

Schlussbericht – (Kurzfassung)

zu IGF-Vorhaben Nr. 18851 N / 1

Thema

Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren Lieferanten durch eine effiziente und effektive Produktentstehung (WeLeeP)

Berichtszeitraum

01.09.2015 - 31.08.2017

Forschungsvereinigung

Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e.V.- GVB

Forschungseinrichtung(en)

Technische Universität Braunschweig, Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

Braunschweig, 15.12.2017

A. Karl, M.Sc.

Ort, Datum

Name und Unterschrift aller Projektleiterinnen und Projektleiter der
Forschungseinrichtung(en)

Gefördert durch:

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Inhaltsverzeichnis.....	2
Über das Forschungsthema	3
Wirtschaftliche Relevanz für KMU.....	4
Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung	4
Wirtschaftliche Bedeutung der Forschungsergebnisse für KMU	5
Wissenschaftlich-technischer Ansatz	7
Stand der Forschung und Entwicklung	7
Arbeitshypothese	8
Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse im Berichtszeitraum	9
Arbeitspaket 1: Identifikation der Anforderungen an eine Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development (5 Personenmonate).....	10
Arbeitspaket 2: Lean Development für KMU-Lieferanten (5 Personenmonate)	12
Arbeitspaket 3: Gestaltung der Schnittstellen (5 Personenmonate).....	14
Arbeitspaket 4: Entwicklung der Systematik zur Lieferantenintegration (3 Personenmonate)	16
Arbeitspaket 5: Anwendung und Validierung (6 Personenmonate).....	18
Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft	19
Bereits durchgeführte Transfermaßnahmen.....	19
Weitere geplante Transfermaßnahmen.....	21
Einschätzung zur Realisierbarkeit des vorgeschlagenen und aktualisierten Transferkonzepts	22
Literaturverzeichnis	25

Über das Forschungsthema

Zur langfristigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit ist es für Unternehmen aus dem industriellen Sektor entscheidend, die Entwicklungszeiten sowie -kosten zu senken. Durch die Einführung von Lean Development konnten Unternehmen große Erfolge verzeichnen. Welche Potenziale Lean Development in der Produktentstehung bietet, zeigt Toyota durch den Einsatz des Toyota Product Development Systems. So entwickelt Toyota Kraftfahrzeuge innerhalb von 15 Monaten vom Designfreeze bis zum Start of Production, europäische Hersteller hingegen benötigen 27 Monate. Dabei investiert Toyota für Forschung und Entwicklung lediglich 3,6 % des Umsatzes. Zum Vergleich investieren amerikanische Hersteller im Durchschnitt 4,8 % und europäische Hersteller sogar 5,5 % ihres Umsatzes für Forschung und Entwicklung. [Morg 06] S. 11 Untermauert wird das hohe Nutzenpotential von Lean Development durch die Ergebnisse einer Studie, die in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) der TU Braunschweig sowie dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) durchgeführt wurde [Hopp 09]. Daher haben bereits viele deutsche Hersteller, wie Bosch, Miele, Volkswagen oder Siemens, Lean Development erfolgreich eingeführt [Zahn 13] S. 88.

Damit Lean Development seine volle Wirksamkeit entfalten kann, müssen alle Partner im Wertschöpfungsnetzwerk nach den gleichen Prinzipien und Methoden arbeiten. Diese müssen auf die jeweiligen Rahmenbedingungen abgestimmt werden. Insbesondere für Hersteller, die nach den Prinzipien des Lean Development Produkte entwickeln, ist die frühe und aktive Einbindung der Lieferanten notwendig, um Effekte in der ganzen Wertschöpfungskette erzielen zu können. [Fior 05] S. 143/144 Dies wird bislang allerdings nur unzureichend umgesetzt [Hopp 09] S. 74, sodass keine Einbindung der Lieferanten sowie Effekte über die ganze Wertschöpfungskette entstehen [Fior 05] S. 146, [Morg 06] S. 200. Durch eine engere Einbindung können vor allem für kleine und mittlere Lieferanten Vorteile entstehen, wie Mitbestimmung im Produktentstehungsprozess sowie Einflussnahme auf Lastenhefte und wesentlichen Produktmerkmale. [Wann 08] S. 112 Zudem können Lieferanten im Sinne des Komplexitäts- und Variantenmanagement Einfluss auf die Produktgestaltung sowie -verbesserung nehmen. [Ehrl 14] S. 34 Somit können hohe Investitionen für neue Maschinen und Anlagen vermieden werden, welche kleine und mittlere Lieferanten nicht immer realisieren können.

Allerdings bedarf die frühzeitige Einbeziehung von KMU-Lieferanten einer Implementierung von Schnittstellen im Rahmen der Lieferantenintegration, welche durch den Einsatz von Prinzipien und Methoden des Lean Developments geschaffen werden können. Dabei ist eine direkte Übertragung der Lean Development Ansätze von Herstellern auf KMU-Lieferanten auf Grund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen, wie finanzielle Mittel oder Personalknappheit, nicht zielführend.

Ein weiterer Trend bei Herstellern, die Lean Development eingeführt haben, sind enge, partnerschaftliche Beziehungen mit wenigen Lieferanten. [Fior 05] S. 146, [Morg 06] S. 200 Hierbei verlangen Hersteller, dass sich Lieferanten auf die Entwicklungsprozesse des Herstellers einstellen und ebenfalls Lean Development einführen. Dies ist besonders für KMU-Lieferanten relevant, da diese durch langfristige Partnerschaften Planungssicherheit erlangen. Diese Einführungsaufwände werden in der Folge durch effizientere Produktentwicklungsprozesse sowie eine Kosten- und Zeitreduktion in der Entwicklung kompensiert. Darüber hinaus können kleine und mittlere Zulieferer eine bessere Stellung, aufgrund einer engeren Kooperation mit großen Herstellern, erlangen. [Domb 15b] S. 625/629

Daher sollen im Rahmen des Forschungsvorhabens Lean Development-Ansätze zur Verbesserung der Lieferantenintegration von kleinen und mittleren Lieferanten erarbeitet werden. Hierzu ist es notwendig, dass diese Lieferanten frühzeitig in den Entwicklungsprozess miteinbezogen werden. Folglich müssen geeignete Lean Development-Prinzipien und -Methoden für KMU identifiziert und an das Lean Development großer Unternehmen angepasst werden.

Wirtschaftliche Relevanz für KMU

Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Viele große Unternehmen, aber auch KMU, haben in der Vergangenheit ihre Produktivität und Flexibilität in der Produktion durch die Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS) erheblich gesteigert [VDI 2870] S. 62. Die erzielten Erfolge in der Produktion haben Unternehmen dazu veranlasst, die Ansätze auf die Produktentstehung, zu übertragen [Like 11] S. 16. Diese Vorgehensweise gewinnt zunehmend an Bedeutung, da sich die Produktlebenszyklen stetig verkürzen, sodass neue Produkte in immer kürzer werdenden Intervallen neu entwickelt und auf den Markt gebracht werden müssen. Gleichzeitig steigen Qualitätsanforderungen und der Druck, Kosten zu senken. [Domb 13] S. 123/124 Als Reaktion auf diese gestiegenen Anforderungen fokussieren sich große Hersteller zunehmend auf ihre Kernkompetenzen. Daher übernehmen kleine und mittlere Lieferanten immer größere Anteile in der Produktion als auch in Forschung und Entwicklung, woraus sich ein höherer Kosten- und Wettbewerbsdruck für KMU ergeben. [Schn 11] S. 39/40, [Prof 08] S. 275 Auf diese Weise können große Unternehmen einen hohen Innovationsgrad bei gleichzeitig immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen zu Lasten von kleinen und mittleren Lieferanten ermöglichen [Gass 06] S. 490/491. Entsprechend einer Studie wird der Anteil der Hersteller in Forschung und Entwicklung 2025 auf 47 % sinken. Zulieferer hingegen werden ihren Anteil auf 36 % erhöhen. Bei Engineering-Dienstleistern ist mit einer Verdopplung des Entwicklungsanteils im Jahr 2025 auf 17 % die größte Veränderung abzusehen. [Berk 12] S. 41/42 Durch den hohen Entwicklungsanteil der Lieferanten am Endprodukt sind Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz und Effektivität der Produktentstehung immer auch auf die Lieferanten zu beziehen. [Like 95] S. 152, [Fior 05] S. 151, [Morg 06] S. 179/180

Traditionell haben Unternehmen allerdings mit einer großen Anzahl von kleinen und mittleren Lieferanten zusammengearbeitet, um das Risiko einer Abhängigkeit von einem Lieferanten zu verringern. [Like 95] S. 178, [Morg 06] S. 200, [Fior 05] S. 146 Problematisch ist hierbei die Steuerung der hohen Anzahl an Lieferanten und dem damit verbundenen erheblichen Kapazitätsbedarf beim Hersteller. [Hopp 09] S. 96 Dies hat zur Folge, dass deren Fähigkeiten und Wissen oft nur unzureichend genutzt werden. Weiterhin geben 74 % der Teilnehmer einer Studie an, dass die Ursachen von Störungen bei Neuanläufen durch den Lieferanten verursacht werden [Wagn 12] S. 99/100. Die Lieferantenauswahl erfolgt anhand des groben Beschaffungspreises und dem geschätzten Beschaffungsvolumen, was zu einem verstärkten Wettbewerb zwischen KMU führt. Kooperationsbereitschaft und Entwicklungskompetenz der Lieferanten werden dabei oft zu wenig berücksichtigt. [Kirs 08] S. 95/96, [Morg 06] S. 191/192, [Ward 07] S. 78 So sind Lieferanten beim Wissensaustausch zurückhaltend, um eine bessere Position bei Preisverhandlungen zu haben [Like 95] S. 152, [Morg 06] S. 193, [Ward 07] S. 83. Hierdurch resultieren Nachteile für Hersteller als auch für kleine und mittlere Lieferanten.

Unternehmen, die über einen hohen Lean Development-Reifegrad verfügen, verfolgen bei der Lieferantenintegration jedoch grundsätzlich eine andere Strategie (vgl. auch [Domb 16b]). Es wird eher eine langfristige, partnerschaftliche Zusammenarbeit mit wenigen Lieferanten angestrebt.

Hierbei werden die Lieferanten sehr früh in den Produktentstehungsprozess eingebunden und die Ingenieure der Lieferanten arbeiten sehr eng mit denen der Hersteller zusammen, sodass durch diese Kooperation in der Entwicklung Vorteile für KMU entstehen. [Morg 06] S. 194 Die Einführung von Lean Development bewirkt Veränderungen der Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Lieferanten. Auch bei der Lean Development Einführung ist, vergleichbar mit der GPS-Einführung, eine Erweiterung bestehender Systeme auf die Lieferanten notwendig. [Ohno 09] S. 104, [Shin 93] S. 161 Weiterhin führt die Einführung zu Veränderungen der Schnittstellen zwischen Hersteller und Lieferant. Die Veränderungen lassen sich durch die Betrachtung des Gestaltungsprinzips Frontloading verdeutlichen. Beim Frontloading werden die Tätigkeiten der späteren Phasen in die vorderen Phasen der Produktentstehung vorgezogen. [Morg 06] S. 39/40 Für eine durchgängige Anwendung von Frontloading ist die frühzeitige Integration der Lieferanten in den Produktentstehungsprozess zwingend erforderlich, um spätere Änderungen zu vermeiden. Insbesondere die dem Frontloading zugeordnete Methode Set-Based Engineering bedarf einer starken Beziehung zwischen Hersteller und Lieferant. Dabei ist es erforderlich, dass auch der Lieferant Set-Based Engineering in der Produktentstehung einsetzt. [Morg 06] S. 284, [Like 96] S. 169 Zudem muss der Hersteller dem Lieferanten vertrauen, dass dieser das beste Design aus Sicht des Kunden entwickelt und nicht die verfügbaren Toleranzen nutzt, um die günstigste Lösung zu entwickeln. [Like 96] S. 169, [Romb 10] S. 104 Die Eliminierung von Lösungsalternativen des Lieferanten erfolgt beim Set-Based Engineering durch den Hersteller, der diese im Gesamtzusammenhang des Endproduktes bewertet. Daher erfordert die Anwendung von Set-Based Engineering einen erheblichen Abstimmungsaufwand und die Synchronisation der Prozesse zwischen Lieferant und Hersteller. [Ward 07] S. 117 Hierzu werden zumeist Quality Gates im Prozess definiert. Dabei werden bei Erreichung eines Quality Gates die Entwicklungsergebnisse mit den internen sowie externen Kundenanforderungen abgeglichen. Daher ist es für Hersteller, die Lean Development eingeführt haben, erforderlich, mit Lieferanten zusammenzuarbeiten, die mittels Lean Development arbeiten. Dementsprechend steigt der Druck bei Lieferanten, Lean Development in ihrem Unternehmen zu implementieren, um auf diese Weise die Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Wirtschaftliche Bedeutung der Forschungsergebnisse für KMU

