; Kalogerakis, Katharina (2016a): Frugal innovation in scholarly and social discourse: An assessment of trends and potential societal implications.

Tiwari, Rajnish; Kalogerakis, Katharina; Herstatt, Cornelius (Hg.) (2016b): Frugal innovations in the mirror of scholarly discourse: Tracing theoretical basis and antecedents. R&D Management Conference, Cambridge, UK.

Unruh, Marcus (2002): Piezoaktorkontaktierung für Einspritzventil. Angemeldet durch Continental Automotive GmbH am 04.11.2002. Anmeldenr: 10251225. Veröffentlichungsnr: DE 000010251225 B4.

Weyrauch, Timo; Herstatt, Cornelius (2016): What is frugal innovation? Three defining criteria. In: *Journal of Frugal Innovation* 2 (1), S. 1.

Yin, Robert K. (2013): Case study research: Design and methods: Sage publications.

Zeschky, Marco B.; Winterhalter, Stephan; Gassmann, Oliver (2014): From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. In: *Research-Technology Management* 57 (4), S. 20–27.

ZF Friedrichshafen (2014): Serienstart: Neue Generation des 8-Gang-Automatgetriebes von ZF im BMW 5er. Online verfügbar unter http://www.zf.com/corporate/de_de/press/list/release/release_8782.html, zuletzt geprüft am 21.12.2016.

ZF Friedrichshafen (2015): Geschäftsbericht 2014.

Danksagung

Die Autoren danken allen Fachexperten, die im Rahmen von Experteninterviews Ihre Einschätzungen zur Verfügung gestellt haben. Rajnish Tiwari bedankt sich bei der Claussen-Simon-Stiftung für eine großzügige Förderung seiner Habilitationsforschung an der TU Hamburg.