



Zulieferer vor der Zerreißprobe

Wie Zulieferer im Automobil- und Maschinenbau den Wandel durch Industrie 4.0 meistern können

Zulieferer vor der Zerreißprobe

Wie Zulieferer im Automobil- und Maschinenbau den Wandel
durch Industrie 4.0 meistern können

Herausgeber Industrie- und Handelskammer
Region Stuttgart
Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart
Postfach 10 24 44, 70020 Stuttgart
Telefon 0711 2005-0
Telefax 0711 2005-1354
www.stuttgart.ihk.de
info@stuttgart.ihk.de

Konzeption Abteilung Industrie und Verkehr

Autoren Michael Luckert
Martina Schiffer
Dr. Hans-Hermann Wiendahl
Oliver Schöllhammer
Johannes Köpler

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung IPA
Abteilung Fabrikplanung und
Produktionsmanagement
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970 – 1800

Redaktion Mitglieder des IHK-Erfahrungs-
austauschkreises Industrie 4.0

Holger Triebisch, Dr. Hans-Jürgen Reichardt,
IHK Region Stuttgart

Satz und Druck Druckerei W. Kohlhammer GmbH + Co. KG

Projektmanagement Print Sybille Wolff, IHK Region Stuttgart

Titelbild Zapp2Photo – Thinkstock

Stand Februar 2018

© 2017 Industrie- und Handelskammer
Region Stuttgart
Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck oder Vervielfältigung auf
Papier und elektronischen Datenträgern
sowie Einspeisungen in Datennetze nur
mit Genehmigung des Herausgebers.
Alle Angaben wurden mit größter Sorgfalt
erarbeitet und zusammengestellt. Für die
Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts
sowie für zwischenzeitliche Änderungen
übernimmt die Industrie- und Handels-
kammer Region Stuttgart keine Gewähr.



*Zertifiziertes Qualitätsmanagement
nach DIN ISO 9001*

Vorwort	5
1. Management Summary	6
2. Einleitung	9
2.1 Problemstellung und Zielsetzung	9
2.2 Betrachtungsgegenstand und methodisches Design	10
2.3 Befragte	12
3. Rahmenbedingungen Region Stuttgart	13
3.1 Sachstand Industrie 4.0	13
3.2 Analyse der Wirtschafts- und Wissenschaftsstruktur	16
3.2.1 Darstellung der Wirtschaftsstruktur Region Stuttgart	16
3.2.2 Stärken und Schwächen der Region hinsichtlich Industrie 4.0	16
3.2.3 Darstellung der regionalen Forschungslandschaft	19
4. Ergebnisse	20
4.1 Allgemeiner Teil	20
4.1.1 Übergreifende Trends	20
4.1.2 Strategien	22
4.1.3 Digitalisierungsaktivitäten	24
4.2 Detaillierter Teil	27
4.2.1 Veränderungen der Supply Chain Komplexität	27
4.2.2 Veränderungen der Supply-Chain-Informationstiefe	31
4.2.3 Veränderungen der Supply-Chain-Kommunikationstechnologien	35
5. Handlungsempfehlungen	38
5.1 Strategische Entwicklungsrichtungen	38
5.2 Handlungsfelder und Vorgehensleitfaden für Tier 2/n-Zulieferer	41
5.2.1 Strategische Handlungsfelder	41
5.2.2 Taktische Handlungsfelder	43
5.2.3 Operative Handlungsfelder	46
5.2.4 Umsetzungsleitfaden für Tier 2/n-Zulieferer	46
5.3 Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaftsakteure	49
6. Anhang	50
1. Allgemeiner Teil / Übergreifende Trends	50
1.1 Grundlegende Thesen	50
1.2 Einordnung des Unternehmens	50
1.3 Digitalisierungsstrategien	51

2.	Detaillierter Teil	51
2.1	Veränderungen der Produktstruktur	51
2.2	Veränderungen der Produktion	52
2.3	Veränderungen der Supply Chain	53
2.4	Veränderungen beim Informationsaustausch	53
2.5	Spezifische Herausforderungen der Automotive Branche	54
7.	Literatur	55

Der Automobil- und Maschinenbau mit seinen Herstellern, Zulieferern, Fabrikaurüstern und industrienahen Dienstleistern ist für die Region Stuttgart von größter Bedeutung und international viel beachtet. Milliardeninvestitionen, zahlreiche Arbeitsplätze, ein einzigartiges Wertschöpfungsnetzwerk aber auch ein ausgeprägtes ehrenamtliches Engagement vieler ansässiger Unternehmen sind seit Jahrzehnten die Grundlage für den Wohlstand der Region. Insbesondere die kleinen und mittleren Zulieferer sind fast schon traditionell enormen Herausforderungen wie einer starken Internationalisierung, Einführung von Just-in-Time-Management, steigender Konkurrenz- und Kostendruck, Auditierungen durch die Original Equipment Manufacturer (OEM) und mehr unterworfen. Bislang konnten die anstehenden Anforderungen häufig aus eigenen Anstrengungen heraus und nicht zuletzt aufgrund einer hohen Anpassungsfähigkeit gestemmt werden.

Die aktuellen Entwicklungen – wie etwa die Suche nach alternative Antriebskonzepten oder die Digitalisierung und Vernetzung von Fahrzeugen – erscheinen allerdings fundamental, besitzen größere Dynamik und gesteigerte Komplexität. Vor allem aber müssen unternehmerische Entscheidungen auf Grundlage erhöhter Unsicherheit getroffen werden. Es ist erkennbar, dass die anstehenden Herausforderungen, wie Produkte für verschiedene Antriebskonzepte liefern zu können oder auch den Anforderungen der Hersteller bezüglich Datengewinnung und -weitergabe gerecht zu werden, nicht mehr von einem Unternehmen alleine zu meistern sind. Doch volle Auftragsbücher wiegen so manchen Zulieferer in einer trügerischen Sicherheit. Dabei sollten diese die Gunst der Stunde nutzen und aus einer Position der Stärke heraus die nötigen Weichen für die Zukunft stellen.

Die vorliegende Studie wurde vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA erstellt. Ermittelt wurden hierbei aktueller Stand und Entwicklungstrends im Wertschöpfungsnetzwerk des Automobil- und Maschinenbaus entlang der Supply Chain (Lieferkette). Hervorzuheben ist, dass im ersten Schritt direkt bei den Taktgebern der Supply Chain, den Herstellern und großen Zulieferern mit strukturierten Einzelinterviews angesetzt wurde. In einem zweiten Schritt wurden mittels einer Online-Umfrage die Sichtweisen und Einschätzungen der weiteren Supply-Chain-Akteure eingeholt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen konnten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Diese sollen kleine und mittelgroße Zulieferer im Automobil- und Maschinenbau unterstützen, die Herausforderungen bei Strategie und Umsetzung im operativen Geschäft systematisch anzugehen und erfolgreich zu meistern. Neben den Unternehmen sind dabei auch Politik, Verbände und Kammern gefordert wie nie zuvor, flankierend zu unterstützen und gemeinsam den digitalen Wandel aktiv zu gestalten.

Stuttgart, im Februar 2018



Marjoke Breuning
Präsidentin



Johannes Schmalzl
Hauptgeschäftsführer

Die Automobilbranche ist tiefgreifenden Veränderungen unterworfen. Ein „digitales“ Auto, hergestellt in einer digitalisierten Produktion, erscheint plötzlich in greifbarer Nähe. Konzepte wie autonomes Fahren, alternative Antriebe oder serviceorientierte Geschäftsmodelle rufen neue Wettbewerber, amerikanische wie Tesla, Google aber vor allem asiatische wie NIO ES8 (China), Hyundai Ioniq (Südkorea) auf den Markt und bedrohen die etablierten Automobilhersteller und ihre Zulieferketten nachhaltig. Dieser Wandel betrifft die Region Stuttgart mit seiner weltweit führenden Kompetenz im Automobil- und Maschinenbau in besonderem Maße.

Ziel der vorliegenden Studie ist es daher, den aktuellen Stand und absehbare Entwicklungen dieses Wandels mit Fokus auf die Digitalisierung der Supply Chain im Automobil- und Maschinenbau zu erheben, um daraus **Handlungsempfehlungen** für **kleine und mittelständische Tier 2/n-Zulieferer** abzuleiten. Die hierzu erarbeiteten Ergebnisse sind dreigeteilt:

- Ausgangspunkt bilden die **Rahmenbedingungen** der Region Stuttgart (Abs. 3.2),
- Die **Befragungsergebnisse** sind in einen übergreifenden Teil (Entwicklungstrends, Strategien und Digitalisierungsaktivitäten, Abs. 4.1) und einen detaillierten Teil zur Supply Chain (Abs. 4.2) unterteilt.
- Die **Handlungsempfehlungen** kristallisieren aus den Befragungsergebnissen Strategien der drei Supply Chain Akteursgruppen (OEM/Tier 1-Zulieferer, Tier 2/n-Zulieferer, Fabrikaurüster) heraus (Abs. 5.1), und leiten daraus inhaltliche und vorgehensbezogene Empfehlungen als Orientierungshilfe für KMU-Zulieferer (Abs. 5.2) sowie für weitere Akteure (Abs. 5.3) ab.

Die Ergebnisse basieren auf 17 Experteninterviews mit Führungskräften und Fachexperten im Automobil- und Maschinenbau sowie einer Online-Befragung mit 167 Teilnehmern und geben einen guten Eindruck des aktuellen Stimmungsbildes dieser beiden Branchen.

Eine zentrale **Herausforderung** für die Automobilbranche bildet die erwartete politische Einflussnahme auf den Automobilmarkt: So erwarten über 75 Prozent der Befragten eine Förderung der Elektromobilität und Fahrverbote für Verbrennungsmotoren. Klare und verlässliche Rahmenbedingungen fehlen allerdings, was die Unsicherheit bei allen Beteiligten erhöht.

Die größten **Herausforderungen** der Digitalisierung für die Unternehmen sind fehlende Standards zum Datenaustausch, das Gewinnen geeigneter Mitarbeiter, und deren Verfügbarkeit und vor allem Themen des Veränderungsmanagements. Besonders häufig wird hierbei eine geringe Veränderungsbereitschaft von Führungskräften und Mitarbeitern, mangelnde

IT-Kompetenz der Führungskräfte und die fehlende Strategiedefinition genannt. Die aktuell zumeist gute wirtschaftliche Situation fördert zudem Unverständnis für die Notwendigkeit der Digitalisierung.

Die Ergebnisse zu den **Digitalisierungsstrategien** zeigen:

- Über eine Digitalisierung ermöglichen die **OEMs** im Automobilbau ihren Kunden die Produkte zunehmend zu individualisieren, außerdem entwickeln sie neue Mobilitätskonzepte. Bei zunehmender Variantenanzahl reduzieren sie im Leistungserzeugungsprozess ihre Wertschöpfungstiefe. Höhere Variantenvielfalt, kürzere Lieferzeiten und engere Lieferfenster steigern die Komplexität der Supply Chains insgesamt. Um diese wirkungsvoll zu beherrschen, fordern sie von ihren direkten Lieferanten die Entwicklung und Herstellung kompletter Module. Außerdem setzen sie auf umfangreich digitalisierte Herstellprozesse, was sie ebenfalls von ihren Lieferanten erwarten. Das verlagert einen Teil der Komplexität zu den Lieferanten.
- Die großen **Tier 1-Zulieferer** zeigen ein zweigeteiltes Bild: Zum einen folgen sie der Anforderung zum Modullieferanten, auch weil sie damit ihre eigene Wettbewerbsposition gegenüber dem OEM stärken möchten. Elektromobilität und Assistenzsysteme bieten hier anschauliche Beispiele für die Bereitstellung solcher Komplettlösungen. Zum anderen diversifizieren sie ihr Angebot und senken so die Abhängigkeit von der Automobilindustrie, insbesondere von Komponenten des Verbrennungsmotors.
- Die stärkste Veränderung zeigt sich bei den **Fabrikaurüstern**. Diese digitalisieren ihre Produkte konsequent und entwickeln gleichzeitig in hohem Tempo neue, servicebasierte Angebote. So werden sie zum Digitalisierungsenabler ihrer Kunden. Auch sie setzen auf digitalisierte Herstellprozesse, im Vergleich zum Automobilbau aber mit langsamerer Umsetzungsgeschwindigkeit.

Für Tier 2/n-Zulieferer des Automobil- und Maschinenbaus eröffnen sich somit unterschiedliche strategische Handlungsoptionen. Abbildung 1 zeigt ihre vier Aspekte.

I. Fokus der Digitalisierung: Die Unterscheidung identifizierter zwei Gruppen von Tier 2/n-Zulieferern mit unterschiedlichem digitalem Entwicklungspfad: Gruppe 1 digitalisiert ihre Leistungserzeugung und vernachlässigt hierbei die Digitalisierung ihrer Produkte. Gruppe 2 digitalisiert die Leistungsangebotsseite, setzt aber auch auf eine Digitalisierung des Leistungserzeugungsprozesses.

Marktbezogener Entwicklungspfad: In Abhängigkeit der Zukunftsfähigkeit der eigenen Produkte und der Unternehmensgröße sind darüber hinaus drei weitere Aspekte relevant:

II. Re-Positionierung innerhalb der Lieferkette: Ermöglicht ein verändertes eigenes Leistungsangebot eine Neupositionierung in der Lieferkette in Richtung OEM?

III. Kooperation: Welche Kooperationsmöglichkeiten verbessern die eigene Marktposition?

IV. Diversifikation des Produkt- und Kundenportfolios: Lässt sich das eigene Know-how in anderen Branchen einsetzen?

Vor dem Hintergrund dieser strategischen Grundüberlegungen sind nun im nächsten Schritt geeignete inhaltliche Handlungsfelder mit besonderem Blick auf die kleinen und mittelständischen Tier 2/n-Zulieferer inklusive eines Vorgehensleitfadens abgeleitet:

Einerseits sind die Handlungsfelder nach Betrachtungsebene in strategisch, taktisch und operativ sowie zeitlich in Konzept- und Umsetzungsphase unterteilt.

Andererseits sind neben diesen allgemeinen Aspekten die aus der Befragung erkannten Entwicklungstendenzen der Supply Chain des Automobil- und Maschinenbaus zu berücksichtigen. Für die wesentlichen Entwicklungstrends sind Handlungsfelder abgeleitet, die Tabelle 1 zusammenfasst.

Abbildung 1: Strategische Handlungsoptionen für Tier 2/n-Zulieferer

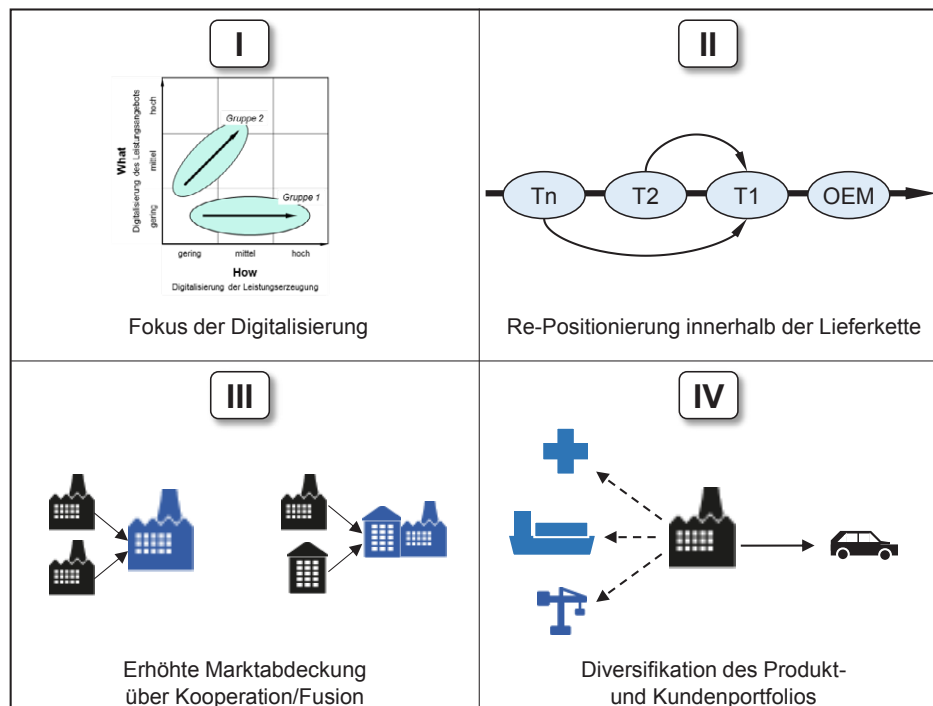


Tabelle 1: Entwicklungstrends und Handlungsfelder

Entwicklungstrends	Handlungsfelder
Steigende Anzahl Produktvarianten	<ul style="list-style-type: none">• Produktmodularisierung und -konfiguration• Konfiguration über Software• Montage „ohne Band und Takt“
Komplexere Supply Chains Engere Lieferfenster	<ul style="list-style-type: none">• Durchgängiger Anforderungsdialog OEM – Tier 1 – Tier 2/n• Fairer Austausch von Planungs- und Auftragfortschrittsdaten entlang der gesamten Supply Chain• Einsatz neuer und verbesserter Planungs- und Steuerungsmethoden
Digitalisierte technische Herstellprozesse	<ul style="list-style-type: none">• Identifikation von schützenswerten Daten (da Know-how bestimmend) endproduktqualitätbestimmenden Prozessdaten• MDE: Datenerfassung technischer Prozessparameter• (Echtzeit-) Datenbasierte Prozessoptimierung
Digitalisierte logistische Herstellprozesse	<ul style="list-style-type: none">• Identifikation von kooperationsrelevantem Wissen• BDE: Datenerfassung Auftragsfortschritt (feinerer Detaillierungsgrad, geringerer Rückmeldeverzug)
Digitalisierte Beschaffung	<ul style="list-style-type: none">• Automatische Bedarfs- /Bestellgenerierung• Ankopplung an Bestellplattform

Abschluss der Handlungsempfehlungen bildet ein Vorgehensleitfaden. Dieser verbindet die allgemeinen Anforderungen der Digitalisierung mit den beschriebenen Automotive-relevanten Aspekten und fasst sie nachvollziehbar für die Digitalisierungsverantwortlichen der Unternehmen zusammen.