Das Forschungsvorhaben fokussiert kleine und mittlere Lieferanten, die über eine eigene Produktentstehung verfügen. Des Weiteren werden Entwicklungsdienstleister berücksichtigt, da diese einen zunehmenden Anteil der Entwicklungsleistung übernehmen. Dabei zielt das Forschungsvorhaben jedoch nicht ausschließlich auf eine Optimierung der beteiligten Unternehmen ab, sondern vielmehr auf die gesamte Entwicklungskette. Die frühzeitige Integration der kleinen und mittleren Lieferanten sowie unabhängigen Entwicklungsdienstleister in den Produktentstehungsprozess bietet dabei sowohl dem Hersteller als auch dem Lieferanten erhebliche Potenziale. So sind Effizienzressourcen im zweistelligen Prozentbereich vorhanden. [Berr 09] S. 346 Einerseits erhalten Lieferanten die Möglichkeit, sowohl an den Potenzialen der Lean Development Einführung zu partizipieren als auch eine langfristige Perspektive bei der Zusammenarbeit. Andererseits hat die Einführung von Lean Development bei Lieferanten einen positiven Einfluss auf die Prozesse beim Hersteller. Hierdurch erhöht sich gleichermaßen die Attraktivität der Lieferanten als strategischer Partner für den Hersteller. Das Forschungsvorhaben zielt besonders auf die Verbesserung der drei Zielgrößen Entwicklungszeit, -kosten und -qualität ab.

Entwicklungszeit: Die Zeitspanne, um Produkte auf den Markt zu bringen, ist in vielen Märkten bereits der entscheidende Wettbewerbsfaktor, um den maximalen Verkaufspreis zu erzielen.

Insbesondere für Lieferanten ist die termingerechte Lieferung von Entwicklungsergebnissen von entscheidender Bedeutung. In kleinen und mittleren Unternehmen benötigen die Entwickler einen erheblichen Anteil ihrer Arbeitszeit für Projektmanagementaufgaben sowie der Kommunikation mit dem Entwicklungspartner. Daher haben kleine und mittlere Unternehmen oft nur wenig Zeit für die Entwicklung ihrer Produkte. Hierdurch bleibt den Unternehmen nur wenig Zeit für einen mehrfachen Regelkreisdurchlauf zur Optimierung der Produktgestaltung [Ehrl 14] S. 34 Durch die frühzeitige Integration und somit der intensiven Kommunikation können späte Änderungen und Iterationen sowohl beim Lieferanten als auch beim Hersteller vermieden werden. Praxisberichten zur Folge können Unternehmen durch die Einführung von Lean Development ihre Entwicklungsdauer um 50 % reduzieren [Shoe 11] S. 7, [Naug 11] S. 4.

Entwicklungskosten: Wesentliche Kosten in der Produktentstehung entstehen durch Personalkosten sowie bspw. für die Erstellung von Prototypen oder Softwareanschaffungen. Die Personalkosten können in wertschöpfende und nicht-wertschöpfende Tätigkeiten unterteilt werden. Verschiedene Studien zeigen, dass der Anteil der wertschöpfenden Tätigkeiten in der Produktentstehung ca. 12-20 % beträgt. [Fior 05] S. 74, [Ward 07] S. 19/21 Die Anwendung von Lean Development zielt auf die Vermeidung von Verschwendung ab, beispielsweise können hierdurch die Personalkosten um 20 % reduziert werden [Gild 08] S. 18. Insbesondere bei KMU ist es auf Grund der erschwerten Mitarbeiterakquise entscheidend, die vorhandenen Kapazitäten effizient zu nutzen. So geben beispielsweise 29 % der befragten KMU an, ihr Personal nicht zu erhöhen, da kein geeignetes Personal auf dem Arbeitsmarkt zu finden ist [Wolf 14] S. 31. Bei der Anwendung vom Set-Based-Engineering werden zahlreiche Prototypen in einer sehr frühen Phase der Produktentstehung erstellt und getestet, wodurch die Gesamtkosten reduziert werden können. Insgesamt zeigen Praxisberichte, dass durch Lean Development der Ressourcenbedarf um mehr als 25 % reduziert werden kann. Des Weiteren konnten insgesamt 73 % Ertragssteigerungen erzielt werden. [Barr 10] S. 9, 12, [Gild 08] S. 18

Qualität: Die Qualität der Produktentstehung ist ein Maß für die Erfüllung der Kundenwünsche und kann durch die Anwendung von Lean Development maßgeblich verbessert werden. Durch die intensive Zusammenarbeit im Lean Development lernt der Lieferant die Prozesse und Strukturen kennen und kann somit besser auf die Wünsche und Erwartungen der Hersteller reagieren. Hierdurch wird eine höhere Kundenorientierung beim Lieferanten ermöglicht. Des Weiteren ermöglicht die Synchronisation der Prozesse eine flexible Reaktion auf die individuellen Bedingungen der Kunden und verbessert somit die Kooperation und Position von KMU. [Hofb 12] S. 107 Die Betrachtung der Neuwagen-Qualitätsstudie J.D. Power „US Initial Quality Study (IQS)“, bei der ca. 80.000 Käufer die Qualität ihres neuen Automobils in den ersten drei Monaten nach dem Kauf beurteilen, zeigt, dass Toyota in dem Betrachtungszeitraum von 2001-2013 dominiert. Toyota war in dem Betrachtungszeitraum 58-facher Sieger der Neuwagen-Qualitätsstudie, wohingegen nordamerikanische Hersteller nur für 29 Modelle und europäische Hersteller für 22 Modelle prämiert wurden. [JDPo 01-13]

Das hohe Nutzenpotenzial der Lean Development-Einführung kann durch zahlreiche Studien belegt werden. So wird der Nutzen in vier von fünf Unternehmen als überdurchschnittlich bewertet [Grae 07] S. 49/50. Eine weitere Studie bewertet den Nutzen der einzelnen Lean Development-Elemente. Die durchschnittliche Bewertung aller Elemente schwankt zwischen hoch und sehr hoch. [Hopp 09] S. 77 Die Einführung von Lean Development hat einen sehr guten bis guten Einfluss auf die Effektivität und Effizienz der Produktentstehung (vgl. Abbildung 1). [Domb 11] S. 4, [Domb 16a] S. 393/394

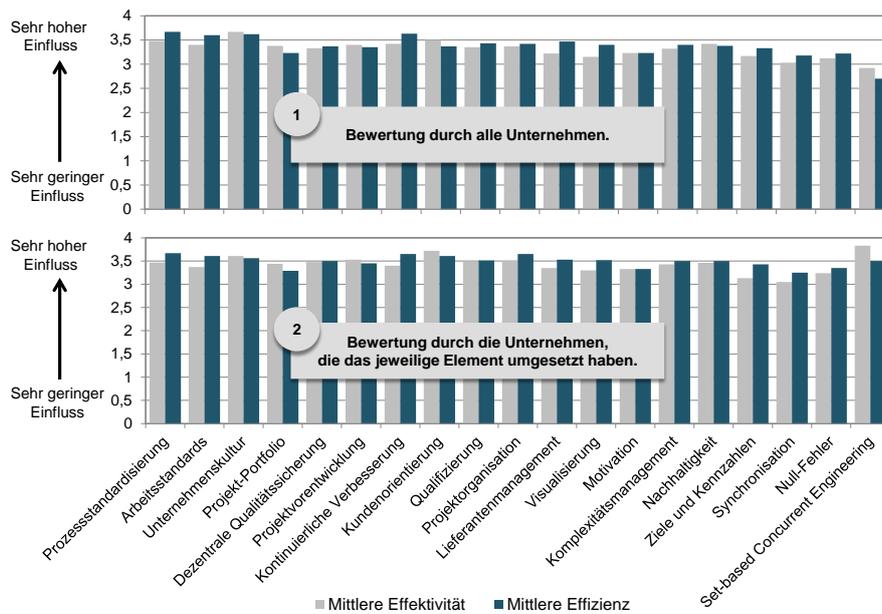


Abbildung 1: Mittlere Effizienz & Effektivität von Lean Development-Methoden [Domb 11] S. 4

Wissenschaftlich-technischer Ansatz

Stand der Forschung und Entwicklung

In der Literatur existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen des Lieferantenmanagements. Als wesentliche Bereiche lassen sich dabei die drei Aktivitäten des Managements der Lieferantenbasis, der Lieferantenentwicklung und der Lieferantenintegration klassifizieren. [Boga 10] S. 39, [Hofb 12] S. 24 Die Lieferantenintegration beschreibt in diesem Zusammenhang die Einbindung von Lieferanten in die Unternehmensprozesse und -abläufe. Hierdurch sollen die Prozesse und Systeme synchronisiert werden, um eine effektive und erfolgreiche Zusammenarbeit zu gewährleisten. [Hofb 12] S. 109 Obwohl die Lieferantenintegration eine bedeutende Stellung im gesamten Lieferantenmanagement innehat, wurde diese häufig nur im Kontext der Beschaffung analysiert [Arno 04] S. 20/21, [Hofb 12] S. 35/36. Dabei zeigt sich jedoch, dass der Prozess der Lieferantenintegration weit über den Beschaffungsprozess hinausgeht. Hofbauer untergliedert den Prozess der Lieferantenintegration in eine Integration in der Entwicklungsphase und Industrialisierungsphase. [Hofb 12] S. 21 Bereits 1991 konnten Clark und Fujimoto auf Basis von Untersuchungen amerikanischer und japanischer Unternehmen unterschiedliche Strategien der Lieferantenintegration innerhalb des Produktentstehungsprozesses identifizieren. [Clar 91] S. 136/137 Durch zahlreiche Untersuchungen ist der positive Einfluss der Lieferantenintegration auf Entwicklungszeiten, Produktqualität, Produzierbarkeit sowie eine verbesserte Effektivität und Effizienz im Produktentstehungsprozess heute nahezu unumstritten. [Aoki 13] S. 113, [Raga 97] S. 190, [Zhao 14] S. 1062 Unternehmen die Lieferanten früh in den Produktentstehungsprozess integrieren, können eine durchschnittliche Verbesserung der Entwicklungszeit und -kosten von 20 % im Vergleich zu Unternehmen ohne Lieferantenintegration erzielen, [Monc 00] S. 7, wobei diese Potenziale von der frühzeitigen Integration, Projekt und Branche abhängig sind [Schu 08] S. 247.

Dabei ist allen Ansätzen gemeinsam, dass kein Ansatz die Anforderungen von Lean Development bei der Lieferantenintegration berücksichtigt. Auf Grund unterschiedlicher Rahmenbedingungen zwischen Lieferanten und Hersteller ist eine Übertragung von Lean Development nicht zielführend. Dabei hat die Aufgabenverteilung in Abhängigkeit des

Integrationszeitpunktes einen erheblichen Einfluss. Je nach Integrationszeitpunkt erhält der Lieferant unterschiedliche Vorgaben hinsichtlich der Produktgestaltung [Ehrl 14] S. 34, [Kama 94] S. 164, wodurch die Auswahl der entsprechenden Lean Development-Methoden und die Gestaltung der Schnittstelle erheblich beeinflusst werden. Auch werden bei den bestehenden Ansätzen die Herausforderungen und Rahmenbedingungen von KMU nur ungenügend berücksichtigt. Um die Lieferantenintegration kleiner und mittlerer Lieferanten mittels Lean Developments zu verbessern, müssen folglich geeignete Ansatzpunkte (beispielsweise durch Anpassung von geeigneten Prinzipien und Methoden des Lean Developments) identifiziert werden.