Die Gesellschaft ist einer großen Veränderungsdynamik mit vielfachen Auswirkungen auf die Wirtschaft und deren vernetzten Strukturen ausgesetzt: Durch Globalisierung und Digitalisierung entstehen eng gekoppelte und hoch spezialisierte Wertschöpfungsnetzwerke, in denen Anzahl der Beziehungen und gegenseitige Abhängigkeit der Partner steigen. Veränderliche Kundenanforderungen und ein schneller technologischer Fortschritt erhöhen die Dynamik zusätzlich und verkürzen Produktlebenszyklen; die Variantenvielfalt steigt und kurzfristige Produktionsprogrammänderungen werden Normalität.

Diese Veränderungen erzeugen vielfältige Herausforderungen, welche insbesondere der Automobil- und Maschinenbau spürt. Das physische Produkt eines Automobils ist zunehmend mit digitalen Inhalten verwoben. Nur ein enges Partnernetzwerk kann die dafür nötigen Kompetenzen (Mechanik, Elektronik, IT, Produktions- und Geschäftsprozesse), in interdisziplinärer Zusammenarbeit entlang des Produktlebenszyklus, bereitstellen. Richtungsweisende Akteure dieser Branche haben ihre unternehmerischen Wurzeln in der Region Stuttgart.

Antworten auf die oben genannten Herausforderungen versprechen neue Digitalisierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten, oft unter dem Begriff „Industrie 4.0“ zusammengefasst: Sie verheißen sowohl ein Beherrschen der steigenden Komplexität als auch neue Geschäftschancen, vor allem durch Vernetzung bestehender Systeme oder Partner und die Nutzung kontextbezogener Daten. Dies führt jedoch zu tiefgreifenden Veränderungen bestehender Arbeitsweisen und bedarf hoher Investitionen, was ein strategiegeleitetes und planvolles Umsetzungsvorgehen erfordert. Dies gilt insbesondere für die Zulieferer des Automobil- und Maschinenbaus, die sich auf diese Herausforderungen einstellen müssen.

Ausgehend von dieser Ausgangssituation erarbeitet Abs. 2.1 der Studie, welche Grundlage für die Studienziele ist. Dementsprechend leitet Abs. 2.2 das Studiendesign und den Betrachtungsrahmen ab. Abs. 2.3, gibt einen Überblick über das Teilnehmerfeld der Studie. Es beschreibt die über Interviews und Online-Fragebögen befragten Fachexperten und die zugehörigen Unternehmen.

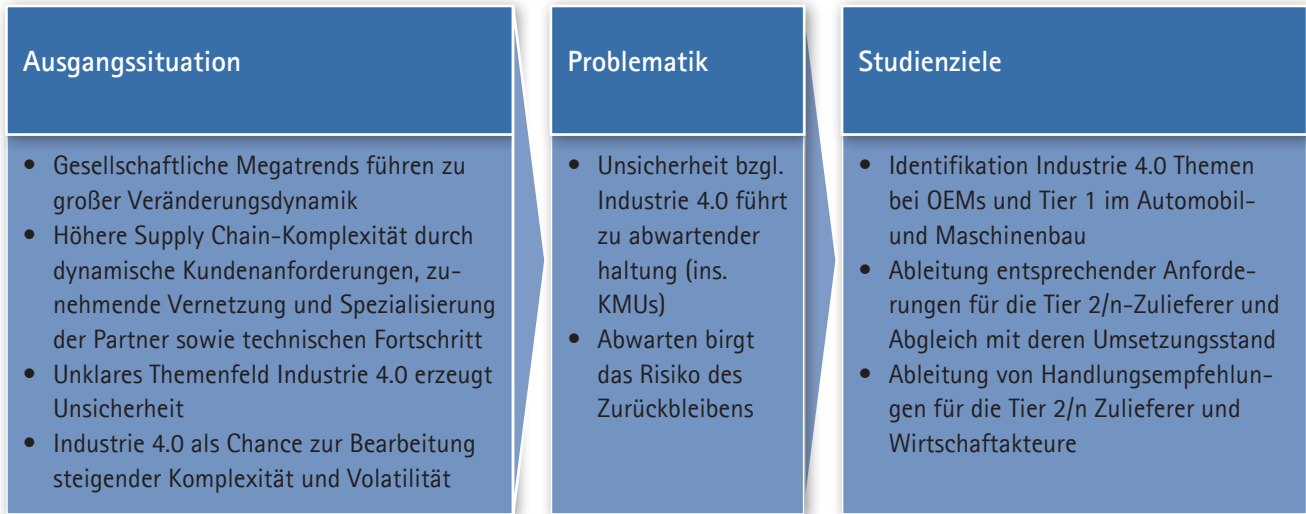
2.1 Problemstellung und Zielsetzung

Viele der kleineren, meist mittelständischen Zulieferer (KMUs) des Automobil- und Maschinenbaus reagieren auf die oben beschriebenen Veränderungen abwartend und überlassen den großen Zulieferern und OEMs die Führung. Doch dies birgt das Risiko, hinter dem Wettbewerb zurückzubleiben.

Um diesen Risiken wirkungsvoll zu begegnen und die führende Wettbewerbsposition der KMU-Zulieferer des Automobil- und Maschinenbaus aufrechtzuerhalten, sind aus künftigen Anforderungen der OEMs und Tier 1 (Zulieferer der ersten Lieferstufe) und den erweiterten Angeboten der Fabrikaurüster notwendige Handlungsfelder abzuleiten. Hieraus ergeben sich folgende Zielsetzungen dieser Studie:

- Identifikation von Industrie 4.0-Themen und -Projekten, welche die OEMs und Tier 1-Zulieferer im Automobil- und Maschinenbau absehbar umsetzen.
- Ermitteln des Einflusses dieser Aktivitäten auf die Tier 2/n-Zulieferer sowie sich daraus ergebene Anforderungen.
- Abgleich dieser Anforderungen mit dem aktuellen Umsetzungsstand und der zukünftigen Perspektive der Tier 2/n-Zulieferer.
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Tier 2/n-Zulieferer, um sich zielgerichtet auf die Erfüllung der zukünftigen Anforderungen der OEMs und Tier 1-Zulieferer vorbereiten zu können.
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für weitere Wirtschaftsakteure, um die Tier 2/n-Zulieferer entsprechend wirksam bei der Vorbereitung auf die zukünftigen Anforderungen unterstützen zu können.

Abbildung 2: Strategische Handlungsoptionen für Tier 2/n-Zulieferer



Die Abbildung 2 fasst die Ausgangssituation, Problematik und Studienziele zusammen.

2.2. Betrachtungsgegenstand und methodisches Design

Im Fokus der Betrachtungen stehen Tier 2/n-Zulieferer des Automobil- und Maschinenbaus sowie die ihnen vorgelagerten OEMs und Tier 1-Zulieferer. Tier 2/n nehmen in der aktuellen Entwicklung eine besondere Rolle ein. OEMs und Tier 1

beeinflussen aufgrund ihrer Position in der Supply Chain einen Großteil der Anforderungen für die Tier 2/n, so dass für letztere eine starke Abhängigkeit bezüglich der Umsetzung von Industrie-4.0-Themen entsteht. Logischer Ausgangspunkt der Untersuchung bilden daher Experteninterviews entlang der Supply Chain. Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen wird eine breitere Online-Befragung durchgeführt, um daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Abbildung 3: Betrachtungsgegenstand und Befragungsstruktur

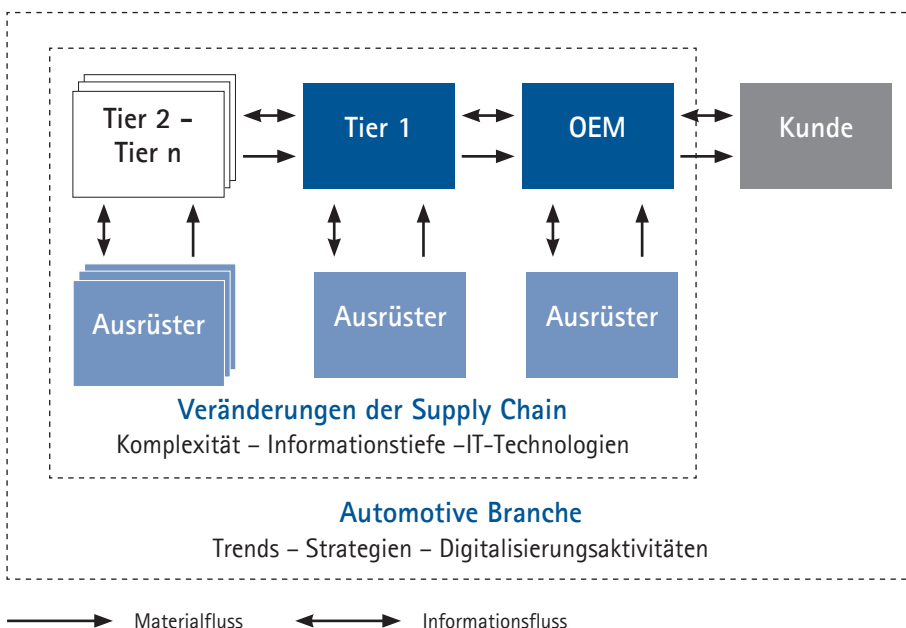


Abbildung 3 gibt einen Überblick über den Betrachtungsgegenstand und die inhaltliche Befragungsstruktur.

Das Vorgehen der Studie teilt sich in die folgenden fünf Schritte:

1. **Rahmenbedingungen der Region Stuttgart:** Diese Beschreibung umfasst einerseits einen Überblick des Sachstandes Industrie 4.0 als Basis für die Interpretation von Handlungsempfehlungen. Durch die neuen Ansätze und die daraus resultierenden Anforderungen entstehen auch für die hiesigen Wirtschafts- und Wirtschaftsstrukturen neue Möglichkeiten zur Stärkung der Region Stuttgart. Hierfür sind Stärken und Schwächen der Region Stuttgart im Allgemeinen sowie im Besonderen für die OEMs und Tier 1-Zulieferer im Automobil- und Maschinenbau hinsichtlich der Industrie 4.0-Aspekte beleuchtet. Als weiterer Aspekt wurden die für den Automobil- und Maschinenbau relevanten führenden Forschungsinstitute und Technologienetzwerke der Region Stuttgart im Bereich Industrie 4.0 zusammenfassend dargestellt.
2. **Telefonische Experteninterviews** über die gesamte Supply Chain (OEMs, Ausrüstern und Zulieferern im Bereich Automobil- und Maschinenbau sowie Fachexperten): Befragungsziel ist den aktuellen Industrie 4.0-Umsetzungsstand (inklusive Themen und absehbaren Projekten) der Beteiligten zu erfahren, um daraus zukünftige Anforderungen an Zulieferer im Bereich Automobil- und Maschinenbau zu ermitteln.
3. **Online-Befragung:** Auf diesen Erkenntnissen baut die Online-Befragung auf. Diese erfragt Industrie 4.0-Trends, -Umsetzungsstand und Entwicklungsziele bei OEMs, Ausrüstern und Zulieferern des Automobil- und Maschinenbaus.
4. Die **Auswertung** erfolgt in zwei Stufen:
 1. Die Ergebnisse werden einzeln auf Kernaussagen hin untersucht.
 2. Die Antworten werden qualitativ und sofern möglich quantitativ über alle Antworten hinweg ausgewertet.
5. **Handlungsempfehlungen:** Aufbauend darauf ergeben sich strategische, taktische und operative Handlungsempfehlungen für die Industrieunternehmen des Automobil- und Maschinenbaus, in einem weiteren Schritt Handlungsempfehlungen in Bezug auf die Politik und regionale Wirtschaftsakteure der Region Stuttgart.

Abbildung 4: 1. Studiendesign

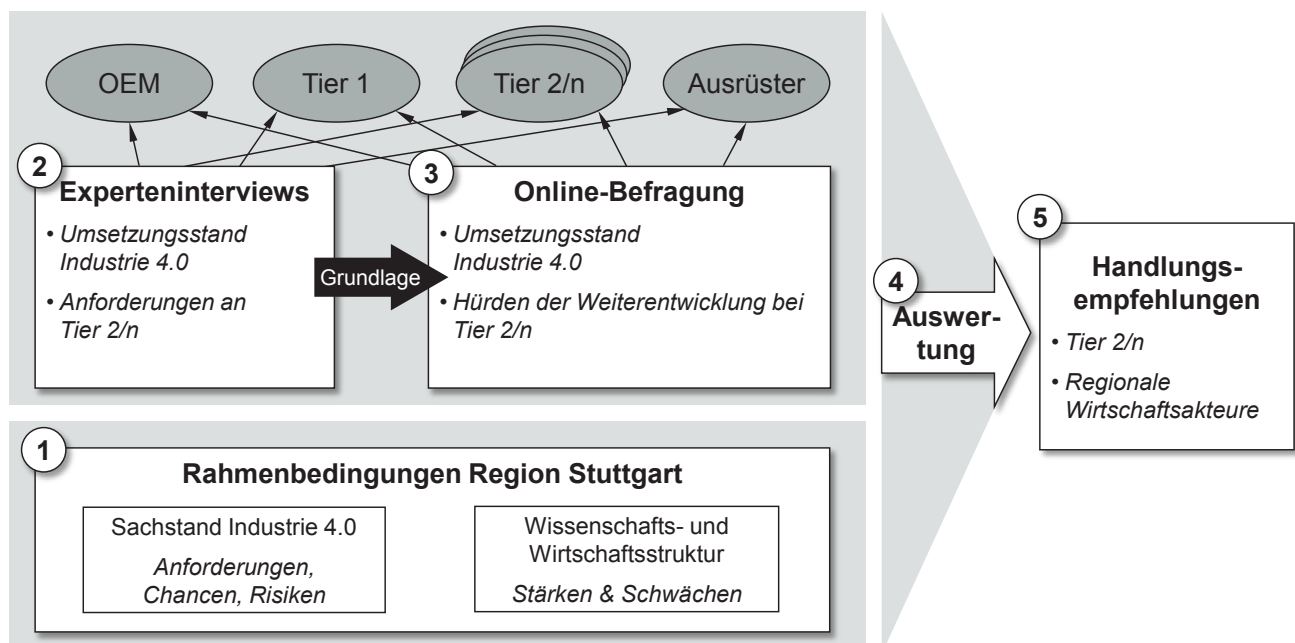
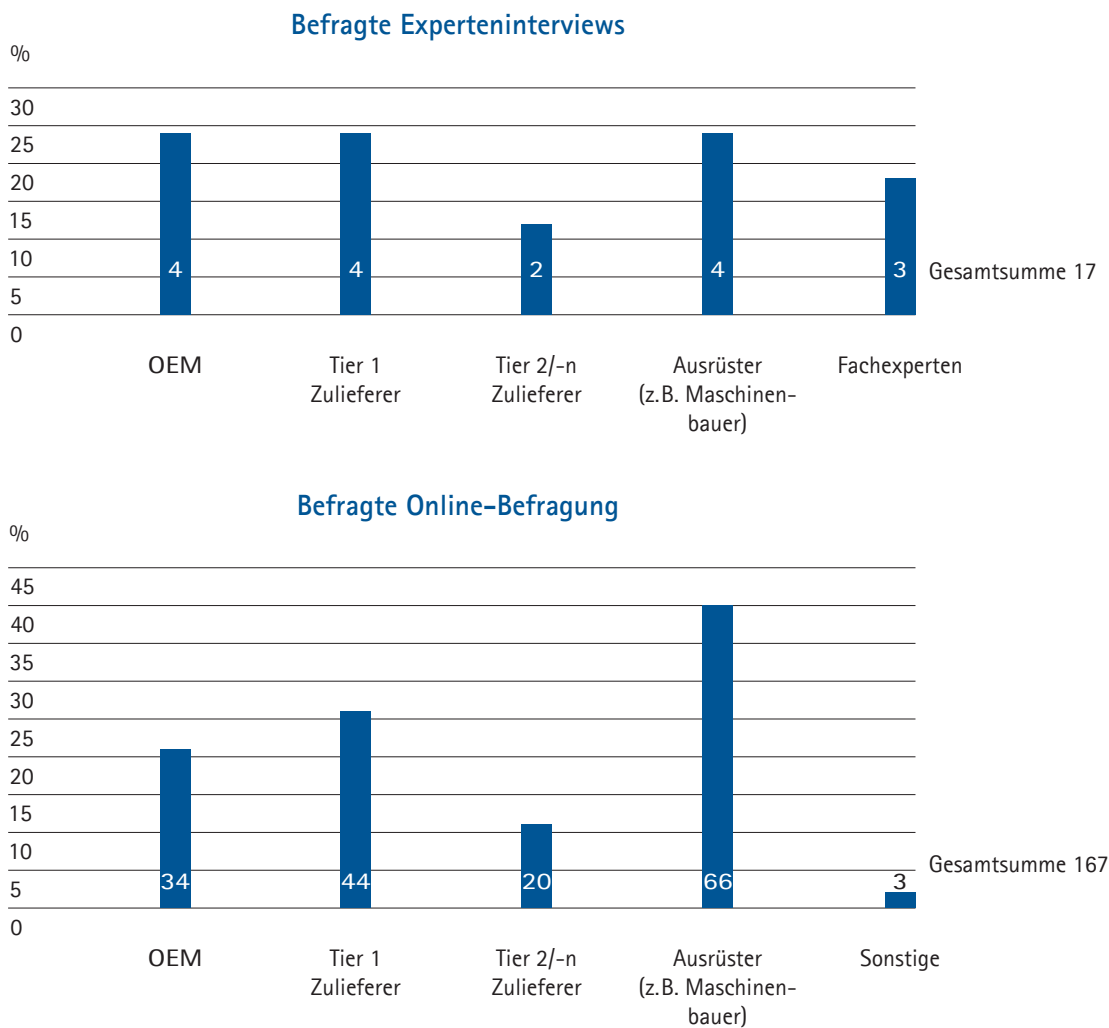


Abbildung 5: Einordnung der Teilnehmer der Befragungen



2.3 Befragte

Insgesamt wurden 17 **Experteninterviews** mit der obersten Führungsebene und Fachexperten führender Unternehmen des Automobil- und Maschinenbaus sowie weiteren Experten durchgeführt, (Abbildung 5, oben). Ihre Zuordnung zu den Akteuren zeigt die breite Abdeckung der gesamten Supply Chain. Viele Befragte antworteten in der Doppelrolle als Anwender und Fabrikausrüster, die in der Auswertung nicht gekennzeichnet ist.

Die **Online-Befragung** wurde als elektronische Blindversendung durchgeführt (Rücklaufquote 1,8 Prozent). Insgesamt waren 167 Fragebögen auswertbar, die breite Verteilung über alle Akteure in der Supply Chain, (Abbildung 5, unten). Bei der Abfrage der eingenommenen Rollen der Befragten im Un-

ternehmen war eine Mehrfachzuordnung möglich: Demnach zählen sich 49 Prozent der Befragten zu „Treibern“ (vor allem Führungskräfte) und weitere 41 Prozent zu „Anwendern“ (Führungskräfte oder Fachexperten, die Teile des Fabrikbetriebs verantworten). Die Perspektive der „Umsetzer“ mit 29 Prozent (oft Umsetzungsverantwortliche der Unternehmensführung) sowie die Perspektive der „Ausrüster“ mit 22 Prozent sind etwas geringer vertreten.

Die Befragten betrachten das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven. Sie decken die relevanten Akteure in der Supply Chain sowie die hinreichenden Rollen im Unternehmen ab. Gut zwei Drittel der Befragten sehen sich selbst als Leitanbieter oder Impulsgeber. Die Ergebnisse bieten somit die Grundlage für ein aktuelles Stimmungsbild.

Der Begriff Industrie 4.0 beschreibt ein neues Zeitalter der Industrialisierung: Intelligente Objekte, Maschinen und Geräte vernetzen sich und kommunizieren mit den Menschen auf natürliche Weise. So entsteht zum einen ein neuer Grad in Organisation und Steuerung der Wertschöpfungsketten. Zum anderen eröffnet dies die Chance auf neue Geschäftsmodelle mit disruptivem Charakter. Folglich wird die Digitalisierung zum Innovationstreiber der Produktion. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, echtzeitnahe Informationen bereitzustellen und dynamische Reaktionen und Optimierungen zu ermöglichen (Kagermann, 2013; Reinhart, 2017; Fraunhofer IPA, 2017).

Doch inwieweit ist die Region Stuttgart auf diese Herausforderungen eingestellt? Hierzu sind zunächst die durch die neuen Ansätze entstehenden Anforderungen kompakt zu beschreiben (Abs. 3.1). Diesen stehen die Möglichkeiten gegenüber, die die lokalen Wirtschafts- und Wissenschaftsstrukturen bereitstellen (Abs. 3.2).

3.1 Sachstand Industrie 4.0

Die Umsetzung einer intelligent vernetzten Wertschöpfungskette erfordert eine digitalisierte Produktion. Die hierfür erforderliche technologische Basis lässt sich zu drei Technologiefeldern ordnen.

Cyberphysische Systeme

Nach klassischem Verständnis sind physisches System und digitales Abbild streng getrennt. Cyberphysische Systeme lösen diese Trennung auf: Systeme wie beispielsweise Transportbehälter oder Maschinenkomponenten beinhalten Sensoren und Aktoren sowie eingebettete Software mit der Fähigkeit zur Datenverarbeitung und selbständigen Kommunikation. Dies ermöglicht die intelligente Vernetzung bisher passiver Objekte. Ihre eindeutige Kennung erlaubt eine entsprechend individuelle Kommunikation. Die unmittelbare physikalische Erfassung, Auswertung und Speicherung der Daten über Sensoren vereinfacht bisher manuell erforderliche Tätigkeiten dramatisch.

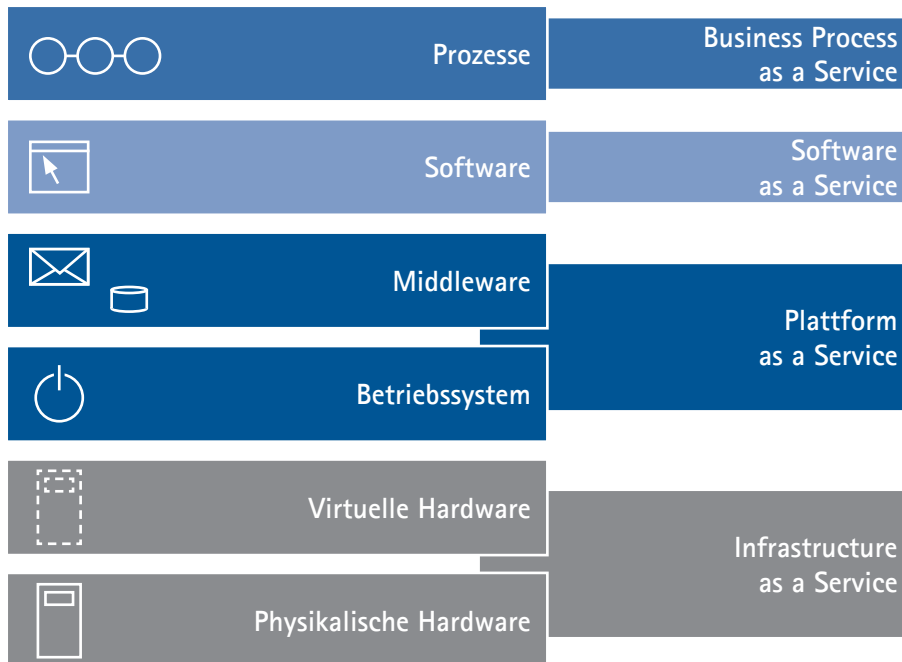
Abbildung 6: Technologiefelder Industrie 4.0



Quelle: Fraunhofer IPA

Abbildung 7: Klassen von IT-Diensten

- *Infrastructure as a Service* stellt Hardware physikalisch oder virtuell bereit.
- *Plattform as a Service* stellt Betriebssysteme beziehungsweise Middleware bereit.
- *Software as a Service* stellt Software, also modularisierte Funktionsbausteine, bereit.
- *Business Process as a Service* wickelt komplette Geschäftsprozesse als Service ab.



Quelle: Gabler Wirtschaftslexikon, 2017

Cloud Computing

Cloud Computing stellt Daten, Technologien und IT-Ressourcen über das Internet dezentral und dynamisch bereit. Der Wechsel von vormals stark lokal geprägten, individuellen Lösungen hin zu global verfügbaren, standardisierten Lösungen erhöht Transparenz und Vergleichbarkeit. Das führt wiederum zur Industrialisierung der IT-Ressourcen und ermöglicht neue Geschäftsmodelle. Deren Kernidee besteht häufig darin, entsprechende Dienste als Service mit nutzungsabhängiger Vergütung anzubieten. Entsprechend der Anwendungsschichten werden vier Klassen unterschieden, wie in Abbildung 7 dargestellt.

Cloud-Lösungen ermöglichen eine unternehmensweite und -übergreifende Datenspeicherung und Informationsweitergabe. Plattformen verknüpfen einzelne Anwendungen nutzerspezifisch. Solche Anwendungen dominieren den Consumer-Bereich bereits heute: Endverbraucher können Millionen von Apps über Plattformen, beispielsweise Google Play oder den Apple AppStore, beziehen.

Smart Factory

Stark sinkende Automatisierungskosten begünstigen die Digitalisierung in der Produktion: Plug-and-Produce-Module, eine intelligente Vernetzung von Mensch und Maschine mit entsprechenden Schnittstellen sowie ein digitaler Schatten eröffnen neue Flexibilität, auf unerwartete Kunden- und Produktionsänderungen zu reagieren und dennoch die Effizienz der Produktion zu steigern.

Neben den Technologiefeldern sind weitere Faktoren zu betrachten. Abbildung 8 zeigt die heute anerkannten Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Industrie-4.0-Lösungen (W&P, Fraunhofer IPA 2015):

Technologie-Reifegrad: Basis für eine wirkungsvolle Vernetzung und Kommunikation bildet die Verfügbarkeit entsprechender Technologien (Technology Push). Diese bestimmen Möglichkeiten und Grenzen heutiger Konzepte und Lösungen.

Politische Unterstützung: Politik wirkt als Impulsgeber – einflussvoll an der Begriffssetzung Industrie 4.0 im Rahmen der Hightech-Strategie erkennbar. Durch Gesetze und Fördermaßnahmen wurden und werden entsprechende Impulse gesetzt.

Abbildung 8: Klassen von IT-Diensten



Quelle: W&P, Fraunhofer IPA 2015

Wettbewerb: Generell gilt: Wettbewerb fördert Innovationen und begünstigt die Verbreitung neuer Ideen und Lösungen. Hier sind vor allem durch disruptive Technologien und Geschäftsmodelle Veränderungen zu erwarten.

Marktakzeptanz: Darüber hinaus ist auch die Akzeptanz bei Gesellschaft und Verbraucher bei der Etablierung neuer Technologien im Markt entscheidend. Hierbei bestimmt das Vertrauen in die neuen Technologien und das Erkennen von deren Mehrwert die Umsetzungsgeschwindigkeit. Im Vergleich zum privaten Nutzer zeigt sich der industrielle Anwender vor allem beim Thema Datensicherheit skeptisch.

Rechtssicherheit: Industrie 4.0 erzeugt in massivem Umfang Daten, was den Wert solcher abstrakten Güter steigert. Deshalb sind vor allem die Aspekte der Erzeugung, Anwendung und Eigentumsrechte dieser Daten sowie Haftung zu berücksichtigen.

IT-Sicherheit: Mit stärkerer IT-Durchdringung steigt die Bedeutung der IT-Sicherheit. Hier sind zwei Bereiche zu unterscheiden: Die Betriebssicherheit (Safety) fokussiert auf den sicheren Betrieb aller Objekte einer Fabrik und betrachtet Sicherheit und Gesundheitsschutz der Menschen. Der Betriebsschutz (Security) betrachtet die Sicherheit und die Vertraulichkeit (Privacy) aufgenommener Daten.

(IKT-)Standards: Standards der Informations- und Kommunikationstechnologien begünstigen eine IT-technische Vernetzung. Wie oben erwähnt basieren klassische Konzepte auf lokalen und statisch konfigurierten Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Eine wesentliche Herausforderung besteht also in der dynamischen Anbindung von lediglich zeitweise in die Produktion eingebundenen cyberphysischen Modulen.

Bezogen auf den Betrachtungsgegenstand sind zwei Aspekte der Digitalisierung zu unterscheiden (Bauernhansl, 2017):

What – Digitalisierung der Produkte: In welchem Umfang sind die Produkte selbst digitalisiert, entwickeln sich in Richtung smarter Produkte und ermöglichen so neue Leistungsangebote, beispielsweise in Form der oben genannten Dienste?

How – Digitalisierung der Leistungserzeugung: In welchem Umfang ist der Herstellprozess selbst stärker digitalisiert und ermöglicht so den Weg zur bereits oben erläuterten, hoch flexiblen und effizienten Smart Factory?

Steigende Datenumfänge und Datengenauigkeit bergen also die Chance beziehungsweise Perspektive, umfassender und vor allem genauer auf veränderte Situationen der Wertschöpfungskette zu reagieren. Somit werden Fabrikaurüster zum Enabler für Verbesserungen der in einer Lieferkette angeordneten Herstellprozesse. Wie erwähnt birgt dies sowohl Potenziale zur Leistungsdifferenzierung als auch zur Kostensenkung.

Risiken oder Probleme ergeben sich zum einen aus den inhaltlichen Realisierungshürden bei der Umsetzung. Diese lassen sich aus den oben beschriebenen Technologiefeldern sowie den Rahmenbedingungen ableiten. Zum anderen ergeben sich diese aus entgangenen Markchancen beziehungsweise einer Verschlechterung der Wettbewerbsposition. Hier ist eine unternehmensindividuelle Betrachtung erforderlich. Im Grundsatz ist hierfür ein Vergleich erwarteter (Markt-)Entwicklungen und eigener geplanter Aktivitäten notwendig.

3.2 Analyse der Wirtschafts- und Wissenschaftsstruktur

Die Region Stuttgart umfasst neben der Landeshauptstadt Stuttgart die Landkreise Böblingen, Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg und Rems-Murr. Auf der Fläche von 3.654 km² wohnen rund 2,74 Millionen Menschen (Statistisches Landesamt BW, Stand 2015). Grundlegende Kennzahlen zeigen die wirtschaftliche Bedeutung: Auf zehn Prozent der Landesfläche werden 30 Prozent des Bruttoinlandsprodukts erwirtschaftet (Statistisches Landesamt BW, Stand 2013). Damit liegt die Wirtschaftsleistung pro Einwohner deutlich über dem Bundes- und Landesdurchschnitt. Auch im europäischen Vergleich ist die Region in dieser Hinsicht auf einem Spitzenplatz.