Das Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH (KME) hat das Projekt „Lean Development in KMU“ gefördert, welches zum Ziel hat, die Entwicklungsabläufe von KMU zu verbessern. Hierzu wird ein Leitfaden zur Einführung von Lean Development entwickelt. Es werden jedoch nicht die Besonderheiten von kleinen und mittleren Lieferanten, die bei der Konzeption von Lean Development berücksichtigt werden müssen, betrachtet. [Lind 12] Zudem erfolgt keine Betrachtung der Schnittstelle zwischen Lieferant und Hersteller, diese ist jedoch bei der Konzeptionierung von Lean Development für Lieferanten entscheidend. Einen ähnlichen Ansatz, wie der vorliegende Antrag, verfolgte das von der AiF geförderte Forschungsvorhaben „Ganzheitliche Produktionssysteme entlang der Wertschöpfungskette“ (AiF-Vorhaben-Nr. 14671 N). Das Ziel war, den Nutzen und die Einsatzbedingungen GPS im Zusammenwirken der gesamten Wertschöpfungskette zu untersuchen. Darauf aufbauend wurde in diesem Vorhaben, insbesondere für KMU der Stückgutindustrie, eine Hilfestellung zur GPS-Einführung entwickelt. [Deus 07] Dabei beschränkt sich der Anwendungsbereich GPS auf die Produktion mit den dazugehörigen Unterstützungsprozessen [VDI 2870] S. 11/12. Auf Grund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen zwischen Produktentstehung und Produktion ist die Anwendung bestehender Ansätze der Produktion nicht zielführend. In der Produktentstehung handelt es sich bspw. vornehmlich um einen Informationsfluss und in der Produktion um einen physischen Materialfluss. [Morg 06] S. 315

Arbeitshypothese

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren Lieferanten durch eine effiziente und effektive Produktentstehung mittels Lean Development. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine systematische Analyse und Adaption des Lean Developments an die Anforderungen von KMU-Lieferanten notwendig auf dessen Basis die Lieferantenintegration von KMU-Lieferanten verbessert werden kann.

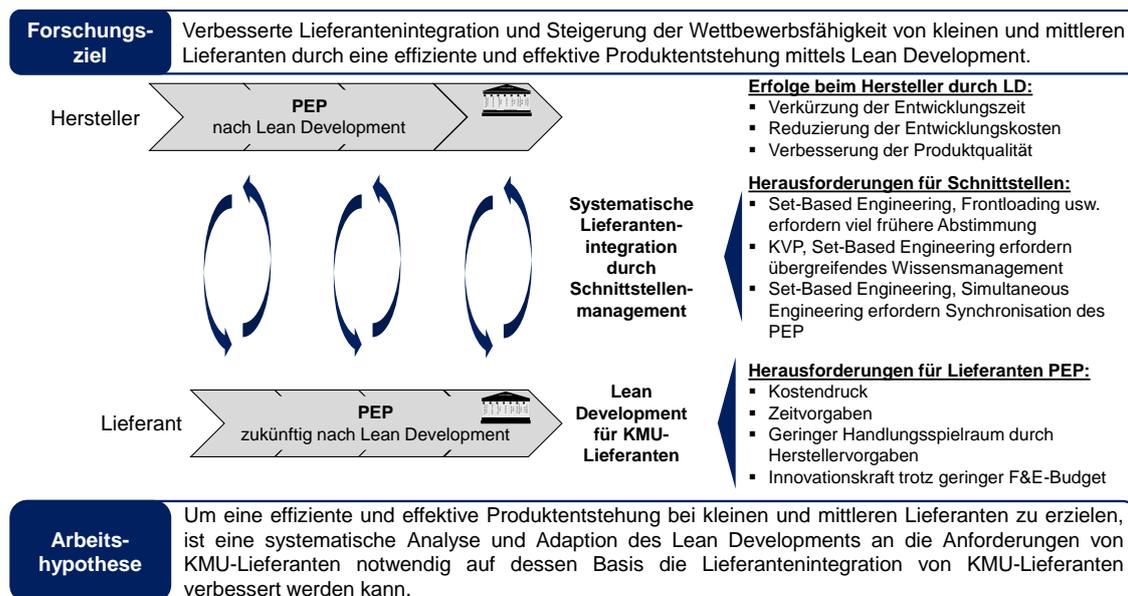


Abbildung 2: Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development

Auf Grund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen zwischen Hersteller und Lieferant ist eine direkte Übertragung von Lean Development nicht möglich. Der Integrationszeitpunkt von Lieferanten bestimmt dabei maßgeblich die Auswahl der einzuführenden Lean Development Prinzipien und Methoden. [Domb 16a] S. 616/617, [Domb 17 a] S. 393/394 Daher soll in dem Forschungsvorhaben eine Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development entwickelt werden, um Lieferanten zu befähigen, an den Potenzialen der Lean Development-Einführung zu partizipieren und den steigenden Herausforderungen der Hersteller zu begegnen. Hierzu ist zunächst ein für Lieferanten individuell anpassbares Lean Development zu entwickeln, welches die spezifischen Eigenschaften des Produktentstehungsprozesses bei Lieferanten berücksichtigt. Des Weiteren sind die Lean Development spezifischen Herausforderungen an die Schnittstelle zwischen Lieferant und Hersteller bei der Lieferantenintegration genauer zu spezifizieren, um diese mit Hilfe des Lean Developments zu optimieren. Auf diese Weise können in der Folge KMU-Lieferanten wichtige und knappe Ressourcen, wie finanzielle Mittel oder Personal, einsparen sowie die Produktentstehungsprozesse effizienter gestalten.

Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse im Berichtszeitraum

Das übergeordnete Ziel des Forschungsprojekts mit dem Akronym „WeLeeP“ ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren Lieferanten durch eine effiziente und effektive Produktentstehung. Um dieses Ziel zu realisieren, wurde das Gesamtprojekt gemäß dem Forschungsantrag in fünf Arbeitspakete unterteilt. Die genaue Bezeichnung der bearbeiteten Arbeitspakete ist nachfolgend aufgelistet und dient der weiteren Struktur dieses Schlussberichts:

- Arbeitspaket 1: Identifikation der Anforderungen an eine Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development (5 Personenmonate)
- Arbeitspaket 2: Lean Development für KMU-Lieferanten (5 Personenmonate)
- Arbeitspaket 3: Gestaltung der Schnittstellen (5 Personenmonate)
- Arbeitspaket 4: Entwicklung der Systematik zur Lieferantenintegration (3 Personenmonate)
- Arbeitspaket 5: Anwendung nach Lean und Validierung (6 Personenmonate)

Insgesamt fanden darüber hinaus während des gesamten Forschungsprojektes insgesamt fünf Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) statt, in denen wichtige Informationen zum aktuellen Projektstatus vorgestellt und neue Erkenntnisse im Rahmen unterschiedlicher Workshop-Einheiten erarbeitet wurden. Von den insgesamt fünf Projekttreffen fanden zwei im direkten industriellen Umfeld statt. Die verbleibenden drei Projekttreffen wurden am IFU abgehalten. Nachfolgend sind die Projekttreffen mit deren Termin aufgelistet:

- 1. Termin: 14.10.2015 am IFU, Braunschweig
- 2. Termin: 27.01.2016 bei Polytec, Löhne
- 3. Termin: 13.07.2016 bei Siemens Healthineers, Erlangen
- 4. Termin: 09.02.2017 am IFU, Braunschweig
- 5. Termin: 02.08.2017 am IFU, Braunschweig
- Zusätzlicher Termin: 23. u. 24.01.2018 am IFU, Braunschweig

Im Nachfolgenden soll auf die durchgeführten Arbeiten und deren erzielte Ergebnisse eingegangen werden. Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt den Verlauf des Forschungsprojekts.

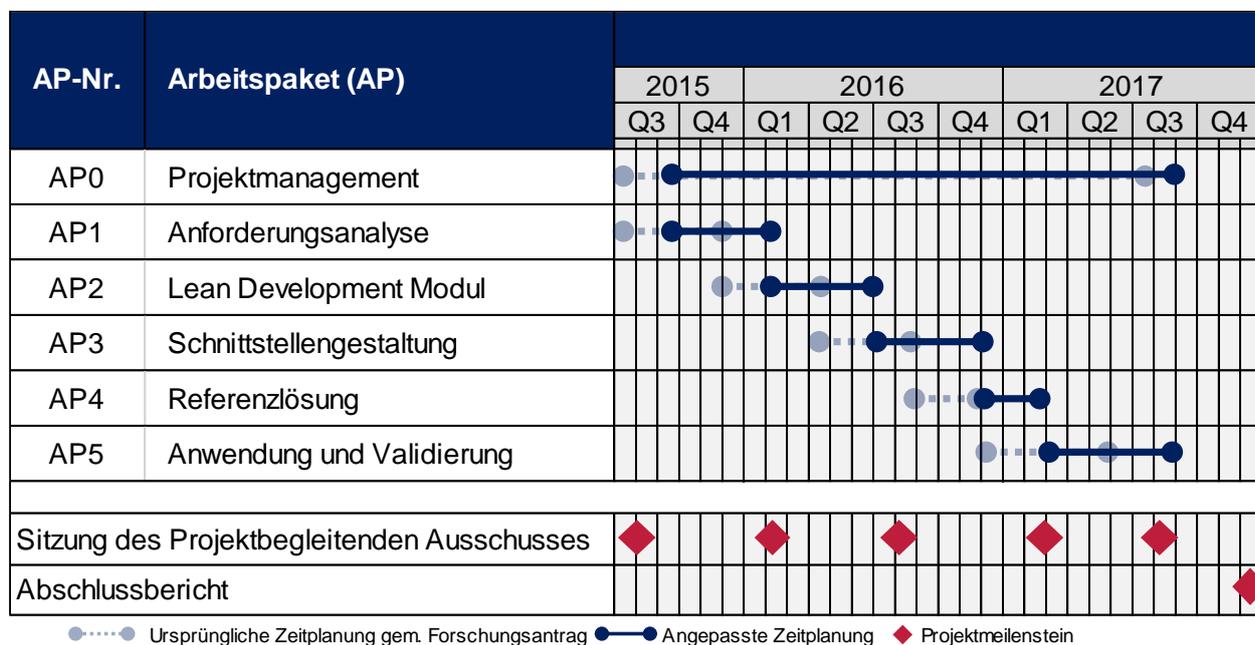


Abbildung 3: Zeitplanung des Forschungsprojekts

Arbeitspaket 1: Identifikation der Anforderungen an eine Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development (5 Personenmonate)

Geplante Arbeitspaketinhalte gemäß des Forschungsantrages: In Arbeitspaket 1 (AP 1) werden die Anforderungen an die Lieferantenintegration im Lean Development bestimmt. Hierbei sind sowohl die Schnittstellen zwischen Lieferanten und Hersteller zu untersuchen als auch die Unterschiede, welche bei der Einführung von Lean Development bei Lieferanten zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus soll eine Bestandsaufnahme der Lean Development Einführung sowie der Erfolgsfaktoren erfolgen. Beispielsweise soll die Bestandsaufnahme zeigen,

wie eine nachhaltige Verankerung des Lean Development in die Unternehmensorganisation möglich ist.