3.2.1 Darstellung der Wirtschaftsstruktur Region Stuttgart

Das produzierende Gewerbe bildet mit etwa 40 Prozent der regionalen Wertschöpfung den industriellen Anker der Region. Aus wirtschaftlicher Sicht bilden der Automobil- und Maschinenbau mit Abstand die wichtigsten Bereiche des verarbeitenden Gewerbes. Unternehmen anderer Branchen wie Elektrotechnik, Metallgewerbe oder Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor sind mit den beiden dominierenden

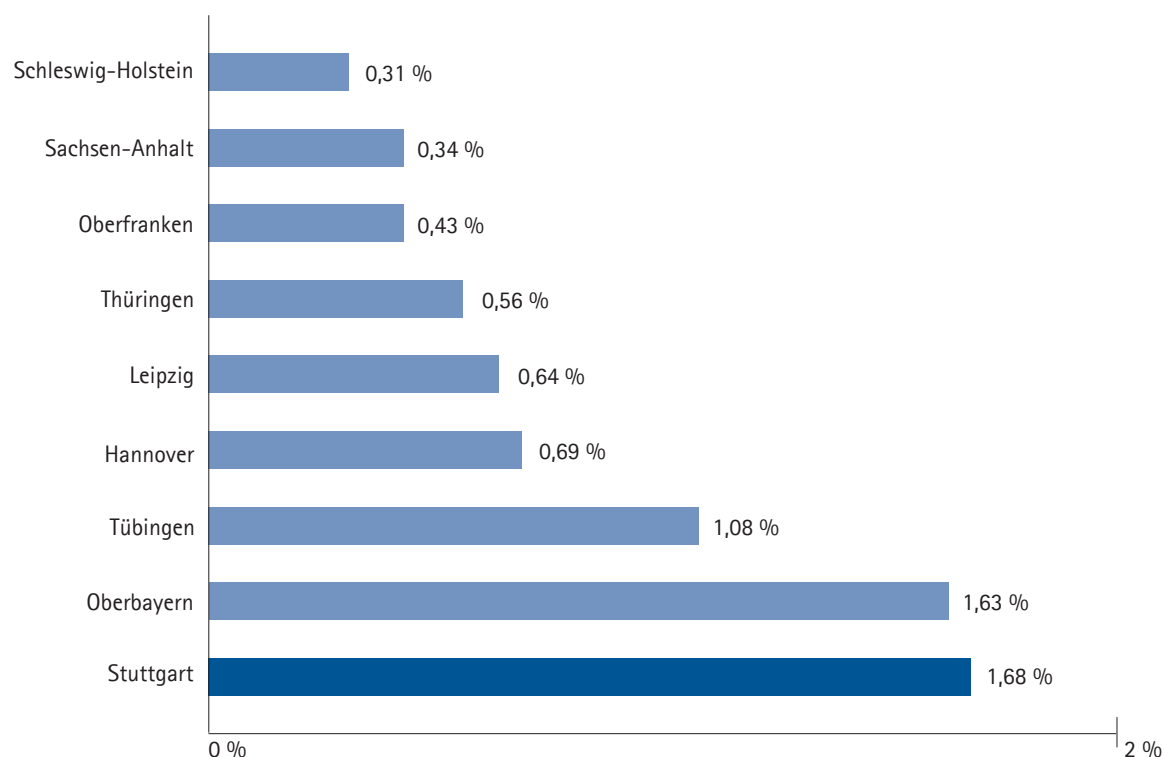
Clustern eng verstrickt. Dieser starke Fokus zeigt sich auch anhand der Ingenieursdichte von fünf Prozent, die höher ist als in jeder anderen Region Deutschlands (Strukturbericht Region Stuttgart, 2017; IHK Region Stuttgart, 2011).

Die Wissenschaftslandschaft der Region Stuttgart führt den Bereich der Forschung und Entwicklung deutschlandweit an. Keine andere deutsche Region meldet mehr Patente an. Die Investitionsquote liegt mit 4,0 Prozent vom Umsatz sowohl über dem Bundes- als auch über dem Landesdurchschnitt (Region Stuttgart, 2017). Im innerdeutschen Vergleich besitzt die Region den höchsten Anteil an Wissenschaftlern gemessen an der Anzahl an Erwerbstätigen, siehe Abbildung 9.

3.2.2 Stärken und Schwächen der Region hinsichtlich Industrie 4.0

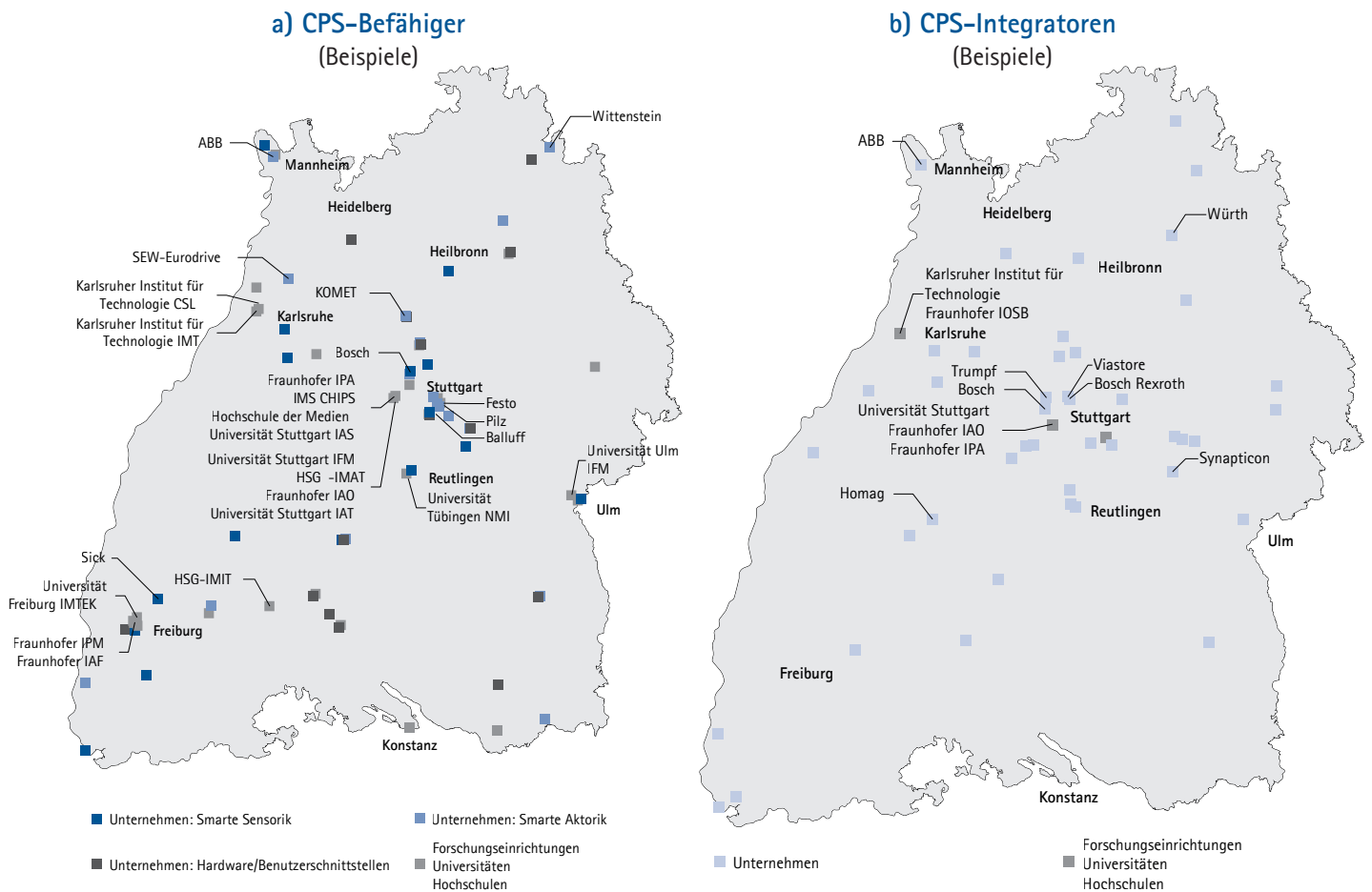
In Baden-Württemberg investiert der Maschinen- und Automobilbau am stärksten: Insgesamt tätigten beide Branchen im Jahr 2016 ungefähr 56 Prozent der gesamten Investitionen von etwa 12,9 Milliarden Euro des verarbeitenden Gewerbes (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg). Ziel der Landesregierung ist es, das Land zur digitalen Leitregion zu machen. Deshalb werden bis ins Jahr 2021 rund eine Milliarde Euro in die Digitalisierung investiert. Dabei fließen 265 Millionen Euro in Digitalisierungsprojekte und 100 Millionen

Abbildung 9: Wissenschaftleranteil in ausgewählten Regionen Deutschlands



Quelle: Verband Region Stuttgart, 2015

Abbildung 10: Landkarte CPS-Befähiger und CPS-Integratoren



Quelle: Ministerium für Finanzen und Wirtschaft BW, 2014

Euro in den Ausbau des Breitband-Internets (Land Baden-Württemberg, 2017).

Baden-Württemberg ist in einer guten Ausgangslage hinsichtlich der digitalen Transformation. Historisch begründet sich dieser Vorteil gegenüber anderen Regionen in der starken Stellung der Fahrzeugtechnik sowie des Maschinen- und Anlagenbaus mit seiner Innovationskraft. Das Land beherbergt eine Vielzahl an Unternehmen und Forschungsstätten mit nennenswerten Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0. Der beispielhafte Blick auf Hersteller und Forschungsstätten im Bereich CPS konkretisiert die Vorteile der Region Stuttgart, vergleiche Abbildung 10. Folgende Kategorien lassen sich unterscheiden:

CPS-Befähiger (Hersteller und Dienstleistungsanbieter von Komponenten und Teilsystemen cyberphysischer Systeme wie smarte Sensorik oder Aktorik, Software, Benutzerschnittstellen, Software-Architektur oder IT-Sicherheit).

CPS-Integratoren (Hersteller und Dienstleistungsanbieter, die Komponenten und Teilsysteme von cyberphysischen Systeme-

men zu einem Gesamtsystem verbinden, wie Werkzeugmaschinen-, Förder- oder Lagertechnikhersteller).

Darüber hinaus ist die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle entscheidend: Hier führt die Metropolregion Stuttgart verglichen mit anderen deutschen Metropolregionen wie München, Rhein-Ruhr oder Nord. Es beschäftigen sich die meisten KMUs mit der für die Digitalisierung essentiellen Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle (IHK Region Stuttgart, 2017).

Doch die Region Stuttgart tut sich (noch) schwer mit der Bereitstellung der technischen Infrastruktur: Beispielsweise beklagen zwei Drittel der Unternehmen eine unzureichende Breitbandversorgung mit entsprechenden Abwanderungsrisiken. Fehlende Glasfaseranschlüsse in neuen Gewerbegebieten verhindern Unternehmensansiedlungen in diesen Kommunen. Die Umsetzung scheint langwierig und beschäftigt die Politik bis heute (Stuttgarter Zeitung, 21. Juli 2015, 22. November 2017).

Zukunftsweisend sind aber vor allem die verschiedenen Aktivitäten größerer und kleinerer Unternehmen – teilweise auch

3. Rahmenbedingungen Region Stuttgart

in Kooperation mit Forschungsinstituten. Viele Betriebe sind aktiv in der Forschung und Umsetzung der Produktion der Zukunft beteiligt und es entstehen Leuchttürme mit Vorbildfunktion für andere Unternehmen. Hier einige Beispiele:

Die PKW-Sparte der **Daimler AG** strebt eine Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungskette mit den Zielen der Flexibilitätserhöhung und Lieferzeitverkürzung individueller Produkte an. Bereits umgesetzt sind die vernetzte Produktionsorganisation und die Technologiefabrik in Sindelfingen. So können neue Produktionskonzepte eingehend getestet und anschließend in der Massenproduktion angewendet werden. Der Einsatz von Methoden der digitalen Fabrik ermöglicht Prozesssimulationen entlang der gesamten Fertigung. Geplant ist die Zusammenführung der Smart Factory aus den einzelnen Konzepten (zum Beispiel 3D-Drucken und Maschinelles Lernen) noch in diesem Jahrzehnt. Dies findet in Kooperation mit dem Fraunhofer IPA im kooperativen Forschungscampus ARENA2036 statt.

Mit dem Ziel einer vernetzten Fabrik bietet **Bosch** eine umfassende Produkt- und Servicepalette zum Einstieg und zur Vertiefung in die Digitalisierung: Software (Wertstrom- oder Shop-Floor-Management), Dienstleistungen (Logistik, Service, Consulting) sowie Produkte (Beispiel Track-and-Trace-Systeme, kollaborative Roboter, Sensor Cloud, ...) sowie neue Geschäftsmodelle (Software as a Service) sind ebenfalls möglich (Robert Bosch GmbH, 2017).

Der Service TruConnect von **Trumpf** unterstützt bei der Umwandlung der Produktion in eine individuelle Smart Facto-

ry. Im September 2017 wurde eine Demonstrationsfabrik in Chicago eröffnet. Die Tochterfirma Axoom ist Lieferant einer digitalen Plattform, die eine Umsetzung der Prinzipien von Industrie 4.0 ermöglicht (Trumpf, 2017).

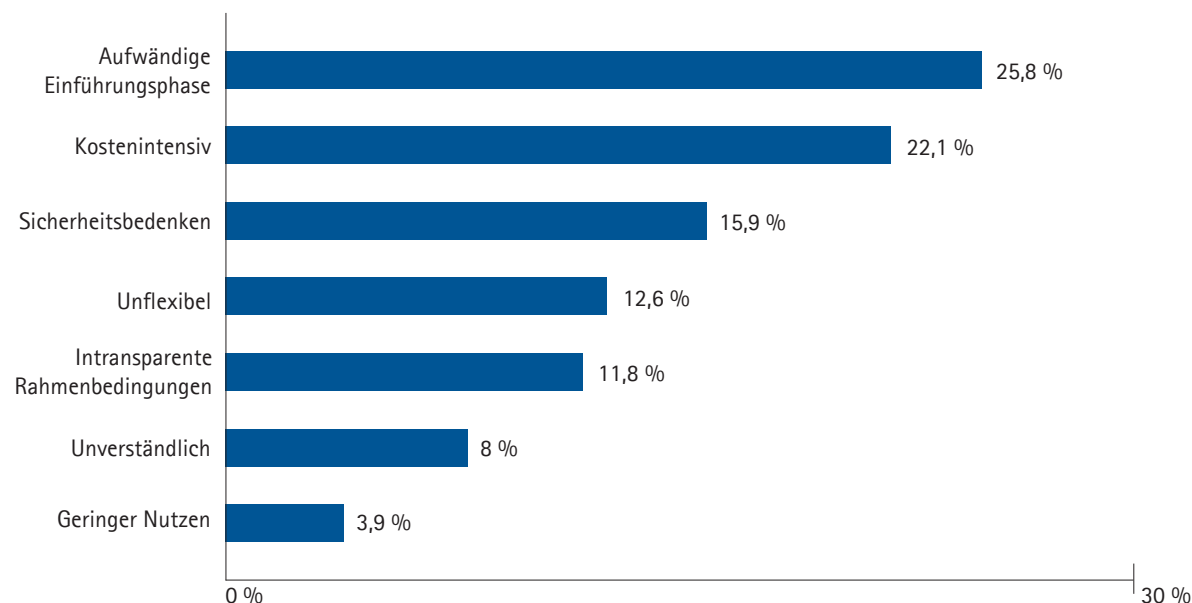
Festo setzte in seiner 2015 eröffneten Technologiefabrik Scharnhausen einige Kernelemente von Industrie 4.0 bereits um: Mitarbeiter kooperieren mit Robotern, die für Menschen nicht-ergonomische Montagetätigkeiten ausführen. In einem evolutionären Prozess wird auf die komplett vernetzte Fabrik hingearbeitet. Festo bietet mit Festo Didactic eine Hilfestellung für andere Unternehmen für den Einstieg in den Themenkomplex Industrie 4.0 und dessen Umsetzung an (Festo, 2017).

Wittenstein betreibt eine Innovationsfabrik und eine Produktion im urbanen Bereich. Im Vordergrund stehen vernetzte physikalische und virtuelle Produktionselemente mit entsprechender Steuerung (Wittenstein, 2017).

Ein genauerer Blick auf die **Einführungshemmnisse** zeigt eine positive Veränderung gegenüber vorangegangenen Studien. Den meisten Befragten sind Nutzen und Verständlichkeit klar. Sie schätzen allerdings Einführungsaufwand und Kosten als hoch ein (Bauernhansl, 2016) siehe Abbildung 11.

Doch trotz regionaler Leitanbieter mit großer Strahlkraft zeigen viele kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) teilweise Umsetzungsdefizite:

Abbildung 11: Hemmnisse beim Einsatz von Produktions-IT



Quelle: Bauernhansl, 2016

Nutzenhebel Produktions-IT: Die Software-Architektur in einer Produktion bildet die Basis für den effektiven Einsatz von Sensoren und Aktoren. Doch solange diese Basis für eine digitalisierte Produktion nicht erkannt ist beziehungsweise fehlt, können die Unternehmen keine wirksamen Projekte starten und Verbesserungen erzielen.

Handlungsbereitschaft der KMU im Maschinen- und Anlagenbau: Im Jahr 2016 nannten knapp sechs Prozent der befragten Unternehmen konkrete Industrie 4.0-Aktivitäten. Zirkum 18 Prozent stehen mit ersten Konzepten und Maßnahmen noch am Anfang. Die überwiegende Mehrheit (76 Prozent) unternahm gar keine Aktivitäten (Bauernhansl, 2016).

Selbstverständnis: Detailstudien zeigen bei vielen KMU eine sehr selbstkritische Einschätzung ihrer eigenen Aktivitäten: Obwohl sie Teilthemen sogar konsequent aufgreifen, interpretieren sie diese eher als typische (Weiter-) Entwicklungsthemen, obwohl sie bei näherer Betrachtung durchaus zum Thema Industrie 4.0 gehören. Hier fehlt es dann eher an einer übergeordneten Klammer – also einer Industrie 4.0-Strategie und strukturierten Vorgehensweise (Bauernhansl, 2017).

Insgesamt verdichtet sich folgender Eindruck:

Viele *Leitanbieter* zeigen Aktivitäten mit großer Strahlkraft, je nach Umsetzungsfortschritt zeigen sich auch bereits erste messbare Ergebnisse. Hierbei ist die Unternehmensgröße kein Kriterium für Innovationskraft oder Umsetzungsgeschwindigkeit. Kleineren Unternehmen gelingt es immer wieder, mit innovativen Ansätzen für Aufsehen zu sorgen.