Durch die Entwicklung eines strukturierten Fragebogens sollen notwendige Anforderungen bestimmt werden. Zunächst erfolgt die Validierung des Fragebogens anhand von Experteninterviews in dem Projektbegleitenden Ausschuss. Anschließend wird eine empirische Studie durchgeführt. Ziel ist die Identifizierung der in den Unternehmen eingeführten Lean Development Methoden, um die neuen und veränderten Schnittstellen in AP 3 zu bestimmen. Darüber sollen die Erfolgsfaktoren und Hindernisse der Einführung bestimmt werden, um diese bei der Entwicklung der Systematik zur Lieferantenintegration in AP 4 zu berücksichtigen. Dabei sollen insbesondere die unterschiedlichen Perspektiven der Lieferanten und Hersteller berücksichtigt werden. Die in diesem Arbeitspaket erhobenen Anforderungen dienen als Grundlage für die Entwicklung von Lean Development für Lieferanten (AP2) sowie der Gestaltung der Schnittstelle zwischen Lieferant und Hersteller (AP3).

Durchgeführte Arbeiten: Das erste Arbeitspaket diente der Identifikation von Anforderungen an eine Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development (LD). Hierbei wurden sowohl die Schnittstellen zwischen Lieferant und Hersteller genauer betrachtet und Unterschiede bei der LD-Realisierung analysiert. Im ersten Arbeitspaket wurde unter anderem der Fragestellung nachgegangen, welchen Umsetzungsgrad die LD-Einführung bisher in den Großunternehmen sowie KMU hat. Darüber hinaus wurde identifiziert, welche Prinzipien und Methoden bisher in der industriellen Praxis umgesetzt wurden und welche Unterschiede bei den Unternehmen bei der Umsetzung bestehen. Ebenfalls wurden Probleme und Erfolgsfaktoren identifiziert, die für eine nachhaltige Implementierung und Verankerung des LD in die Unternehmensorganisation hinderlich bzw. förderlich sind.

Wie bereits im Zwischenbericht erwähnt, erfolgte hierzu, basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche im Haushaltjahr 2015, die Erstellung eines strukturierten Fragebogens. Neben den Themenbereichen aus der Literaturrecherche wurden im Fragebogen Ergebnisse der ersten Kick-Off-Veranstaltung einbezogen. Im Rahmen dieser Kick-Off-Veranstaltung des PA wurden wichtige Projekthinhalte durch Workshop-Anteile und kurze Experteninterviews identifiziert. Anschließend wurden die wichtigen Projekthinhalte vom Projektleiter zu sieben übergeordneten Forschungsschwerpunkten zusammengefasst und in den Fragebogen überführt. Während bis zu diesem Zeitpunkt nur qualitative Aussagen zu Forschungsfragen getätigt werden konnten, ermöglichte die Datenaufnahme quantitative Gewichtungen über die Relevanz unterschiedlicher Forschungsschwerpunkte. Die gesamten Ergebnisse wurden vom Projektleiter gesammelt und in einer Anforderungsanalyse zusammengefasst. Hierbei wurden nicht nur die Ergebnisse aus dem Fragebogen und der Experteninterviews, sondern auch aus den Workshops der Projekttreffen einbezogen. Auf einen Teil der Ergebnisse soll im nachfolgenden eingegangen werden.

Erzielte Ergebnisse: Grundsätzlich konnte die Relevanz aller identifizierter Forschungsschwerpunkte durch den Fragebogen belegt und weiter spezifiziert werden. Abbildung 4 zeigt die gewichtete Bedeutung einzelner Themenschwerpunkte.

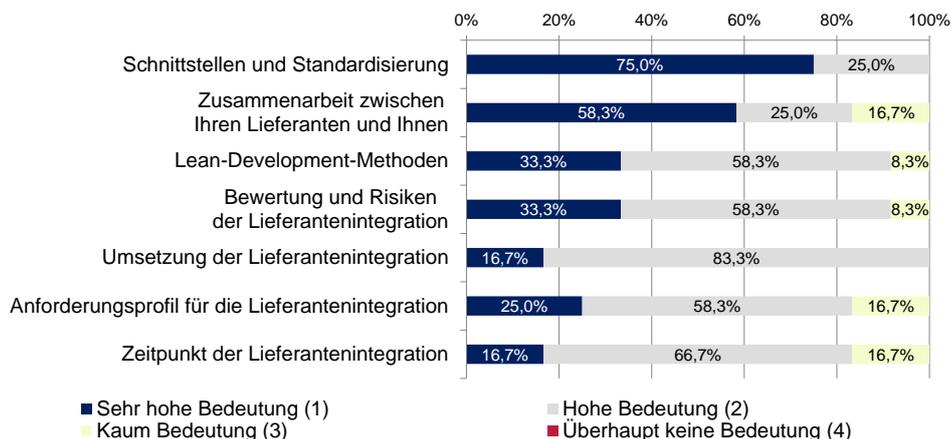


Abbildung 4: Forschungsschwerpunkte (relative Häufigkeiten; n = 12) [Domb 17b]

Sämtliche Schwerpunktlegerungen des Forschungsprojekts haben nahezu eine hohe bis sehr hohe Bedeutung. Die PA-Mitglieder sehen keinen der aus der Literatur identifizierten Inhalte als unbedeutend (überhaupt keine Bedeutung) an. Besonders auffällig ist die zu 75,0 % sehr hohe Bedeutung der Schnittstellen und Standardisierung.

Abbildung 5 zeigt einen Überblick über den gesamten Fragebogen, bei dem in diesem Ergebnisteil des Zwischenberichts nur der Teil „E“ (Einleitung) dargestellt wurde.



Abbildung 5: Forschungsschwerpunkte (relative Häufigkeiten; n = 12) [Domb 17b]

Die gesamten Ergebnisse sind der umfassenden Anforderungsanalyse zu entnehmen. Diese Anforderungsanalyse wurde mit einer ISBN-Nummer versehen und steht aktuell allen Mitgliedern des PA zur Verfügung [Domb 17b]. Im nächsten Haushaltsjahr erfolgt die vollständige Veröffentlichung dieser Anforderungsanalyse. Mit den umfassenden Ergebnissen der Anforderungsanalyse gilt das erste Arbeitspaket als vollständig abgeschlossen.

Arbeitspaket 2: Lean Development für KMU-Lieferanten (5 Personenmonate)

Geplante Arbeitspaketinhalte gemäß des Forschungsantrages: Aufbauend auf den Ergebnissen der im ersten Arbeitspaket durchgeführten Studie erfolgt im zweiten Arbeitspaket die Entwicklung eines für Lieferanten angepassten Lean Development. Hierzu ist zunächst ein Referenzprozess für die Produktentstehung bei Lieferanten zu entwickeln. Da je nach Entwicklungsumfang Unterschiede im Produktentstehungsprozess existieren, ist der Einfluss des

Integrationszeitpunktes zu berücksichtigen. So sind bspw. die Freiheitsgrade bei der Produktgestaltung bei einem Lieferanten, der in der Ideengenerierung integriert wird, höher als bei einem Lieferanten in der Serienentwicklungsphase. Dabei umfasst der Referenzprozess die ablauforganisatorischen Prozesse, Aufgaben und Tätigkeiten der Produktentstehung. Anhand des Referenzprozesses können anschließend die zu berücksichtigenden Unterschiede bei der Einführung von Lean Development für Lieferanten bestimmt werden.

Zur Entwicklung eines Referenzprozesses für Lieferanten sind die systematischen Abweichungen im Produktentstehungsprozess zwischen Lieferant und Hersteller zu analysieren. Hierbei werden insbesondere die Daten der im Projektbegleitenden Ausschuss beteiligten Unternehmen herangezogen. Dies wurde bei der Zusammenstellung des Projektbegleitenden Ausschusses berücksichtigt, sodass Lieferanten und Hersteller beteiligt sind. Durch die Betrachtung von Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen soll die Allgemeingültigkeit des Referenzprozesses sichergestellt werden. Bei der Analyse ist zudem der Integrationszeitpunkt und Integrationsvorgehensweise des Lieferanten in den Produktentstehungsprozess beim Hersteller zu betrachten. Aus dem Integrationszeitpunkt ergeben sich insbesondere Unterschiede hinsichtlich der Produktverantwortung als auch dem Einfluss auf Produktspezifikationen. Anhand der identifizierten Abweichungen zwischen Lieferant und Hersteller erfolgt die Entwicklung des Referenzprozesses der Produktentstehung für Lieferanten. Aufbauend auf dem Referenzprozess werden die bei der Lean Development Einführung zu berücksichtigenden Unterschiede bestimmt. Hierzu werden die dem Lean Development zugeordneten Gestaltungsprinzipien und Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Adaptierbarkeit bewertet. Gestaltungsprinzipien fassen dabei Methoden zusammen, die inhaltlich ähnlich oder verknüpft sind. Diese Prinzipien und Methoden dienen als Ansatzpunkt, um ein für KMU-Lieferanten angepasstes Lean Development einzuführen. Zudem werden geeignete Kennzahlen ermittelt, die das Vorgehen und die Ergebnisse beschreiben, wie effizienzorientierte Kennzahlen (z. B. Termineinhaltung, Time-to-Market), leistungsbezogene Kennzahlen (z. B. Umsatzwachstum) oder ressourcenbezogene Kennzahlen (z. B. Mitarbeiterzufriedenheit), woraus eine Kennzahlensystematik sowie Kriterien entstehen, welche in der Folge genutzt werden können. Das Ergebnis ist ein an Lieferanten angepasstes Lean Development, welches den Integrationszeitpunkt beim Hersteller berücksichtigt.

Durchgeführte Arbeiten: Die im ersten Arbeitspaket identifizierten Anforderungen stellen die Grundlage für das zweite Arbeitspaket dar. In diesem Arbeitspaket erfolgte die Anpassung und Adaptierung des bestehenden LD-Konzepts auf die Besonderheiten der KMU-Lieferanten. Hierzu wurden alle bestehenden Prinzipien und Methoden des LD auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit für KMU-Lieferanten überprüft und angepasst. Der Ablauf erfolgte auf Basis eines im Voraus entwickelten Vorgehensprozesses und einer definierten Bewertungsmethodik. Im zweiten Arbeitspaket wurden unter anderem nachfolgende Ergebnisse generiert.

Erzielte Ergebnisse: Im zweiten Arbeitspaket wurden eine Reihe von Erkenntnissen erzielt, die die Besonderheiten KMU-Lieferanten betreffen. Mithilfe dieser Spezifikationen konnten sogenannte Anpassungsindikatoren für LD-Prinzipien identifiziert werden. Diese Indikatoren nehmen Bezug zu den von Dombrowski identifizierten Gestaltungsprinzipien und den untergeordneten Methoden und Werkzeugen. Jede dieser insgesamt 51 Methoden wurde dahingehend bewertet, ob diese unter Berücksichtigung der typischen Besonderheiten der KMU für deren Implementierung im Gegensatz zum klassischen LD der Hersteller eher von wesentlich geringerer (0), ähnlicher bzw. gleicher (1) oder wesentlich höherer Relevanz (2) sind. Die Bewertung wurde im Rahmen von qualitativen Experteninterviews durchgeführt. Alle

Bewertungen wurden danach mit ihrem arithmetischen Mittelwert auf die ihnen zugeordneten Gestaltungsprinzipien aggregiert. Die Ergebnisse aller Anpassungsindikatoren stellt die Abbildung 6 stark abstrahiert und vereinfacht grafisch dar.

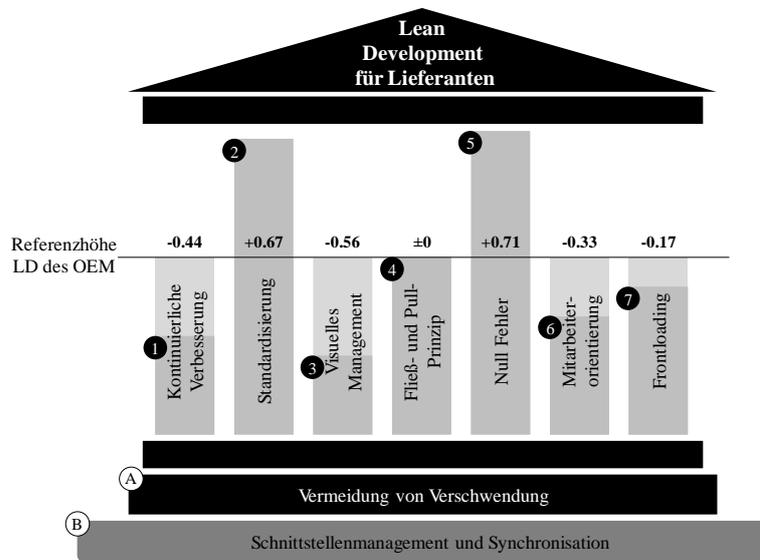


Abbildung 6: Anpassung des Lean Development Konzepts [Domb 17a] S. 619

Ein positiver Anpassungsindikator besagt, dass dieses Gestaltungsprinzip mit den untergeordneten Methoden aufgrund der Besonderheiten der KMU für die Umsetzung des LD eine höhere Relevanz besitzt, et vice versa. Bei einem Anpassungsindikator von 0 besitzen die Konzepte eine ähnliche bzw. gleiche Relevanz zueinander. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass vier der sieben Gestaltungsprinzipien für KMU-Lieferanten eine eher geringere Relevanz als das LD der Hersteller innehaben. Beispielsweise sind aufgrund der Besonderheiten von KMU bestimmte Methoden für eine zusätzliche Visualisierung oder beispielsweise für noch kürzere Informations- und Entscheidungswege nicht wirtschaftlich erforderlich. Besonderheiten sind die Standardisierung der Prozesse und die klare Struktur der Verantwortlichkeiten und Ressourcen im Produktentstehungsprozess (PEP) der KMU-Lieferanten. Da die Lieferanten einen Teilprozess der PE zum Teil isoliert übernehmen, ist ihre fehlerfreie Übergabe der Prozesse und Ressourcen an die Hersteller erforderlich; hier wird die Arbeit der KMU-Lieferanten durch viele Methoden des Gestaltungsprinzips „Null Fehler“ positiv unterstützt. Neben den bestehenden Prinzipien und ihren Methoden ist das unter „B“ dargestellte „Schnittstellenmanagement und Synchronisation“ eine spezifische LD-Erweiterung für KMU-Lieferanten. Dieses Prinzip wird unter dem dritten Arbeitspaket detaillierter behandelt. Wichtige Ergebnisse dieses Arbeitspakets wurden in einer internationalen Veröffentlichung zusammengefasst, die im Mai des Jahres 2017 auf der 50ten CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS 2017) [Domb 17 a] einem internationalen Publikum vorgestellt und veröffentlicht wurde. Die gesamten Erkenntnisse dieses Arbeitspakets werden in der Buchveröffentlichung im Springer-Verlag nach Abschluss des Forschungsprojekts publiziert.

Arbeitspaket 3: Gestaltung der Schnittstellen (5

Personenmonate)

Geplante Arbeitspaketinhalte gemäß des Forschungsantrages: Bei einer Hersteller-Lieferanten-Beziehung entstehen zwangsweise Schnittstellen, die bei der Lieferantenintegration im Lean Development berücksichtigt werden müssen. Daher erfolgt in AP 3 die Analyse der

Veränderungen durch Lean Development sowie die Definition von Gestaltungshinweisen für die Schnittstellen.

Anhand des in AP 2 erstellten Referenzprozesses erfolgt zunächst die Analyse neuer und veränderter Schnittstellen zwischen Lieferant und Hersteller durch die Lean Development-Einführung. Dabei sind Unterschiede in Abhängigkeit des Integrationszeitpunktes zu berücksichtigen. Zur Priorisierung der zu betrachtenden Methoden erfolgt eine differenzierte Untersuchung der Tiefen- und Breitenwirkung. Die Breitenwirkung gibt an, auf wieviel Prozent der Schnittstellen die jeweilige Methode einen Einfluss besitzt. Die Tiefenwirkung hingegen bewertet die Intensität der jeweiligen Methode. Bei der detaillierten Analyse der Beeinflussung der Lean Development-Methoden werden die Methoden mit einer hohen Tiefenwirkung als auch Breitenwirkung betrachtet. Die Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses mit Lean Development-Erfahrung werden als Know-how-Träger herangezogen. Aufbauend auf den Ergebnissen werden Gestaltungshinweise für die Schnittstellen erarbeitet, die eine Verbesserung des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks bewirken. Dabei beinhalten die Gestaltungshinweise zudem Methodenvorschläge, um den Veränderungen der Schnittstelle zu begegnen. Die Anwendung von Hoshin Kanri führt dazu, dass die Ziele bis zum Lieferanten kaskadiert werden und der Lieferant somit die Erwartungen des Herstellers besser antizipieren kann. Weiterhin ermöglicht bspw. die Anwendung von Scrum eine kontinuierliche Abstimmung über den Projektfortschritt und eine Harmonisierung der Kapazitäten. Zudem werden Kennzahlen definiert, die die Ausprägung und Veränderungen in der Schnittstelle zwischen Hersteller und Lieferanten beschreiben (bspw. Teilung von Innovation, Anzahl ausgetauschter Informationen, Einhaltung Zielvereinbarungen, Anzahl Schnittstellen- / Kommunikationsprobleme, Mehraufwand, Informationsverlust)

Durchgeführte Arbeiten: Das dritte Arbeitspaket thematisiert die Gestaltung der Schnittstellen, die im Rahmen einer gemeinsamen Produktentstehung zwischen Hersteller und Lieferanten auftreten. Es setzt dabei direkt an dem im LD der Hersteller notwendigen Prinzip „Schnittstellenmanagement und Synchronisation“ an. Hierbei wurden im dritten Arbeitspaket sämtliche Schnittstellen definiert und analysiert, die die technischen, organisatorischen und menschlichen Ebenen betreffen. Durch das LD der Hersteller auf der einen und das angepasste LD der Lieferanten auf der anderen Seite ergeben sich insbesondere zusätzliche Anforderungen an die verschwendungsarme Gestaltung der Prozessschnittstellen. Im Rahmen des PA wurde hierzu ein Referenzprozess erarbeitet, der die notwendigen Aufgaben für die Hersteller und Lieferanten umfasst.

Erzielte Ergebnisse: Den generischen Referenzprozess der Produktentstehung stellt die Abbildung 7 stark vereinfacht grafisch dar. Dieser Prozess wird im Laufe des gesamten Forschungsprozesses fortlaufend aktualisiert und detailliert. Insgesamt wurden vom PA initial sieben verschiedene Teilprozesse definiert und mit bestimmten Meilensteinen versehen.

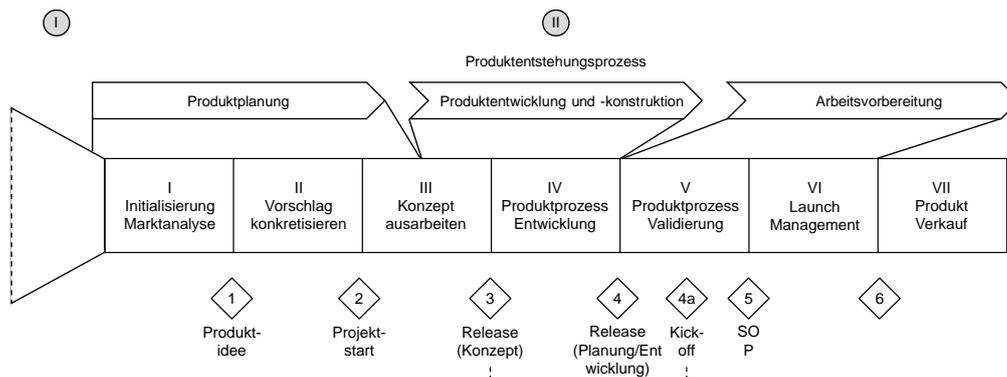


Abbildung 7: Referenzprozess zur Schnittstellengestaltung

Jeder dieser Prozessteile und Bausteine wurde mit möglichen Problemen, Verantwortlichkeiten und mit weiteren Informationen zur internen und externen Kommunikationsstruktur versehen. Die gesamten Ergebnisse dieses Arbeitspaketes wurden vom Projektleiter gesammelt und in dem vorgesehenen Buchprojekt strukturiert zusammengefasst. Insbesondere die Ressourcenbeschränkungen und die mangelhafte Standardisierung sind die am häufigsten auftretenden Probleme an den Schnittstellen zwischen den Herstellern und Lieferanten und erfordern Handlungsbedarf. Zudem treten weitere organisatorische Probleme, wie Abstimmungsprobleme, ein mangelhafter Informationsfluss sowie weitere Missverständnisse, überdurchschnittlich häufig auf. Hier setzt das Prinzip des Schnittstellenmanagements und der Synchronisation an, um bestehende Verschwendung an den Schnittstellen zu eliminieren und die Zusammenarbeit effizient nach Lean-Aspekten zu gestalten. Qualifikatorische und personelle Probleme, wie gegenseitige Schuldzuweisungen, Sprachbarrieren oder Abteilungsegoismen, treten nach Erhebungen aus dem PA weniger an den Schnittstellen auf und stellen daher keine Schwerpunkte des Forschungsprojekts dar. Neben den bis zu diesem Arbeitspaket gesammelten Erkenntnissen dient der Referenzprozess als wichtiger Handlungsleitfaden für die in den nachfolgenden Arbeitspaketen erstellte Referenzlösung.

Arbeitspaket 4: Entwicklung der Systematik zur Lieferantenintegration (3 Personenmonate)

Geplante Arbeitspaketinhalte gemäß des Forschungsantrages: Durch die Zusammenführung der Ergebnisse aus AP 2 und 3 erfolgt in AP 4 die Entwicklung der Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development. In Abhängigkeit des Integrationszeitpunktes wird den Lieferanten ein Einführungsmodell zur Verfügung gestellt, das sie bei der Einführung unterstützt. Dabei orientiert sich das Einführungsmodell an dem Phasenmodell der Einführung von GPS. Das Phasenmodell gliedert sich in die Kategorien Gestaltung des Wandels, organisatorische Gestaltung und inhaltliche Gestaltung [VDI 2870] S. 21/29. Bei der Gestaltung des Wandels sind die Inhalte der GPS-Einführung so beschrieben, dass sie unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der Produktentstehung für Lean Development adaptiert werden können. Innerhalb der organisatorischen Gestaltung wird, aufbauend auf den Ergebnissen der empirischen Studie, die Einführungsorganisation bestimmt. Existierende Ansätze fokussieren nur große Unternehmen und müssen daher auf die Wirksamkeit bei KMU untersucht und angepasst werden. Die inhaltliche Gestaltung dient der Entwicklung des unternehmensindividuellen Lean Development. Hierzu wird zunächst anhand der spezifischen Eigenschaften der Lieferanten ein Bedarfsmuster generiert. Anschließend wird dieses

Bedarfmuster mit dem in AP 2 entwickelten Lean Development abgeglichen. Durch den Abgleich ergibt sich, entsprechend dem definierten Bedarfsmuster, ein unternehmensindividuell erzeugtes Lean Development. Hierbei werden die in AP 3 entwickelten Gestaltungshinweise der Schnittstellen berücksichtigt. So werden dem Lieferanten bspw. bei der Implementierungsreihenfolge zunächst Methoden empfohlen, die einen positiven Einfluss auf die Schnittstelle haben. Ferner wird die jeweils in AP 2 und AP3 entwickelte Kennzahlensystematik berücksichtigt, sodass die jeweiligen Implementierungsschritte und -auswirkungen messbar werden. Somit erhält der Lieferant eine Systematik, die ihn sowohl bei der Einführung vom Lean Development als auch bei der Anpassung der Schnittstellen unterstützt.