Viele *KMU* erscheinen zurückhaltender – zumindest nach außen. Sie kommunizieren ihre Aktivitäten kaum, sodass aus einer Außensicht der Eindruck einer beobachtenden Grundhaltung entsteht. Notwendig wären hier die zunächst erforderlichen unternehmensspezifischen Grundüberlegungen: Diese beginnen ganz klassisch mit der Marktanalyse eigener Stärken und Schwächen sowie eines gemeinsamen Verständnisses zum Thema Industrie 4.0. Erst auf dieser Basis können neue Angebote bis hin zu entsprechenden Geschäftsmodellen entwickelt werden.

3.2.3 Darstellung der regionalen Forschungslandschaft

Die Forschungslandschaft im Bereich Industrie 4.0 in Baden-Württemberg umfasst Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen. 2014 zeigten sich insgesamt rund 400 größere Akteure. Im Folgenden werden die Forschungsinstitutionen anhand der bereits zuvor getroffenen Untergliederung aufgeführt:

- Smarte Sensorik und Aktorik: IMTEK (Freiburg), IFM (Stuttgart), IMT (Karlsruhe), wbk (Karlsruhe), IFM (Ulm), Hahn-Schickard-Gesellschaft: HSG-IMIT (Villingen-Schwenningen), HSG-IMAT (Stuttgart). IMS CHIPS (Stuttgart), NMI (Reutlingen), Fraunhofer Institute: IPM (Freiburg), IAF (Freiburg), IPA (Stuttgart), IOSB (Karlsruhe), ICT (Pfinztal), EMI (Freiburg), und den Hochschulen Furtwangen, Esslingen und Aalen.
 - Das Spitzencluster MicroTEC Südwest vereinigt zahlreiche Forschungsinstitute und Industriepartner.
 - Benutzerschnittstellen: Universitätsinstitute: CSL (Karlsruhe), IIF (Freiburg), WSI (Tübingen), IAS (Stuttgart), IAT (Stuttgart), IKT (Ulm); Hochschule der Medien (Stuttgart); Fraunhofer Institute IAO und IPA (beide Stuttgart).
 - Software: Universität Stuttgart: IAT, IAAS, IPVS, IKTD und der Exzellenzcluster SimTec; Universitätsinstitute: wbk (Karlsruhe), IMI (Karlsruhe); die Fraunhofer Institute IPA (Stuttgart), IAO (Stuttgart) und IOSB (Karlsruhe).
 - Software-Architektur und IT-Sicherheit: Fraunhofer IPA (Stuttgart), Fraunhofer IOSB (Karlsruhe), FZI (Karlsruhe)
 - CPS-Integration: Fraunhofer-Institute, Universität Stuttgart, Karlsruher Institut für Technologie. Im Forschungsprojekt ARENA2036 der Universität Stuttgart sind 22 Mitglieder aus Industrie und Forschung beteiligt. Neben großen Konzernen wie Daimler und Bosch beteiligen sich auch KMUs. Auf wissenschaftlicher Seite sind neben dem Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) und der Universität Stuttgart die Fraunhofer-Institute IPA und IAO beteiligt.
- Diese Aufzählung zeigt das breite Forschungsengagement in Baden-Württemberg hinsichtlich aller Bereiche zum Thema Industrie 4.0. Darüber hinaus stehen auf Bundes-, Landes- und Regionalebene Technologienetze bereit, innerhalb derer Erfahrungen und Anregungen diskutiert werden können:
- Plattform Industrie 4.0 – deutschlandweit
 - Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg – landesweit
 - Erfa-Kreis der IHK Region Stuttgart – regional

Die Studienergebnisse sind zweigeteilt: Der allgemeine Teil beschreibt Entwicklungstrends, Strategien und Digitalisierungsaktivitäten im Automobil- und Maschinenbau. Der detaillierte Teil erläutert Veränderungen in den Supply Chains des Automobil- und Maschinenbaus hinsichtlich ihrer Komplexität, der zur Planung und Steuerung verfügbaren Informationen sowie der verwendeten IT-Technologien zum Informationsaustausch.

4.1 Allgemeiner Teil

Ausgangspunkt der Studie bilden vier übergreifende Trends, die erkennbare und erwartete Entwicklungstrends in der Automobilbranche (1. und 2. These) und ihrer Fabrikaurüster, den Maschinenbau (3. und 4. These) charakterisieren (Abs. 4.1.1). Die Folgeabschnitte beschreiben Strategien (Abs. 4.1.2) und Digitalisierungsaktivitäten (Abs. 4.1.3), mit denen die Unternehmen diesen Veränderungen begegnen.

4.1.1 Übergreifende Trends

Die übergreifenden Trends wurden in Form von Thesen formuliert, bei denen die Befragten zustimmen oder ablehnen konnten. Im Rahmen der Interviews resultierten daraus teilweise vertiefende Diskussionen.

1. These: Wandel der Automobilbranche

„Das Automobil steht vor/ist in einem grundlegenden Wandel unter anderem in Bezug auf das Antriebskonzept. Dabei wird der klassische Verbrennungsmotor durch alternative Antriebe ersetzt. Beispiele hierfür sind Hybrid-, Wasserstoff-, oder rein batterieelektrische Antriebe.“

Diese These stieß erwartungsgemäß auf breite Zustimmung (100 Prozent der Interviewten, 86 Prozent der Online-Befragten). Die vertiefenden Diskussionen in den Experteninterviews war die voraussichtliche Dauer des Wandels allerdings umstritten und reichte von zehn bis 30 Jahren.

Die Automobilbranche vollzieht aktuell einen tiefgreifender Wandel. Lange fokussierten sich die Hersteller auf eine kontinuierliche Verbesserung bestehender Technologien und auf die Optimierung traditioneller Geschäftsmodelle. Vier Trends erscheinen für die aktuell beobachtbare Transformation entscheidend:

- Digitalisierung und Vernetzung der Fahrzeuge
- Autonomes Fahren
- Suche nach alternativen Antriebskonzepten, insbesondere Elektromobilität
- Neue Mobilitätskonzepte, insbesondere im Bereich Carsharing

Die Experteninterviews bestätigten, dass sich alle OEMs und auch Tier 1 intensiv mit diesen Fragestellungen auseinandersetzen.

2. These: Transparenz der Supply Chain

„Die Digitalisierung von Prozessen eröffnet die Möglichkeit höherer Transparenz in der Lieferkette. Zentrales Element für eine Verbesserung der Planung und Steuerung ist ein stärkerer Austausch von Informationen zwischen den Partnern der Supply Chain.“

Auch diese These stieß erwartungsgemäß auf breite Zustimmung (100 Prozent der Interviewten, 96 Prozent der Online-Befragten). Hierbei sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

- **Neue Technologien eröffnen Kostensenkungspotenziale:** Aus technischer Sicht ermöglichen digitalisierte Prozesse eine höhere Transparenz der Lieferkette. Doch wirksam wird diese erst durch einen stärkeren Informationsaustausch der Supply-Chain-Akteure über Bedarfs-, Kapazitäts- und Auftragsfortschrittsdaten. Eine Automatisierung des unternehmensübergreifenden Informationsaustauschs reduziert die mit der Informationsübermittlung verbundenen Transaktionsprozesse bei den beteiligten Partnern und damit auch die Kosten (vgl. Göpfert et. al., 2017).
- **Neue Technologien eröffnen Leistungsverbesserungspotenziale:** Aus inhaltlicher Sicht dominierten in der Vergangenheit Planungsaktivitäten auf Basis von Vertrauen und Erfahrungen. Doch dynamischere Wertschöpfungsketten verdeutlichen die Grenzen eines solchen Ansatzes. Die Erfolgsbeispiele zeigen, dass eine höhere Transparenz und vor allem echtzeitnahe Steuerungsmaßnahmen erfolgskritisch werden. Sind Systemänderungen sowie deren Auswirkungen echtzeitnah erkennbar, steigt die Wirksamkeit eingeleiteter Steuerungsmaßnahmen, sodass die Logistikleistung (beispielsweise die Liefertreue) steigt.

3. These: Smarte Supply Chain

„Eine smarte Supply Chain basiert auf einem hohen Grad an Transparenz. Dies erfordert unter anderem smarte Produkte der Fabrikaurüster bezüglich Produktions-, Logistik- und Lagermittel zur Datenerhebung.“

Auch diese These stieß auf breite Zustimmung (100 Prozent der Interviewten, 92 Prozent der Online-Befragten). Somit werden smarte Produkte der Fabrikaurüster zum „Digitalisierungsenabler“ – also zur unabdingbaren Voraussetzung – einer smarten Supply Chain. Denn erst durch die Kombination vernetzter Maschinen und Anlagen mit den IT-Systemen in den Lieferketten aller beteiligten Unternehmen können Pro-

duktions- und Absatzprozesse neu gestaltet werden (vgl. Lünen-Donk, 2016).

Auch die in den Interviews geführten Diskussionen verdeutlichen die Doppelrolle des Maschinenbaus: Einerseits ist er Anwender von Industrie 4.0-Konzepten, andererseits auch gleichzeitig Anbieter solcher Lösungen. Dies erklärt die Notwendigkeit für die Branche, sich frühzeitig und intensiv mit den entsprechenden Konzepten zu befassen.

4. These: Lieferbedingungen der Fabrikausrüster

„Die Digitalisierung bringt keine grundlegenden Veränderungen der Lieferbedingungen der Fabrikausrüster mit sich. Lieferzeiten und Lieferfenster für diese werden, auch in Zukunft, weitestgehend unverändert bleiben und im

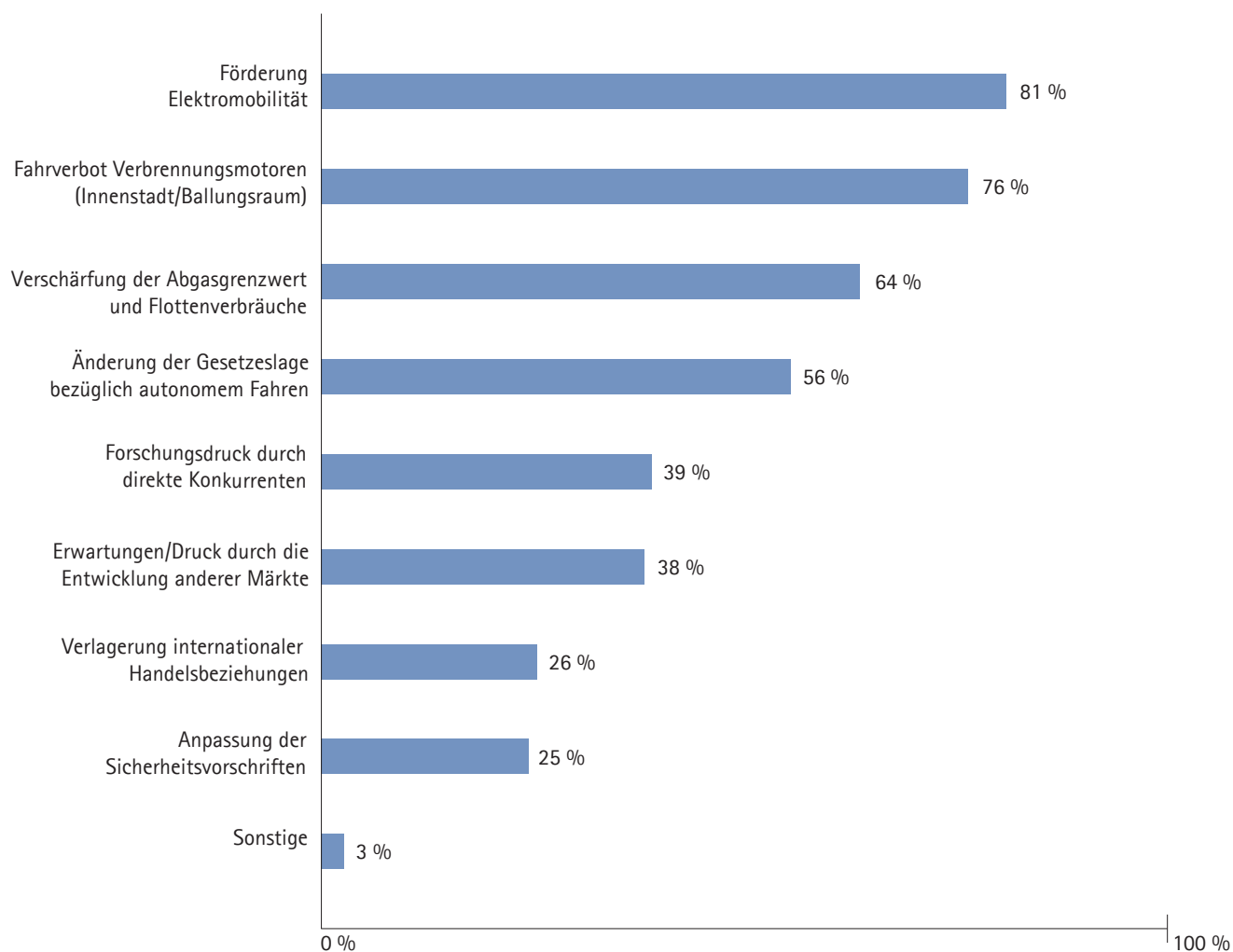
Wesentlichen von der Investitionsart (zum Beispiel Neuinvestitionen bei einem Modellwechsel) abhängen.“

Diese These stieß auf breite Ablehnung und wurde am kontroversesten diskutiert: Lediglich 15 Prozent der Interviewten und 25 Prozent der Online-Befragten stimmten dieser These zu. Die Experteninterviews verdeutlichten hier zwei Entwicklungstendenzen:

- Einerseits höhere Anforderungen bezüglich der geforderten Liefergenauigkeit (Lieferfenster) – dies gilt insbesondere für die Fabrikausrüster der OEMs mit ihren weltweiten Standardisierungsansprüchen. Die Interviews verdeutlichten die Ursachen: Enge Lieferfenster entstehen zum Beispiel aufgrund eng eingeplanter Wartungsfenster oder der Betreibermodelle der Fabrikausrüster (vgl. a. Abs. 1.2).

Abbildung 12: Einfluss politischer Maßnahmen

Erwarten Sie eine Beeinflussung des Absatzmarktes durch politische Maßnahmen?



Gültige Fälle: n=110; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (alle bzw. je Akteur)

- Andererseits wirken aber auch die internen logistischen Verbesserungsanstrengungen der Fabrikaurüster selbst. Zum einen wirken kürzere Lieferzeitversprechen der Fabrikaurüster direkt auf deren Zulieferer. Zum anderen erfordert eine Linienmontage engere Lieferfenster der Zulieferer mit einer entsprechend engeren Anbindung der Planungs-, Steuerungs- und Materialflussprozesse.

Eindeutiges Ergebnis ist aber dennoch: Die Experten erwarten höhere Anforderungen an die Planung und Steuerung der Herstellkette der Fabrikaurüster – hier sind diese mit entsprechenden Verbesserungsmaßnahmen an ihren Planungs- und Steuerungssystemen mit Logik und Verantwortlichkeit sowie den eingesetzten Softwarewerkzeugen gefordert.

Viele der Befragten erwarten eine Beeinflussung des Absatzmarktes durch die Politik. Die Förderung der Elektromobilität, Fahrverbote von Verbrennungsmotoren, verschärfte Abgaswerte und veränderte Gesetzeslagen beim autonomen Fahren werden die Rahmenbedingungen deutlich ändern. Allerdings sind Zeitpunkt und Umfang derzeit sehr unklar, was die Unsicherheit bei allen Beteiligten entsprechend erhöht, siehe Abbildung 12.

Die unsichere Zukunft des Verbrennungsmotors ist sowohl bei den OEMs und dem direkt betroffenen Zuliefererzweig als auch bei den direkt betroffenen Fabrikaurüstern Gegenstand intensiver Diskussionen. Dies wirkt vor allem auf die strategische Ausrichtung der Unternehmen, vergleiche auch Folgeabschnitt. 4.1.2.

4.1.2 Strategien

Auf die veränderten Rahmenbedingungen reagieren die Akteure mit verschiedenen Strategien, die sich grob auf die drei Richtungen „Kosten senken“, „Leistung verbessern“ sowie „neuartige Leistungsangebote“ zurückführen lassen. Zielen die ersten beiden Aktivitäten auf eine Verbesserung der Wettbewerbsposition in den bisherigen Märkten, erschließt die dritte Aktivität – zumindest teilweise – neue Märkte. Naturgemäß weckt das das größte Interesse bei Unternehmensleitung und Konkurrenz, insbesondere wenn disruptive Veränderungen – also ein die etablierten Technologien oder Produkte (weitestgehend) verdrängender, technologischer Wandel – drohen. Hier wirkt die bereits genannte Unsicherheit bezüglich der Rahmenbedingungen nicht förderlich.

Die folgend dargestellten Erkenntnisse beruhen auf den ausgewerteten Interviews sowie einer Analyse unterschiedlicher Studien und anderer, öffentlich zugänglicher Quellen und verdichten diese zu knappen Kernaussagen, Abs. 3.2.2 nennt bereits viele Aktivitäten.