Durchgeführte Arbeiten: In Arbeitspaket 4 wurde die Systematik zur Lieferantenintegration im Lean Development durch die Zusammenführung der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 2 und 3 entwickelt. Die Systematik hat das Ziel, dem Lieferanten abhängig von seinem Integrationszeitpunkt ein zugeschnittenes Einführungsmodell zur Verfügung zu stellen. Erarbeitet wurde ein Phasenmodell, welches sich in die Phasen (1.) *Gestaltung des Wandels*, (2.) *organisatorische Gestaltung* und (3.) *inhaltliche Gestaltung* gliedert. Mit dem Beginn des vierten Arbeitspaketes änderte sich der Theorie- / Praxisbezug stark. Die nachfolgende Abbildung soll die Struktur der Arbeitspakete verdeutlichen. Ein besonderer Unterschied der Arbeitspakete vier und fünf liegt in der starken Praxisorientierung.

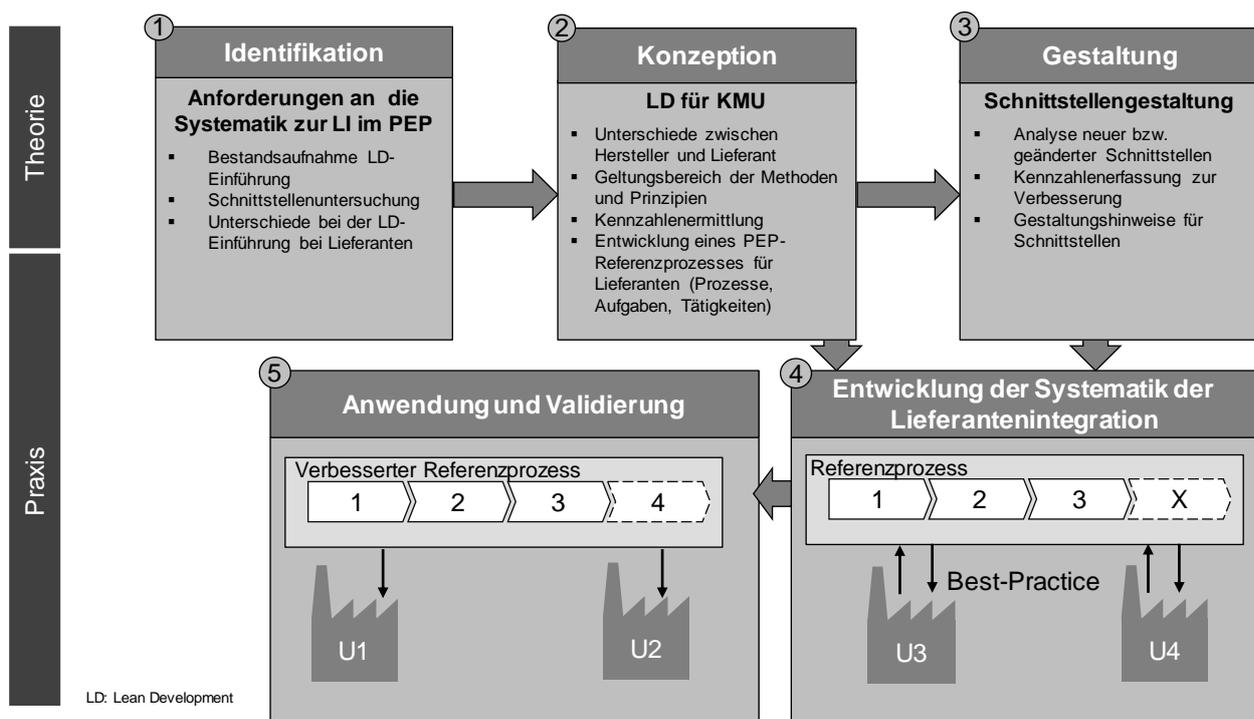


Abbildung 8: Schematische Übersicht der Arbeitspakete

Während die ersten drei Arbeitspakete vorwiegend auf Basis umfangreicher theoretischer Erkenntnisse basieren, lösen sich das vierte und fünfte Arbeitspaket von dieser Betrachtungsweise. Dies führte in der Projektbearbeitung zu einer noch stärkeren Einbindung des projektbegleitenden Ausschusses, die durch fachlichen Einbezug via Mail, Telefon und z. T. durch Vor-Ort-Besuche realisiert wurde.

Erzielte Ergebnisse: Die entwickelte Systematik stellt dem Lieferanten ein für seinen Integrationszeitpunkt spezifisches Einführungsmodell zur Verfügung. Dabei beschäftigt sich die Phase (1.) mit der *Gestaltung des Wandels*. Die zweite Phase (2.) *organisatorische Gestaltung*

dient der Bestimmung der Einführungsorganisation anhand der Ergebnisse einer empirischen Studie. Existierende Ansätze zur organisatorischen Gestaltung fokussieren Großunternehmen, sodass sie hingehend ihrer Wirksamkeit bei KMU untersucht und entsprechend angepasst wurden. Die letzte Phase (3.) *inhaltliche Gestaltung* dient der Generierung eines unternehmensindividuellen Lean Development anhand eines Bedarfsmusters, das aus den spezifischen Eigenschaften des Lieferanten entwickelt wird. Dieses Bedarfsmuster wird mit dem in Arbeitspaket 2 entwickelten Lean Development unter Berücksichtigung der in Arbeitspaket 3 abgeleiteten Gestaltungshinweise der Schnittstellen abgeglichen. Dadurch werden dem Lieferanten, z. B. bei der Implementierungsreihenfolge, zunächst Methoden vorgeschlagen, die einen positiven Einfluss auf die Schnittstelle haben. Die Systematik unterstützt somit den Lieferanten nicht nur bei der unternehmensindividuellen Einführung von Lean Development, sondern auch bei der Anpassung der Schnittstellen.

Arbeitspaket 5: Anwendung und Validierung (6 Personenmonate)

Geplante Arbeitspaketinhalte gemäß des Forschungsantrages: Im letzten Arbeitspaket steht die Anwendung und Validierung der im Forschungsvorhaben erzielten Ergebnisse im Vordergrund. Hierzu soll die entwickelte Systematik exemplarisch in den Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses angewendet werden. In diesem Arbeitspaket wird die Unterstützung aus der Industrie benötigt, damit die theoretischen Erkenntnisse aus den vorherigen Arbeitspaketen in der Praxis validiert oder gegebenenfalls angepasst werden können. Durch dieses Vorgehen können etwaige Schwächen der bisherigen Ergebnisse und Kennzahlensystematiken identifiziert und verbessert werden. Des Weiteren lassen sich Aussagen über die Anwendbarkeit, Integrationsmöglichkeiten und Praxistauglichkeit der Ergebnisse treffen.

Durchgeführte Arbeiten: Die Erkenntnisse aus den vorherigen Arbeitspaketen wurden im Haushaltsjahr 2017 in den Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses angewendet und validiert. Die Umsetzung des fünften Arbeitspaketes fand hierbei in einem unterschiedlichen Umfang in den Unternehmen statt. Diese Schwerpunktlegung hatte sich aus dem Forschungsprojekt als besonders zielführend herausgestellt, da alle Bereiche des Gesamtkonzeptes ausführlich überprüft werden konnten. Bei der Anwendung und Validierung wurde entweder verstärkt auf das Implementierungsvorgehen, die Verbesserung des bestehenden Prozesses oder den Einsatz der Methoden und Werkzeuge eingegangen:

Schwerpunkt 1: Implementierungsvorgehen. Der Schwerpunkt der Implementierung adressiert die praktische Umsetzung des Gesamtkonzeptes in der frühen Einführungsphase. Dieser Schwerpunkt dient vorwiegend der Validierung der Implementierungssystematik und soll Erkenntnisse liefern, welche tatsächlichen Implementierungshemmnisse noch unzureichend berücksichtigt wurden.

Schwerpunkt 2: Verbesserung des bestehenden Prozesses. Der zweite Schwerpunkt dient der Validierung des im Gesamtkonzept berücksichtigten kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) des bereits implementierten Konzeptes. Die Validierung soll Erkenntnisse über die Qualität der definierten strukturierten Verbesserungssystematik liefern.

Schwerpunkt 3: Methoden und Werkzeuge. Beim dritten Schwerpunkt handelt es sich um den für das Forschungsvorhaben relevantesten Aspekt, da bisher - je nach ausgewählter Methode und Werkzeug - kaum bis überhaupt keine relevanten praktischen Erkenntnisse existieren. Aufgrund der Relevanz wurde eine grundsätzliche Validierung bei allen Projektteilnehmern in Form einer

Befragung durchgeführt und in drei Fällen um eine ausführliche Überprüfung vor Ort im Unternehmen durch den Projektleiter ausgeweitet.

Erzielte Ergebnisse: Bei der Validierung der Erkenntnisse konnte eine hohe Praxistauglichkeit des Gesamtkonzeptes festgestellt und nachgewiesen werden. Alle Mitwirkenden des Projektbegleitenden Ausschusses haben der Vorgehenssystematik und dem Gesamtkonzept eine sehr hohe Relevanz und Anwendungsorientierung zugeschrieben. Aussagen über die Auswirkungen bzw. den Einfluss einzelner Methoden und Werkzeuge auf den Produktentstehungsprozess konnten so bereits in qualitativer Form auf einer dreistufigen Skala für die Entwicklungskosten, -zeit und Qualität für insgesamt 25 Methoden bestimmt werden. Quantitative Auswirkungen sollen aus den Unternehmen folgen und exemplarisch die Relevanz unterstreichen. Aufgrund der Zykluszeit eines Produktentstehungsprozesses werden diese quantitativen Erkenntnisse voraussichtlich im ersten Halbjahr des Jahres 2018 zur Verfügung stehen. Die gesamten Auswertungen werden aktuell für das Buchprojekt praxisgerecht aufbereitet und anschließend um die zusätzlichen Erkenntnisse ergänzt. Die Anwendung und Validierung hat darüber hinaus die Erkenntnis geliefert, dass für die Praxistauglichkeit noch weitere Methoden zielführend sind. Dies geht vor allem aus dem Anspruch einer branchenübergreifenden Gesamtlösung hervor, die durch weitere Individualisierungsmöglichkeiten bei der Konzeptausgestaltung noch verbessert werden würde. Insbesondere für die Schnittstellengestaltung als Zentrum des Informationsaustausches sollen für das Gesamtkonzept im Buchprojekt noch weitere Methoden für die individuellere Ausgestaltung der Bereiche Kommunikation, Vertrauen, Kooperation und Abstimmung aufgenommen werden. Auch für diese zusätzlichen Methoden ist eine Validierung in Form einer quantitativen und qualitativen Bewertung vorgesehen.

Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

Bereits durchgeführte Transfermaßnahmen

Im **Haushaltsjahr 2015** fand am 14.10.2015 das erste Treffen (Kick-Off-Treffen) des PA statt. Erste Transfermaßnahmen wurden im Rahmen dieses Kick-Off-Treffens durchgeführt, bei dem wichtige theoretische Erkenntnisse dem Ausschuss vorgetragen wurden. Des Weiteren wurde für einen Know-how-Transfer eine zentrale Datenablage geschaffen, die es jedem Mitglied des PA ermöglicht, alle Dokumente und Ausarbeitungen zum Forschungsprojekt direkt über das Internet abzurufen. Hierzu wurde für jedes Mitglied ein eigener passwortgeschützter Zugang eingerichtet, bei dem Unternehmen ebenfalls bestehende Dokumente aktualisieren und neue Dokumente hochladen können.

Im **Haushaltsjahr 2016** fanden am Mittwoch, den 27.01.2016 sowie am Mittwoch, den 13.07.2016 zwei Sitzungen des Projektbegleitenden Ausschusses statt. Neben den ersten Transfermaßnahmen des vergangenen Haushaltsjahres wurden dem PA die neusten Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt übermittelt. Des Weiteren wurde die für den Know-how-Transfer etablierte zentrale digitale Datenablage mit umfangreichen Ergebnissen der Literaturanalyse und Erkenntnissen aus den Arbeitspaketen bereichert. So finden sich dort auch alle Ergebnisse der Vor- und Nachbereitung einzelner Sitzungen des PA, die Anforderungsanalyse und aktuelle Zwischenstände des Buchprojektes. Auch Veranstaltungen wie das Braunschweiger Symposium für Ganzheitliche Produktionssystem am 22.09.2016 wurden genutzt, um Transfermaßnahmen in die Wirtschaft durchzuführen. Hierbei wurden Flyer

zum Forschungsprojekt an interessierte Teilnehmer verteilt und vom Projektleiter Informationen zum aktuellen Stand und den Erkenntnissen an Interessierte übermittelt. Auch auf der internationalen Konferenz „Conference on Manufacturing Systems CIRP CMS“ wurden im Haushaltsjahr 2016 Erkenntnisse zum Forschungsgebiet von dem Projektleiter an interessierte Personenkreise aus Wirtschaft und Forschung übermittelt.