OEMs Automobilbau

Im Grundsatz sehen die OEMs – für die derzeit absehbare Zukunft – den Verkauf von Automobilen als ihr Kerngeschäft. Eine Wettbewerbsdifferenzierung soll über zwei Strategien erreicht werden:

- Einerseits soll der Kunde ein weitreichend **individualisiertes Produkt** kaufen. Hier greift das in Forschung und Praxis seit längerem diskutierte Konzept der Mass Customization, also der individualisierten Produktion zu Kosten einer Massenproduktion. Im hochpreisigen Sportwagenbereich ist diese Grundstrategie seit vielen Jahren bekannt und erfolgreich erprobt. Digitalisierungsaktivitäten zielen hier vor allem auf eine verbesserte und kostengünstigere Herstellung.
- Andererseits soll der Kunde **neue Leistungsangebote** kaufen. Dem klassischen Denkmuster entsprechen die für jedes neue Modell hinzukommenden Features (beispielsweise Fahrerassistenzsysteme). Deutlich weiter gehen alternative Erwerbsmodelle wie Car2Go oder Mobilitätsangebote wie Moovel, die auf eine bedarfsgerechte Befriedigung aktueller Mobilitätsbedürfnisse zielen. Das rückt den Servicegedanken – und damit im Grunde auch Mietmodelle – in den Vordergrund.

Je nach Marktsegment konzentrieren sich die OEMs auf eine der beiden Strategien oder kombinieren Aspekte aus beiden. Je nach Positionierung beschränken sich OEMs hinsichtlich bestimmter Weiterentwicklungen aber auch und können sich „ein Auto ohne Lenkrad“ nicht vorstellen, (Porsche, 2017). Trotz aller Veränderungen bleiben die Ziele aber die altbekannten: Erweiterung des eigenen Kundenstamms und/oder stärkere Kundenbindung der Bestandskunden.

Tier 1-Zulieferer Automobilbau

Die Automobilhersteller erwarten, dass ihre eigene Wertschöpfungstiefe weiter sinkt. Das stärkt die Rolle der technologiestarken Tier 1 Zulieferer. Hierbei gibt es zwei Handlungsschwerpunkte, die sich in Gruppen unterteilen lassen:

- Die erste Gruppe gestaltet aktiv ihre Rolle für das Automobil der Zukunft, indem sie insbesondere bei den Schwerpunktthemen autonomes Fahren und elektronische Antriebstechnologien eigene Lösungen entwickelt und vertreibt. Ein Beispiel hierfür ist die im September 2017 vorgestellte eAchse von Bosch.
- Die zweite Gruppe konzentriert sich verstärkt darauf, mit ihren bestehenden Fähigkeiten in neue Märkte vorzudringen und somit die Abhängigkeit von der Automobilindustrie zu senken. So beliefert etwa Elring-Klinger mit seiner Kunststofftechnik-Sparte Kunden in der Lebensmittelindustrie, der Luftfahrt und Medizintechnik.

Insbesondere größere Unternehmen setzen auf eine Kombination dieser Punkte. Dies ist eine Reaktion auf die kritisch bewertete Zukunftsfähigkeit bestimmter verbrennungstechnologisch geprägter Marktsegmente, wie der Verkauf des Gemeinschaftsunternehmens BMTS (Bosch Mahle Turbo Systems) zeigt (Handelsblatt, 2017).

Bei der Strategiebetrachtung ist auch die Doppelrolle der Zulieferer zu beachten. Viele große Zulieferer wie Bosch oder Siemens sind gleichzeitig Ausrüster und entwickeln hier beachtliche Aktivitäten.

Tier 2/n-Zulieferer

Die hohe Abhängigkeit von der Automobilindustrie und deren schlecht prognostizierbaren Entwicklung zeigt sich insbesondere bei den Tier 2/n-Zulieferern:

- Einerseits scheint zu gelten: Traditionell sind dies Spezialisten, die eng ausgerichtet an den Kosten- und Leistungsanforderungen der Automobilindustrie handeln. Hier bergen die aktuell vollen Auftragsbücher das Risiko des Abwartens und Verpassens. („Es geht uns doch gut, warum ist eine Veränderung notwendig?“)
- Andererseits ermutigen die Befragungsergebnisse: Zunehmend setzen sich auch kleinere Zulieferer, insbesondere direkt von dem Wandel der Antriebskonzepte betroffene Unternehmen, aktiv mit der Verbreiterung ihres Absatzmarktes auseinander. Um die Risiken zu verringern, zeigen diese ein steigendes Interesse an strategischen Partnerschaften untereinander.

Insgesamt erscheint der inhaltliche Reifegrad der Strategien noch am geringsten. Alle befragten Experten waren sich aber einig: „Sobald sich etwas ändert, sind sehr schnelle Reaktionen erforderlich.“ Um hier erfolgreich zu sein, erscheint somit lediglich die sehr allgemeine Strategie einer höheren Wandlungsfähigkeit erfolgversprechend. Letztere beschreibt die Fähigkeit, organisatorisch und technisch schnell auf unvorhersehbare Umfeldveränderungen eingehen zu können.

Fabrikaurüster

Im Vergleich der befragten Akteure bewerten die Ausrüster, in der Regel also die Maschinenbauer, ihren eigenen Wandel der Geschäfte und Rahmenbedingungen als besonders tiefgreifend. Generell gilt: Kürzere Technologielebenszyklen erhöhen den Innovationsdruck bei den Fabrikaurüstern. Auch eine zunehmend schärfere Konkurrenzsituation bei hohem Kostendruck ist nicht neu. Die Digitalisierung selbst eröffnet zwei strategische Stoßrichtungen:

- **Bessere Prozessbeherrschung:** Eine Digitalisierung erhöht die Transparenz von Herstell- und Logistikprozessen, sowohl bezüglich Echtzeitfähigkeit als auch Informationstiefe (vgl. Abs. 4.1.1, 3. These). Beides kann die Prozesse sicherer machen, vorausgesetzt diese Informationen werden geteilt.
- **Neue Geschäftsmodelle:** Eine Digitalisierung unterstützt einen Fernbetrieb. Das ermöglicht verschiedenartige Betreibermodelle, bei denen die Ausrüster selbst die Kosten von Anschaffung, Betrieb, Wartung und Entsorgung tragen und ihren Kunden nutzungsbezogenen Aufwände in Rechnung stellen.

Beide Richtungen erhöhen die technischen Anforderungen an die Produkte der Fabrikaurüster. Sie werden zum (Online-) Datenlieferanten bei der Erhebung von Produktionsdaten. Gleichzeitig rückt dies natürlich auch den eigenständigen Wert von Betreiberdaten sowie deren Eigentums- und Nutzungsrechte in den Fokus der Überlegungen, vgl. Abs. 3.1.

Viele Ausrüster kombinieren diese Stoßrichtungen und sehen vor allem ihre Doppelrolle als Fabrikbetreiber und Fabrikaurüster als Chance: Sie nutzen neue Konzepte und Lösungen sowohl intern – zur Verbesserung der eigenen Produktion – als auch als Demonstrator für eine „Fabrik der Zukunft“, vergleiche unter anderem Trumpf, 2017.

Vor dem Hintergrund dieser strategischen Ausrichtungen der einzelnen Akteure werden anschließend die Aktivitätsschwerpunkte im Bereich Digitalisierung detaillierter betrachtet.

4. Ergebnisse

4.1.3 Digitalisierungsaktivitäten

Abbildung 13 gibt einen Überblick über die aktuellen Aktivitätsschwerpunkte im Bereich Digitalisierung/Industrie 4.0-Projekte. Sie sind nach den einzelnen Akteuren differenziert.

Drei Ergebnisse fallen auf:

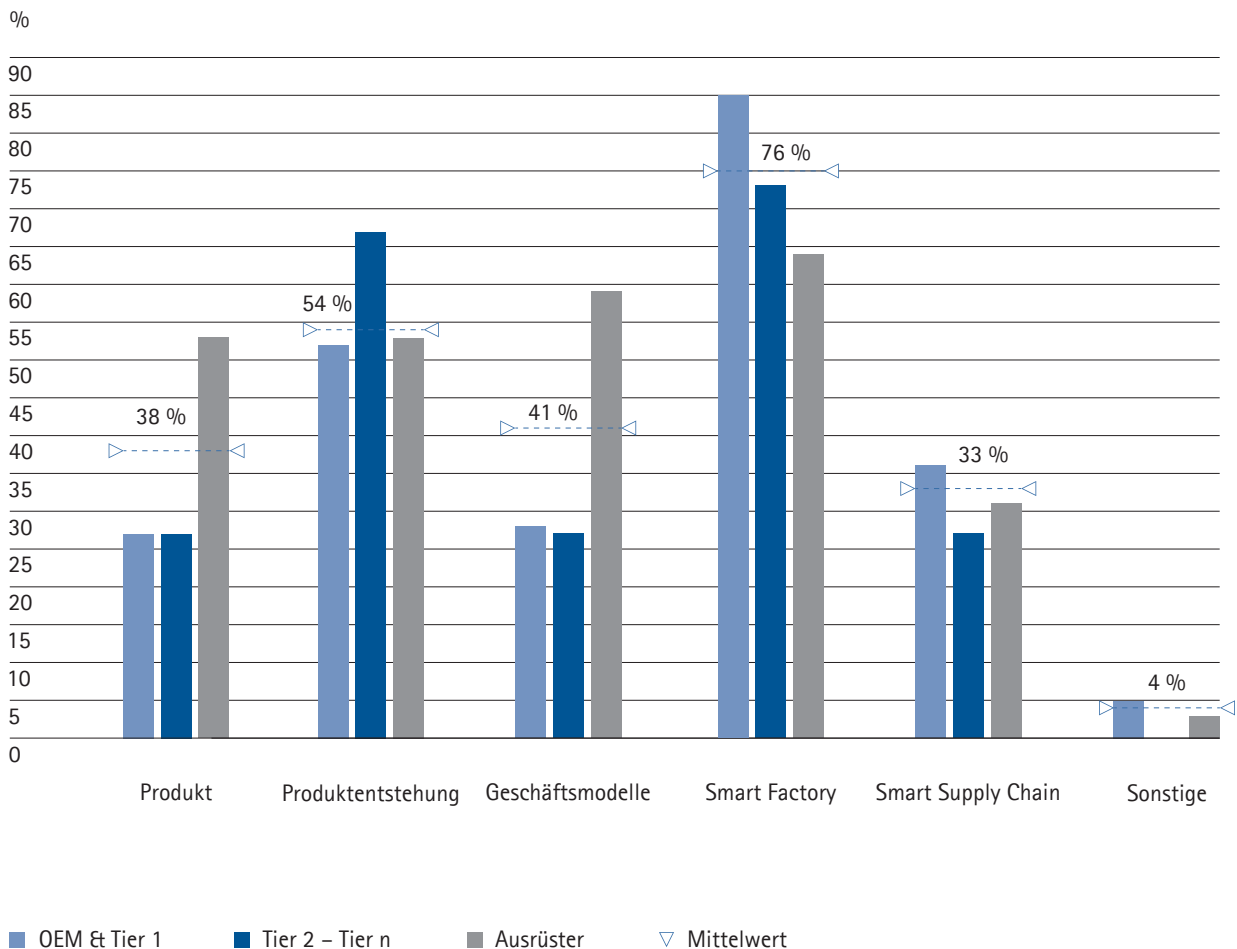
1. Der Aktivitätsschwerpunkt liegt auf den Themen „Smart Factory“/„Smart Supply Chain“. Erwartungsgemäß führen hier die OEMs/T1-Zulieferer, allerdings nur knapp gegenüber den Tier 2/n-Zulieferern. Die Interviews ergaben zweierlei: Einerseits betonten die Experten das hohe Potenzial einer smarten Supply Chain. Andererseits gilt die smart Factory als interne Voraussetzung hierfür. Der Aktivitätsschwerpunkt gibt Hinweise auf die Selbsteinschätzung der Firmen zum eigenen Reifegrad. Dieser scheint für

eine durchgängige unternehmensübergreifende Vernetzung noch nicht ausreichend.

2. Bemerkenswert ist der Aktivitätsschwerpunkt im Bereich der Prozessdigitalisierung der Produktentstehung, den die Tier 2/n-Zulieferer anführen. Die Experteninterviews verdeutlichten hierfür verschiedene Gründe: So wird die Digitalisierung zunächst als Werkzeug zum Umgang mit einer steigenden Komplexität in der Entwicklung durch eine steigende Anzahl an Varianten eingesetzt. Außerdem ermöglichen neue Technologien, wie zum Beispiel additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) und Produktsimulationen, deutlich kürzere Entwicklungszeiten. Schließlich verändern die Endproduktvarianten des OEM die eingebauten Baugruppen und Einzelteile oft unmittelbar. Dieses typische Produkt eines Tier 2/n-Zulieferers verändert sich somit vergleichsweise leicht, was eine entsprechend digitalisierte Pro-

Abbildung 13: Aktuelle Digitalisierungsaktivitäten

Gibt es Bereiche, auf die sich Ihre Industrie 4.0 Projekte derzeit besonders fokussieren?



Gültige Fälle: n=141; Gesamtanzahl der Nennungen: 351

Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (alle bzw. je Akteur)

zessunterstützung im Austausch der Produktdaten zur Komplexitätsbeherrschung erfordert.

3. Erwartungsgemäß liegen die Aktivitätsschwerpunkte der **Ausrüster** auf der (Weiter-) Entwicklung von Produkten und neuen Geschäftsmodellen. Dies verdeutlicht nochmals eindrucksvoll, welchen tiefgreifenden Wandel die Ausrüster erwarten und welche Anstrengungen sie hier unternehmen: Wie erläutert, eröffnen beispielsweise neue Möglichkeiten der Datenanalyse und der echtzeitnahen Verfügbarkeit von Zustandsdaten neue, digitale Geschäftsmodelle, vgl. auch Abs. .3.1, 4.1.

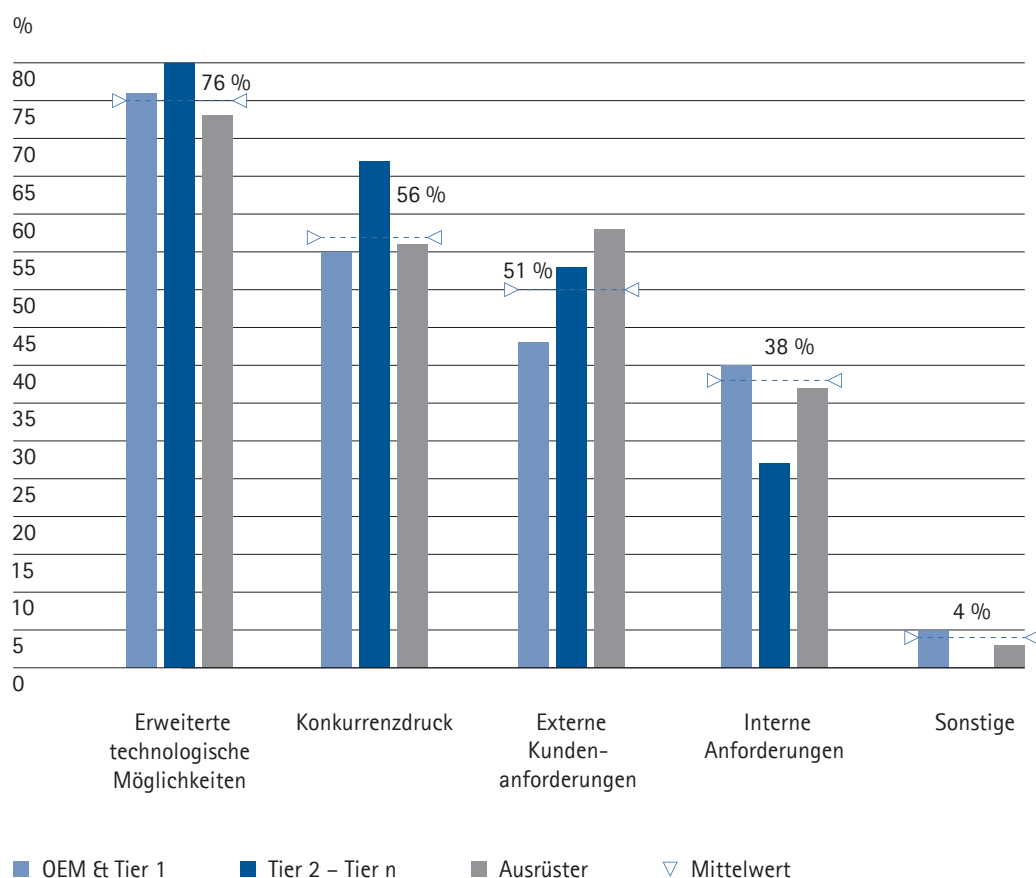
Abbildung 14 zeigt die wichtigsten Digitalisierungstreiber: Die Befragten sehen mit 76 Prozent die **erweiterten technologischen Möglichkeiten** als wichtigsten Treiber, erwarten also eine technologiegetriebene Entwicklung (Technologie Push). Einerseits ist die hohe Zustimmung sicher auf die eher technologische Prägung der Befragten zurückzuführen. Andererseits gilt aber auch hier: Kunden können bei erwei-

terten Möglichkeiten ihre zukünftigen Anforderungen nur bedingt formulieren.

Konkurrenzdruck (57 Prozent), externe Kundenanforderungen (50 Prozent) sowie interne Anforderungen (38 Prozent) sind deutlich weniger bedeutsam.

- Bei den **Tier 2/n-Zulieferern** fällt auf, dass sie einerseits einen besonders hohen Konkurrenzdruck verspüren – auch international; andererseits spielen die internen Anforderungen (beispielsweise für Verbesserungsprojekte) eine eher untergeordnete Rolle. Die Interviews verdeutlichten, dass sie sich speziell über interne Digitalisierungsprojekte eine Stärkung ihrer Wettbewerbsposition erhoffen.
- Demgegenüber sind die Kundenanforderungen der **Ausrüster** am klarsten definiert, während die Endkunden nur schrittweise neue Anforderungen an die Automobilproduzenten stellen.

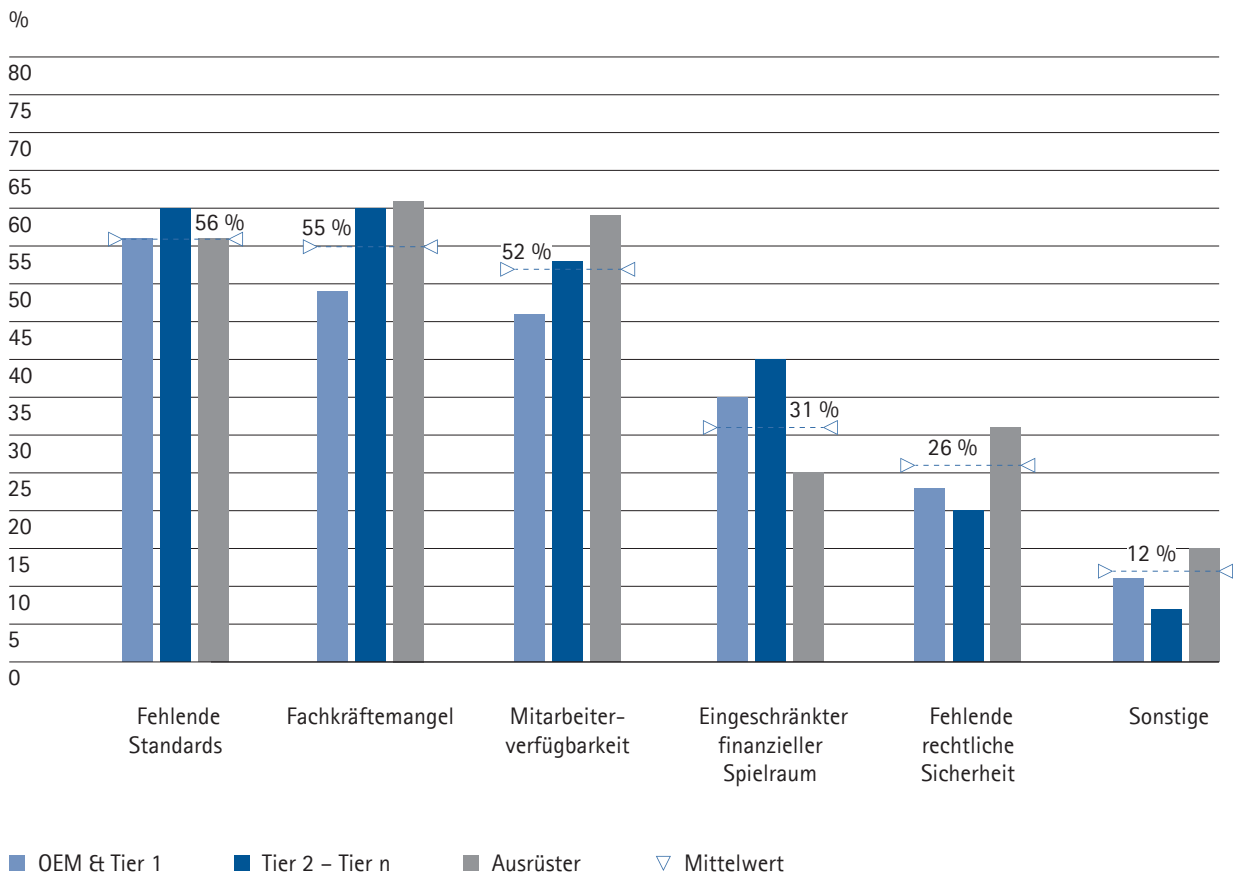
Abbildung 14: Digitalisierungstreiber



Gültige Fälle: n=141; Gesamtanzahl der Nennungen: 323
 Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle

Abbildung 15: Herausforderungen Digitalisierung

Wo sehen Sie für Ihr Unternehmen die größten Herausforderungen bei der Digitalisierung?



Gültige Fälle: n=140; Gesamtanzahl der Nennungen: 332
 Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle

Auch wenn den Chancen neuer Technologien besondere Bedeutung beigemessen wird, so ergeben sich doch an verschiedenen Stellen Herausforderungen. (Abbildung 15)

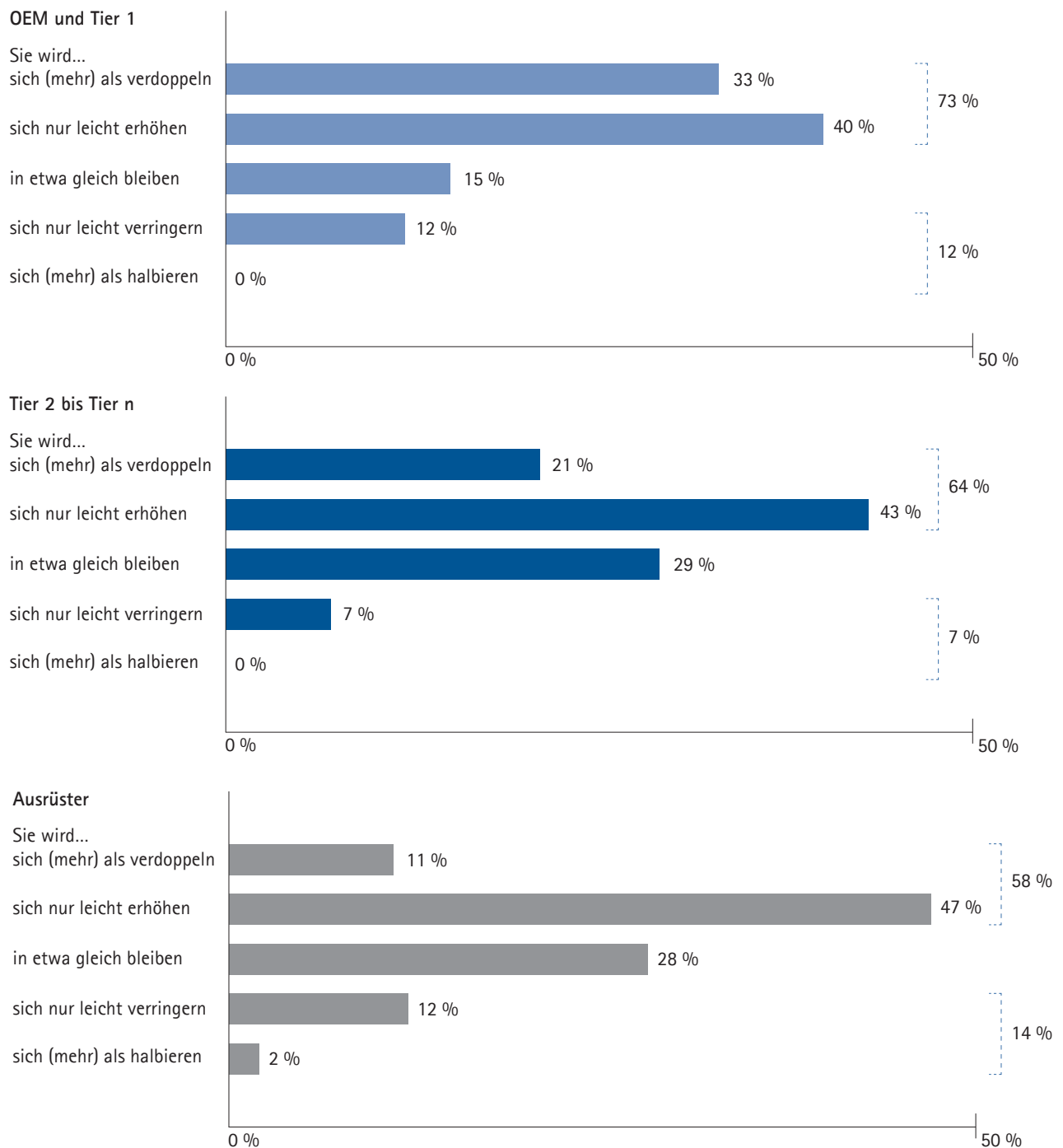
- Unternehmensübergreifend **fehlende Standards** (56 Prozent) sowie **Fachkräftemangel** (55 Prozent) beziehungsweise die **Verfügbarkeit geeigneter Mitarbeiter** (52 Prozent) hemmen am stärksten. Bei letzteren sicher auch bedingt durch die aktuell sehr gute Konjunkturlage.
- Die OEMs/Tier 1-Zulieferer sehen Fachkräftemangel/Verfügbarkeit geeigneter Mitarbeiter deutlich optimistischer, während Tier 2/n-Zulieferer beziehungsweise Ausrüster die Situation deutlich kritischer sehen. Besonders unbekanntere Unternehmen sehen in ländlichen Gebieten Probleme bei der Gewinnung geeigneter Fachkräfte.
- Im Vergleich dazu sehen nur etwa ein Drittel der Befragten den finanziellen Spielraum als eines der relevantesten Hindernisse an.

Der Vergleich der Akteure offenbart zwei weitere Auffälligkeiten für die **Ausrüster**:

- Zum einen nimmt das Thema rechtliche Sicherheit eine herausragende Stellung ein. Die Interviews identifizierten als Haupttreiber das hohe Tempo, indem neue, datenbasierte Leistungen entwickelt und vertrieben werden. Hier führen vor allem Haftungsthemen zu Unsicherheiten auf Anbieterseite.
- Zum anderen sind die sonstigen Hindernisse hoch. Sie umfassen vor allem Themen des Veränderungsmanagements mit den mehrfach genannten Aspekten wie geringe Veränderungsbereitschaft von Führungskräften und Mitarbeitern, mangelnde IT-Kompetenz und Strategiedefinition der Führungsebene sowie Ängste der betroffenen Akteure. Das birgt die Herausforderung einer nachhaltigen Kulturveränderung im Unternehmen. Als zugrundeliegendes Problem identifizieren sowohl die Interviews als auch die Onlinebefragung das Unverständnis für die Notwendigkeit der Digitalisierung, auch aufgrund der momentan guten finanziellen Situation (vgl. auch Abs. 4.1.2).

Abbildung 16: Entwicklung der physischen Varianten

Wie wird sich die Anzahl der von Ihnen angebotenen physischen Varianten innerhalb der nächsten fünf Jahre insgesamt voraussichtlich entwickeln?



Gültige Fälle: n=134; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle je Akteur

4.2 Detaillierter Teil

Dieser Abschnitt detailliert die erwarteten Veränderungen in den Bereichen Supply Chain Komplexität, Informationstiefe und IT-Technologien.

4.2.1 Veränderungen der Supply Chain Komplexität

Die Automobilindustrie zählt zu einer der innovativsten und zugleich komplexesten Industrien. Im Zuge der steigenden Produktkomplexität, hoher Serviceanforderungen, sich ändernder Kundenanforderungen und fortschreitenden Individualisierung hin zu personalisierten Produkten (Losgröße 1)

4. Ergebnisse

steht die Branche vor vielen neuen Herausforderungen. Für die Unternehmen entlang der Supply Chain bedeutet dies, dass sie kleine Losgrößen bei kürzeren Produktlebenszyklen herstellen. Die Termintreue muss dabei bei sinkender Durchlaufzeit zunehmen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, konzentrieren sich die OEMs auf ihre Kernkompetenzen. Experten erwarten eine Reduzierung der Wertschöpfungstiefe auf etwa 20 Prozent. So entsteht ein sich vertiefendes, weltweit vernetztes Wertschöpfungsnetzwerk mit mehrstufigen Zulieferketten, vgl. u. a. Kuhn & Helingrath, 2002; Reichhuber, 2010; BDI, 2011; Lödding, 2014).

Für die Planung und Steuerung der Supply Chain sind im Wesentlichen die vier Komplexitätstreiber (physische) Produktvarianten, Länge der Supply Chain, Anzahl der Lieferanten sowie gefordertes Lieferfenster relevant. Deren erwartete Entwicklungen sind zunächst einzeln dargestellt, um dann die Auswirkungen auf die Planung und Steuerung zu beschreiben.

Zunächst bestimmt die (physische) **Variantenvielfalt** die Supply Chain Komplexität. Abbildung 16 zeigt die erwarteten Entwicklungen.

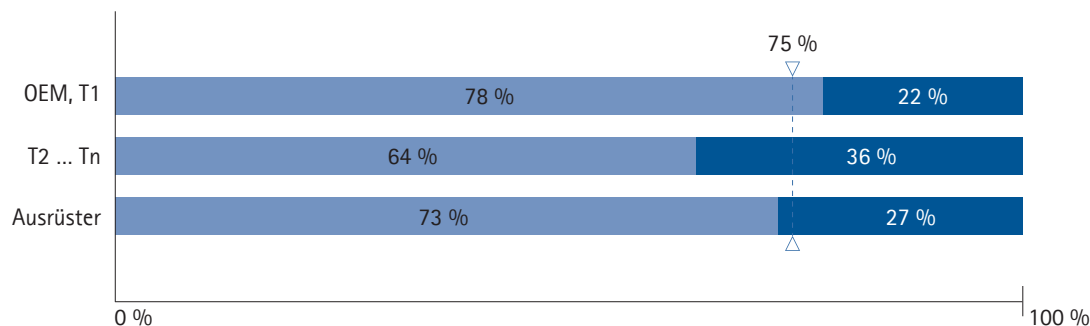
Insgesamt erwartet die Mehrheit der Befragten durch den Wandel der Automobilbranche einen Anstieg der physischen Varianten in ihrer eigenen Lieferstufe. Die OEMs erwarten die stärkste Steigerung. Dies resultiert zum einen aus dem Nachfrageverhalten der Kunden und zum anderen aus der Internationalisierung der Absatzmärkte.

Nun muss eine höhere Variantenzahl die Planungs- und Steuerungskomplexität nicht zwangsläufig erhöhen. Hier existieren unterschiedliche Individualisierungskonzepte, deren Anwendungsumfang und Wirkung auf den Variantenentstehungspunkt Abbildung 17 zeigt.

Erwartungsgemäß setzt die Mehrheit der Befragten – und insbesondere OEMs und Ausrüster – auf Modularisierung und

Abbildung 17: Komplexitätsbeherrschung Supply Chain und ihre Wirkung

Wie beherrschen Sie die Komplexität, die aus einer hohen Anzahl von Produktvarianten entstehen?

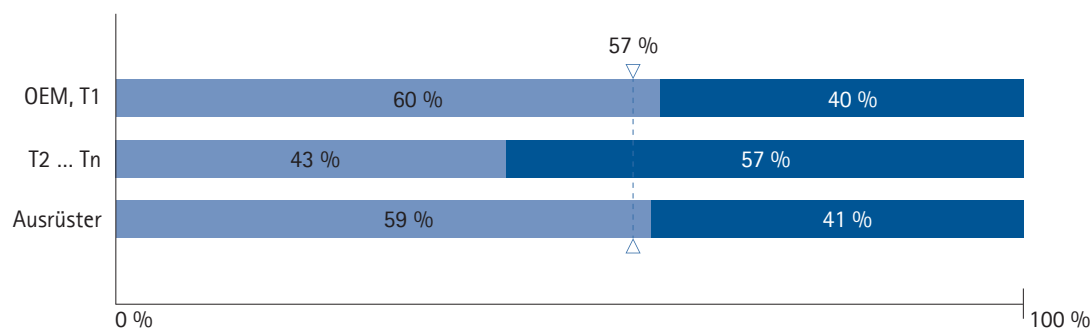


Individualisierung erfolgt im Schwerpunkt über ...

■ Modularisierung und Produktkonfiguration ■ Software durch den Kunden ▽ Mittelwert

Gültige Fälle: n=132; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (alle bzw. je Akteur)

Gelingt ein Verschieben des Variantenentstehungspunkt in Richtung Kunde?