Auch im **Haushaltsjahr 2017** wurden insgesamt zwei Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt. In beiden Fällen erfolgte die Übermittlung aktueller Forschungsergebnisse strukturiert aufgearbeitet an die gesamten Teilnehmer der Projekttreffen. Wie bereits im vergangenen Haushaltjahr, wurden auch im Haushaltsjahr 2017 unterschiedliche Veranstaltungen, wie beispielsweise das 10. Braunschweiger Symposium für Ganzheitliche Produktionssysteme mit rund 80 Teilnehmern aus der Wirtschaft, zum Wissenstransfer in die Wirtschaft genutzt. Interessierte Personenkreise konnten sich an einem Stand kostenfrei WeLeeP-Veröffentlichungen und weiteres Informationsmaterial zum Forschungsprojekt beziehen. Der Projektleiter stand bei sämtlichen Veranstaltungen als Ansprechpartner direkt am Stand zur Verfügung. Vorwiegend wissenschaftliche Diskussionen wurden durch die Präsentation der Forschungsergebnisse auf der internationalen Konferenz „Conference on Manufacturing Systems CIRP CMS“ erzielt, die im Haushaltsjahr 2017 vom 03. bis 05. Mai in Taichung, Taiwan stattfand (Titel des Vortrags: Lean Development for Small and Medium-Sized Suppliers). Sämtliche Fachvorträge wurden durch den Projektleiter präsentiert. Auf nationalen Benchmarkreisen wurden verschiedene Unternehmen unterschiedlichster Branchen direkt auf das bestehende Forschungsprojekt aufmerksam gemacht und über aktuelle Forschungsschwerpunkte informiert. Neben der Forschung und Industrie wurden Erkenntnisse auch direkt in die Lehrveranstaltungen des Instituts überführt. Hierzu zählt beispielsweise eine eigene 90-minütige Vorlesungseinheit mit dem Titel „Lean Development“ in der Lehrveranstaltung Produktionsmanagement. Darüber hinaus wurden auch andere Vorlesungen des Instituts mit Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt bereichert.

Tabelle 1: Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit

Maßnahme	Ziel	Ort / Rahmen	Datum / Zeitraum
Sitzungen PA	Präsentation, Abstimmung auf Praxis	Sitzung mit Partnern (Kick-Off / Abschluss / Meilensteinerreichung der AP)	14.10.2015 27.01.2016 13.07.2016 09.02.2017 02.08.2017
Einbezug PA	Umfragen, Experteninterview, fachlicher Einbezug via Mail / Telefon	Während jedes Meilensteins des Arbeitspaketes vor Ort oder am IFU	Während des gesamten Forschungsvorhabens
Kommunikation über Partner des PA	Akquise zusätzlicher interessierter Firmen über den PA	Statusberichte im PA zur Kommunikation an KMU in deren Bekanntenkreis	Zu Beginn jedes PA-Treffens
Kommunikation des Projektfortschritts über eine eigene Projekt-homepage	Information an Studierende / Forschungsstellen / Unternehmen	Statusmeldung zu Kick-Off, Zwischen- und Abschlusspräsentation im PA	15.08.2015 15.06.2016 31.09.2017

Pilotdurchführung und Verwendung der Ergebnisse als Muster	Validierung und Schaffung einer Muster-Durchführung	Durchführung bei einem interessierten Lieferanten im Rahmen des 5. AP	01.02.2017 - 31.10.2017
Zwischen- und Abschlussberichte	Information über aktuellen Projektfortschritt	Homepage der GVB: www.gvb-ev.de GVB-Blog: www.logistik.expert	Während des Forschungsvorhabens
Vorträge, Konferenz CIRP CMS	Publikation zu den einzelnen Arbeitspaketen, Präsentation gegenüber Forschung / Industrie	Präsentation von Inhalten, Status und Kontaktaufnahme zu interessierten Unternehmen	2016 – 2017 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS 2016) & 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS 2017)
Veröffentlichungen in Fachzeitschriften	Publikation zu den einzelnen Arbeitspaketen, Präsentation gegenüber Forschung / Industrie	Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb	Jahrg. 110 (2015) Heft 10
Veröffentlichung von Ergebnissen	Publikation zu den einzelnen Arbeitspaketen, Präsentation gegenüber Forschung / Industrie	Shaker-Verlag ISBN: 978-3-8440-4245-0	01.02.2016
Veröffentlichung von Ergebnissen	Publikation zu den einzelnen Arbeitspaketen, Präsentation gegenüber Forschung / Industrie	TU Braunschweig, IFU ISBN: 978-3-946916-02-4	01.05.2017

Weitere geplante Transfermaßnahmen

Als besonderer Höhepunkt des Forschungsprojektes arbeitet der Projektleiter mit dem PA an einem umfangreichen Buchprojekt, in dem neben den bestehenden Forschungsergebnissen auch weitere Best Practice-Ansätze und umfangreiche Informationen zum Produktentstehungsprozess und dem Lieferantenmanagement eingebettet werden. Das rund 250 Seiten umfassende Werk wurde vom Springer-Verlag bereits zur Publikation genehmigt. Insgesamt sind bisher drei konkrete Transfermaßnahmen nach Abschluss des Forschungsprojektes geplant:

- Zusätzliche Treffen des gesamten Projektbegleitenden Ausschusses (PA) am 23. und 24.01.2018
- Veröffentlichung der Validierungsergebnisse in einer nationalen Fachzeitschrift z. B. ZWF
- Veröffentlichung sämtlicher Forschungsergebnisse in Form einer bereits genehmigten Buchveröffentlichung im Springer-Verlag. Darüber hinaus sollen neben den theoretischen Ergebnissen interessante Praxisbeispiele aus dem PA z. B. in Form von Best Practice-Beispielen in der Buchveröffentlichung publiziert werden.

Tabelle 2: Transfermaßnahmen nach Abschluss des Vorhabens

Maßnahme	Ziel	Ort / Rahmen	Datum / Zeitraum
----------	------	--------------	------------------

Kommunikation über andere Projekte / Konferenzen	Bekanntheitsgrad bei Firmen / Instituten im Bekanntenkreis steigern	Präsentationen der Ergebnisse auf Konferenzen, Fachzeitschriften	Nach Projektende
Übernahme von Projektansatz und -ergebnis in Lehre	Verbreitung des Bekanntheitsgrads über Studenten	Vorlesungen bspw. Produktionsmanagement, Betriebsorganisation	Ganzjährig (auch nach Projektende)
Erstellung des Abschlussberichts	Ausarbeitung der abgestimmten, finalisierten Projektergebnisse in Form eines Handlungsleitfadens zur Unterstützung der Anwendung der entwickelten Systematik	Präsentation des Abschlussberichts vor PA	24.01.2018
Veröffentlichung des Abschlussberichts	Projektergebnisse der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen	Homepage der GVB: www.gvb-ev.de www.logistik.expert www.tu-bs.de/ifu und Buchveröffentlichung in Springer-Verlag	Nach Projektende

Einschätzung zur Realisierbarkeit des vorgeschlagenen und aktualisierten Transferkonzepts

Die Realisierbarkeit der Transfermaßnahmen der Forschungsergebnisse lassen sich als hoch klassifizieren. Dies ist darin begründet, dass während des kompletten Forschungsprojektes die Forschungsergebnisse in generischer Form erarbeitet wurden. Auf diese Weise ist es möglich, die Ergebnisse an die jeweiligen Prozesse interessierter Unternehmen anzupassen und zu adaptieren. Hierzu wurde stets die Ausrichtung der Ergebnisse auf Unternehmensziele, Unternehmensprozesse und den Einsatz von dazugehörigen Methoden und Werkzeugen genutzt. Dieses grundsätzliche Vorgehen ist in Abbildung 9 gezeigt. Zur Erreichung bestimmter Unternehmensziele sind entsprechende Unternehmens- bzw. Produktentstehungsprozesse erforderlich. Zur Verbesserung dieser Produktentstehungsprozesse sind Maßnahmen umzusetzen, die durch entsprechende Gestaltungsprinzipien des Lean Development unterstützt werden. Die konkreten Methoden und Werkzeuge des Lean Development sind dabei den Gestaltungsprinzipien zugeordnet [Domb 15a] S. 22/24. Dies ist eine Vorgehensweise, die beispielsweise auch in der VDI-Richtlinie 2870 für Ganzheitliche Produktionssysteme [VDI 2870] S. 10 sowie im Lean Development [Domb 15a] S. 23 vorgeschlagen wird und sich in der industriellen Praxis bewährt hat.

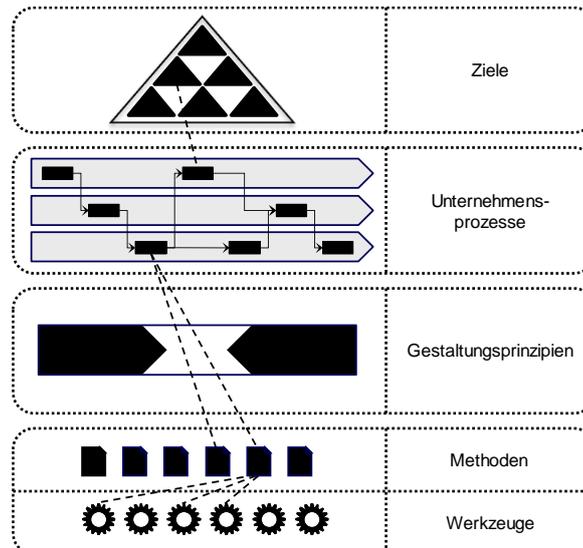


Abbildung 9: Aufbau und Struktur eines Lean Development-Systems [Domb 15a] S. 23

Die verschiedenen Lean Development-Methoden und -Werkzeuge werden in dem Grundlagenwerk „Lean Development“ praxisorientiert und mit Umsetzungsbeispielen erläutert [Domb 15a] S.24. Darüber hinaus kann mittels des im Forschungsprojekt erarbeiteten Methodenkatalogs eine unternehmensindividuelle Implementierung der Forschungsergebnisse vorgenommen werden. Der Methodenkatalog bietet hierbei eine Auflistung über:

- Bezeichnung der Methode
- Inhalt der Methode (Merkmale)
- Zielsetzung der Methode
- Instrument zum Messen der Methode
- Erfolgsfaktoren
- Relevanz für den Produktentstehungsprozess
- Relevanz für den Lieferantenmanagementprozess
- Vorgehensweise
- Umsetzungszeit
- Kosten

Ein Beispiel aus dem Methodenkatalog ist die Methode „Team Value Management“ (TVM). Inhalte beziehungsweise Merkmale der Methode sind die Verbesserung von Lieferantenbeziehungen durch Bildung von Expertenteams von Lieferanten- und Unternehmensseite aus den Bereichen Produktentwicklung, Fertigung, Einkauf und Finanzen. Ziel ist es, Potenziale in der Produktgestaltung von Bauteilen oder Systemen zu erschließen, Einkaufspreise und Fertigungskosten zu reduzieren sowie Prozessabläufe zu optimieren. Erfolge können nach der Implementierung mittels einer Wertanalyse gemessen werden. Relevante Erfolgsfaktoren des TVM sind Kundenorientierung, Bündelung der Kräfte des Unternehmens durch interdisziplinäre Teamarbeit, Nutzung von Kreativitätstechniken und funktionsorientiertes Arbeiten. Die Umsetzungszeit wird mit ungefähr zwölf Monaten beziffert.

Ein anderes Beispiel ist die „Qualitäts-Absicherungs-Matrix“ (QAM). Der große Vorteil der Methode QAM ist, dass für die gesamte Prozesskette von der Lieferantenentwicklung (intern/extern) bis zur Beanstandung eine gleiche Systematik zur Problemlösung angewendet wird. Die QAM dient als methodisches Tool in der Produktrealisierung und soll operative Mitarbeiter direkt im Produktionsprozess zur kontinuierlichen Bearbeitung von Produkt- und

Prozessfehlern unterstützen. Die QAM kann von jeglichen produzierenden Unternehmen unabhängig der Branche eingesetzt werden und kann in der Schnittstelle zwischen Kunde und Lieferant zu Verbesserungen der Qualität und Kommunikation führen. Sie schützt folglich vor fehlerhaften Teilen oder Baugruppen bei internen oder externen Kunden. Erfolgsfaktoren der QAM sind Qualitätsstützpunkte direkt in der Fertigung, Qualitätsbesprechungen an den Qualitätsstützpunkten, sorgfältige Durchführung der Ursachenanalyse, sachliche Teamarbeit und Steuerung des Informationsflusses.

Auf Basis des erarbeiteten Methodenkatalogs für KMU-Lieferanten kann unternehmensindividuell entschieden werden, welche Methode zielgerichtet und erfolgsversprechend implementiert werden soll. Somit können sich KMU-Lieferanten frühzeitig methodisch in den Produktentstehungsprozess integrieren und Schnittstellen definiert werden, sodass die Prinzipien und Methoden des Lean Development genutzt werden können. Folglich können mittels der Forschungsergebnisse Unternehmen befähigt werden, individuell Methoden und Werkzeuge aus dem Lean Development auszuwählen, die für die jeweiligen Unternehmensspezifika und Voraussetzungen geeignet sind. Ein industrielles Beispiel für die Realisierbarkeit der Transfermaßnahmen stellt das Unternehmen Schaeffler dar. Hier wurde die Methode „Supplier Quality Engineering“ implementiert. Ziel ist es, eine Schnittstelle zwischen der Firma Schaeffler und den Lieferanten bezüglich der Zielgrößen Qualität, Kosten und Zeit zu erarbeiten. Hierzu wurden die Anforderungen seitens Schaeffler an die Lieferanten definiert und die Aufgaben für alle internen und externen Beteiligten definiert. Auf diese Weise konnte beispielsweise die Qualität von Prototypen, Plausibilitätschecks von Produktkonzepten sowie das Lieferantenmanagement bei Schaeffler nachweislich verbessert werden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Transfermaßnahmen erfolgt in der Buchveröffentlichung zu diesem Thema, die im Springer-Verlag im Jahr 2018 erscheinen wird. Die Buchveröffentlichung enthält darüber hinaus den gesamten Methodenkatalog, der im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitet wurde.

Literaturverzeichnis

- [Aoki 13] Aoki, K.; Lennerfors, T. T.: The New, Improved Keiretsu. In: Harvard Business Review September 2013, S. 109-113.
- [Arno 04] Arnold, B.: Strategische Lieferantenintegration: Ein Modell zur Entscheidungsunterstützung für die Automobilindustrie und den Maschinenbau. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2004.
- [Barr 10] Barrick, B.; Tritsch, E.: Right-Sizing Lean Product Development for the small company. Hilton Head: Lean Product and Process Development Exchange 2010.
- [Berk 12] Berking, J. et al.: FAST 2025: Future Automotive Industry Structure. Berlin: VDA Verband der Automobilindustrie 2012.
- [Berr 09] Berret; M.: Herausforderung der globalen Wertschöpfung am Beispiel der Automobilindustrie. In: Bullinger, H.-J.; Spath, D.; Warnecke, H.-J.; Westkämper, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation. S. 337-352. 3. Auflage. Berlin: Springer 2009.
- [Boga 10] Bogaschewsky, R. et al.: Supply Management Research: Aktuelle Forschungsergebnisse 2009. Wiesbaden: Gabler Verlag 2010.
- [Clar 91] Clark, K. B.; Fujimoto, T.: Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry. Boston: Harvard Business School Press 1991.
- [Deus 07] Deuse, J.; Kuhn, A.; Staußberg, J. R.; Keßler, S.: Ganzheitliche Produktionssysteme entlang der Wertschöpfungskette. <http://logistics.de/Schlussbericht-Ganzheitliche-Produktionssysteme-entlang-Wertschoepfungskette>, 28.08.2014.
- [Domb 11] Dombrowski, U.; Zahn, T.; Nowark, M.: Lean Development: Weg zu höherer Effektivität und Effizienz? In: Zeitschr. Konstruktion Ausgabe 11/12, 2011, S. 2-4.
- [Domb 13] Dombrowski, U.; Ebentreich, D.; Schmidtchen, K.: Ganzheitliche Produktentstehungssysteme - State of the Art. In: Lödding, H.; Friedewald, A. (Hrsg.): Produzieren in Deutschland. Berlin: Gito Verlag 2013, S. 123-142.
- [Domb 15a] Dombrowski, U. (Hrsg.): Lean Development – Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Berlin: Springer Vieweg 2015.
- [Domb 15b] Dombrowski, U.; Karl, A.; Schmidtchen, K.: Lieferantenintegration im Produktentstehungsprozess. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrg. 110, Heft 10, 2015, S. 625-629.
- [Domb 16a] Dombrowski, U.; Karl, A.: Systematic Improvement of Supplier Integration within the Product Development Process. 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems, 25.06.-27.06.2016, Stuttgart Germany 2016.
- [Domb 16b] Dombrowski, U.; Karl, A.: Lieferantenintegration im Produktentstehungsprozess. Ergebnisse einer deutschen Studie. Aachen: Shaker Verlag 2016.
- [Domb 17a] Dombrowski, U.; Karl, A.: Lean Product Development for Small and Medium-Sized Suppliers. 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems, 03.05.-05.05.2017, Taichung City, Taiwan 2017.
- [Domb 17b] Dombrowski, U.; Karl, A.: Anforderungsanalyse zu dem IGF-Vorhaben "Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren Lieferanten durch eine effiziente und effektive Produktentstehung". Braunschweig: TU Braunschweig, IFU 2017.

- [Ehrl 14] Ehrlenspiel, K. et al.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Berlin: Springer Vieweg 2014.
- [Fior 05] Fiore, C.: Accelerated product development: Combining lean and six sigma for peak performance. New York: Productivity Press 2005.
- [Gass 06] Gassmann, O.: Management von Innovation und Risiko: Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen. Berlin: Springer Verlag 2006.
- [Gild 08] Gildersleeve, R.: Delivering Results Through Lean Product Development. Denver: Lean Product and Process Development Exchange 2008.
- [Grae 07] Graebisch, M.; Lindemann, U.; Weiß, S.: Lean Development in Deutschland: Eine Studie über Begriffe, Verschwendung und Wirkung. München: Verlag Dr. Hut 2007.
- [Hofb 12] Hofbauer, G.; Mashhour, T.; Fischer, M.: Lieferantenmanagement: Die wertorientierte Gestaltung der Lieferbeziehung. München: Oldenbourg 2009.
- [Hopp 09] Hoppmann, J.: The Lean Innovation Roadmap: A Systematic Approach to Introducing Lean in Product Development Processes and Establishing a Learning Organization. <http://hdl.handle.net/1721.1/81770>, 27.08.2014.
- [JDPo 01-13] J.D. Power and Associates: 2001-2013 Initial Quality Study (IQS). New York: The Mc Graw Hills Companies 2001-2013.
- [Kama 94] Kamath, R. R.; Liker, J. K.: A Second Look at Japanese Product Development. In: Harvard Business Review Juni 1994, S. 154–173.
- [Kirs 08] Kirst, P.: Lieferantenintegration im Produktentstehungsprozess. In: Schuh, G.; Stölzle, W.; Straube, F. (Hrsg.): Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen. Berlin: Springer 2008, S. 93–105.
- [Like 11] Liker, J. K.; Morgan, J. M.: Lean Product Development as a System: A case Study of Body and stamping Development at Ford. In Engineering Management Journal Vol. 23, No. 1, 2011, S. 16–28.
- [Like 95] Liker, J. K. et al.: Integrating Suppliers into Fast-Cycle Product Development. In: Liker, J. K.; Ettl, J. E.; Campbell, J. C. (Hrsg.): Engineered in Japan. Japanese technology-management practices. New York: Oxford University Press 1995, S. 152–191.
- [Like 96] Liker, J. K. et al.: Involving suppliers in product development in the United States & Japan: Evidence for Set-Based Concurrent Engineering. In IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 43, No. 2, 1996, S. 165-178.
- [Lind 12] Lindemann, U. et al.: Forschungsbericht - Lean Development in KMU. München: Bayerischer Unternehmensverband Metall & Elektro e. V. 2012.
- [Monc 00] Monczka, R.M. et. Al.: New Product Development: Strategies for Supplier Integration. Milwaukee: American Society for Quality 2000.
- [Morg 06] Morgan, J. M.; Liker, J. K.: The Toyota product development system. New York: Productivity Press 2006.
- [Naug 11] Naughton, M.: Nielsen-Kellerman Co. San Diego: Lean Product and Process Development Exchange 2011.
- [Ohno 09] Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Frankfurt am Main: Campus Verlag 2009.
- [Prof 08] Proff, H.; Proff, H. V.: Dynamisches Automobilmanagement: Strategien für Hersteller und Zulieferer im internationalen Wettbewerb. Wiesbaden: Gabler Verlag 2008.
- [Raga 97] Ragatz, G. L.; Handfield, R. B.; Scannell, T. V.: Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development. In Journal of Product Innovation Management Vol. 14, No. 3, 1997, S. 190–202.

- [Romb 10] Romberg, A.: Schlank entwickeln, schnell am Markt: Wettbewerbsvorteile durch Lean Development. Ludwigsburg: LOG_X Verlag 2010.
- [Schn 11] Schneider, K.: Modernes Sourcing in der Automobilindustrie. Wiesbaden: Gabler Verlag 2011.
- [Schu 08] Schuchmacher, S. C.; Schiele, H.; Contzen, M.; Zachau, T.: Die drei Faktoren des Einkaufs. 1. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH Verlag 2008.
- [Shin 93] Shingo, S.: Das Erfolgsgeheimnis der Toyota-Produktion: Eine Studie über das Toyota-Produktionssystem. Landsberg a. Lech: Verlag Moderne Industrie 1993.
- [Shoe 11] Shoenair, D.: Current LPD Status at PING: Lessons Learned, good and bad. San Diego: Lean Product and Process Development Exchange 2011.
- [VDI 2870] VDI e.V.: Richtlinie 2870 - Blatt 1: Ganzheitliche Produktionssysteme - Grundlagen, Einführung und Bewertung. Berlin: Beuth-Verlag 2012.
- [Wagn 12] Wagner, F. et al.: Automotive Lean Production Studie 2012. Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie 2012.
- [Wann 08] Wannenwetsch, H.: Erfolgreiche Verhandlungsführung in Einkauf und Logistik – Praxiserprobter Erfolgsstrategien und Wege der Kostensenkung. Berlin: Springer Verlag 2008.
- [Ward 07] Ward, A. C.: Lean Product and Process Development. Cambridge: The Lean Enterprise Institute 2007.
- [Wolf 14] Wolfram, J.; Wolfram, C.; Friedhofen, R.: KMU-Report Berlin 2014 – Wirtschaftslage und Finanzierung. Neuss: Verband der Vereine Creditreform e.V. 2014.
- [Zahn 13] Zahn, T.: Systematische Regelung der Lean Development Einführung. Aachen: Shaker Verlag 2013.
- [Zhao 14] Zhao, Y.; Cavusgil, E.; Cavusgil, S.T.: An investigation of the black-box supplier integration in new product development. Journal of Business Research 67, 2014, S. 1058-1064.