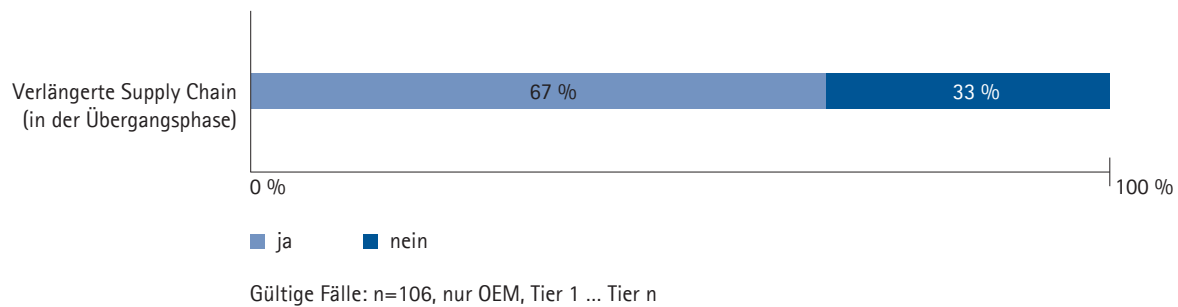


■ ja ■ nein ▽ Mittelwert

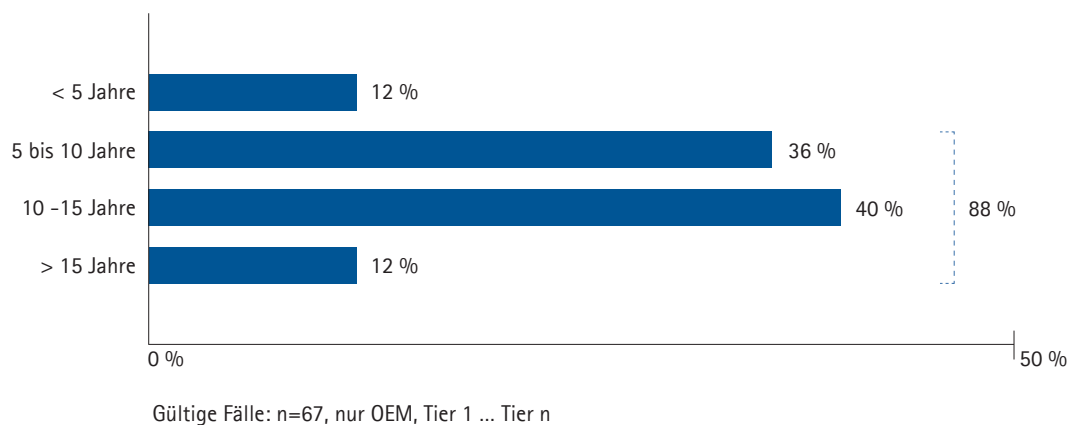
Gültige Fälle: n=131; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (alle bzw. je Akteur)

Abbildung 18: Veränderungen der Supply Chain Länge

In einer Übergangsphase vom Verbrennungsmotor zu anderen Antriebskonzepten wird sich die Supply Chain verlängern.



Wie lange schätzen Sie, wird diese Übergangsphase dauern?



Produktkonfiguration (im Mittel 75 Prozent). Bemerkenswert hoch erscheint der Anteil der Individualisierungsbemühungen über Software beziehungsweise durch den Kunden selbst bei Tier 2/n-Lieferanten.

Bezüglich der Wirkung sind die Befragten skeptischer: Lediglich 57 Prozent erwarten eine Verschiebung des Variantenentstehungspunktes in Richtung Kunde. Besonders skeptisch sind hier die Tier 2/n-Lieferanten. Innerhalb der Experteninterviews wurde mehrfach erwähnt, dass die Unternehmen nur eine geringe Möglichkeit zur Komplexitätssenkung sehen. Als Gründe hierfür wurden unter anderem heterogene Kundenanforderungen genannt.

Zweiter Komplexitätstreiber bildet die **Länge der Supply Chain**, vergleiche Abbildung 18. Zwei Drittel der befragten OEMs und ihrer Zulieferer (Tier 1-Tier n) erwarten durch den Wandel des Antriebskonzeptes eine verlängerte Supply Chain. Die Dauer dieser Übergangsphase wurde sowohl von den Interviewten als auch den Online-Befragten sehr unterschiedlich eingeschätzt: 88 Prozent erwarten eine Übergangsphase länger fünf Jahre.

Dritter Komplexitätstreiber bildet die **Anzahl der Lieferanten**, vergleiche Abbildung 19. Die Befragten (Online und Interviews) erwarten eine zunächst steigende, später dann sinkende Lieferantenzahl. Gründe für den Anstieg sind zum Beispiel der Trend nach immer ausgefalleneren Sondervarianten und hybriden Antriebssysteme. Als Begründung für die längerfristige Abnahme der Lieferantenzahl wird vor allem die verringerte Komplexität von Elektromotoren im Vergleich zu Verbrennungsmotoren genannt. Zudem gewinnen Modulieferanten im Vergleich zu Komponentenlieferanten an Bedeutung und senken somit längerfristig die erwartete Lieferantenzahl.

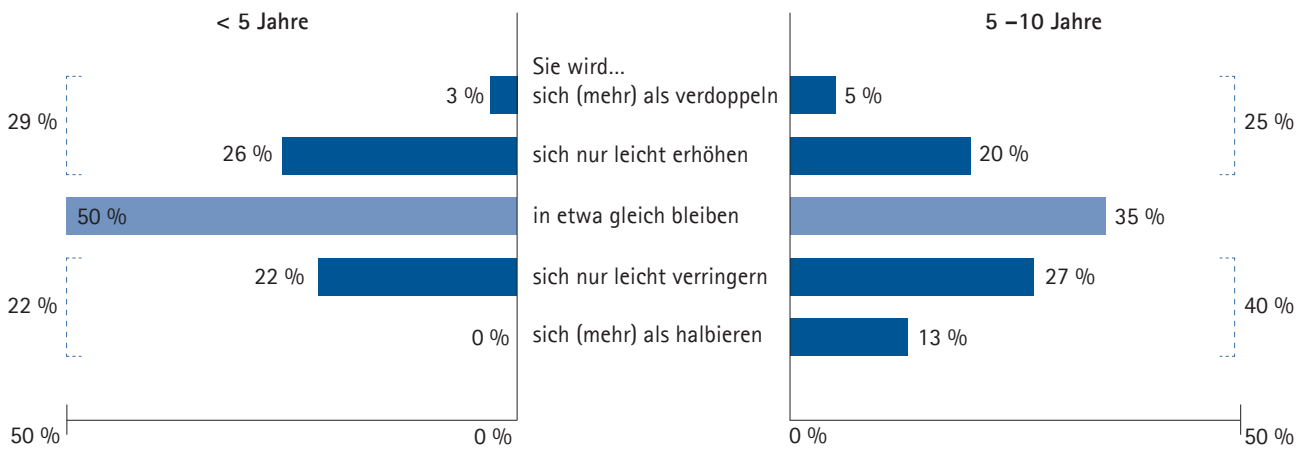
Vierter Komplexitätstreiber bildet das geforderte **Lieferfenster**, also die geforderte zeitliche Toleranz, in der eine Lieferung als pünktlich gilt. Eine Unterteilung führt zu den sogenannten Toleranzklassen (Woche, Tag, Stunde, Minute), vergleiche Wiendahl 2011. Abbildung 20 zeigt die erwartete Entwicklung für A-Teile, differenziert nach den jeweiligen Akteuren.

Auffällig stark ist hierbei die Verengung der Lieferfenster der Maschinenbauzulieferer, die künftig aufgrund der bereits er-

4. Ergebnisse

Abbildung 19: Veränderungen der Lieferantenzahl

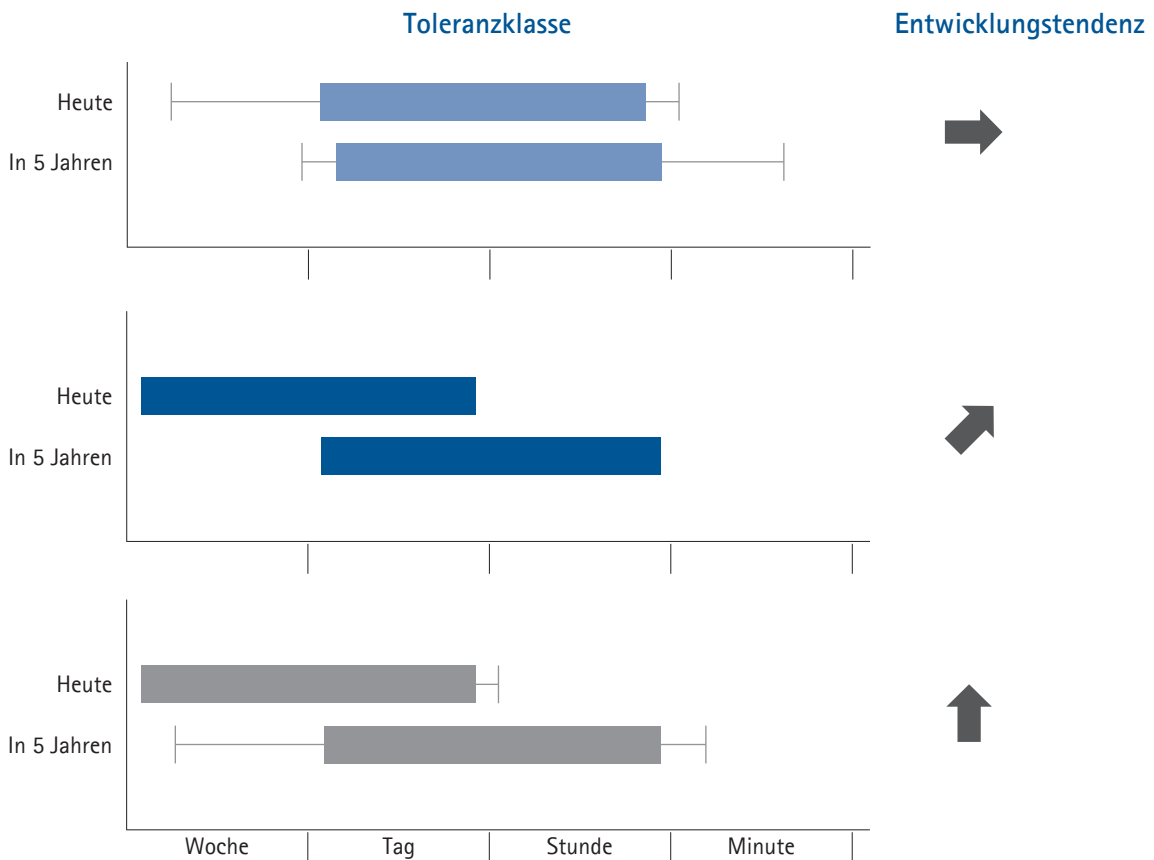
Welche Auswirkung wird dies voraussichtlich auf die Anzahl Ihrer Lieferanten haben??



Gültige Fälle: n=117-121; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle

Abbildung 20: Veränderungen des Lieferfensters

Wie eng ist das Lieferfenster für A-Teile in Ihrem Unternehmen



Gültige Fälle: n=112

■ OEM & Tier 1 Anforderungsschwerpunkt
 ■ Tier 2 – Tier n Anforderungsschwerpunkt
 ■ Ausrüster Anforderungsschwerpunkt
 ┌─┐ Anforderungsbereich

läuterten Veränderungen die bislang kaum erforderliche Toleranzklasse einer stundengenauen Lieferung erfüllen müssen (neun Prozent der hier Befragten erwarten sogar minutengenaue Lieferfenster). Die Ursachen liegen einerseits an den Standardisierungsansprüchen der OEMs und Tier 1 im Fabrikneubau sowie an engen Wartungsfenstern beziehungsweise Betreibermodellen der Fabrikaurüster und andererseits an den internen logistischen Verbesserungsanstrengungen der Fabrikaurüster selbst, vgl. auch Abs. 4.1.1: 4. These sowie Abs. 4.1.2: Fabrikaurüster.

Die Tendenz zeigt sich bei den Tier 2/n-Lieferanten ebenfalls – allerdings nicht ganz so stark: 27 Prozent erwarten künftig eine stundengenaue Anlieferung. Wochengenaue Anlieferungen werden zukünftig nicht mehr toleriert.

Die Veränderungen bei den OEMs und Tier 1-Lieferanten fällt zukünftig geringfügiger aus. Dies lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass heute bereits enge Toleranzen üblich sind.

Schlussfolgerungen

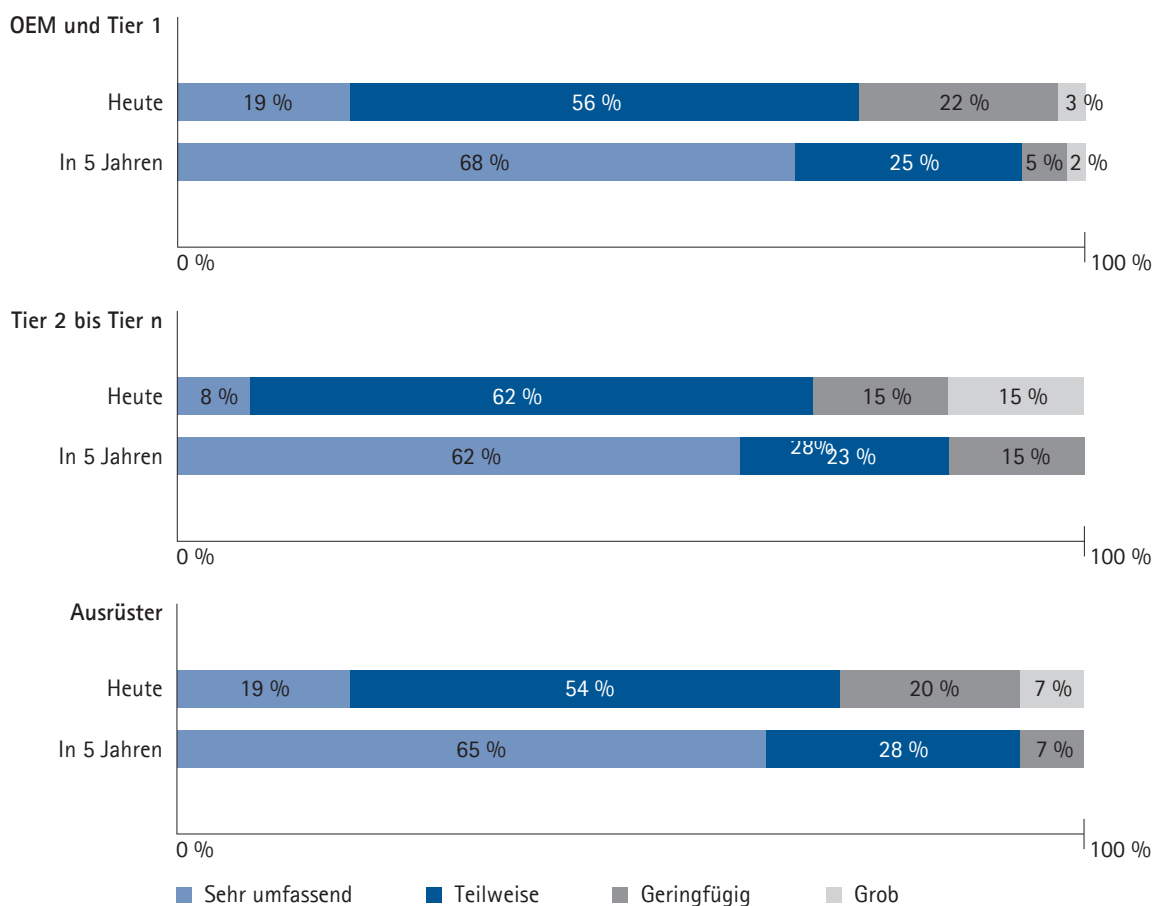
Die Summe der Entwicklungen lässt steigende Anforderungen an die Flexibilisierung und Komplexitätsbewältigung der Unternehmen bei steigenden Koordinationsbedarfen zwischen den Supply Chain Akteuren erwarten. Um diesem Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es verbesserter oder neuer Planungs- und Steuerungskonzepte sowie -werkzeuge. Hier eröffnen neue technologische Möglichkeiten entsprechende Chancen, vor allem hinsichtlich der Transparenz in der Supply Chain sowie leistungsfähigerer Prognose- und Planungsalgorithmen.

4.2.2 Veränderungen der Supply-Chain-Informationstiefe

Grundvoraussetzung für eine reaktionsschnelle Supply Chain ist eine hohe Transparenz über die internen Auftragsabwicklungsprozesse. Hierbei sind zwei Aspekte zu unterscheiden, vgl. u.a. Kersten et. al., 2014; acatech, 2016, Göpfert, 2016:

Abbildung 21: Transparenz Auftragsabwicklungsprozess

Wie umfassend ist Ihre Kenntnis über den logistischen Auftragsfortschritt im internen Auftragsabwicklungsprozess?



Gültige Fälle: n=128; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle je Akteur

4. Ergebnisse

- Transparenz über den aktuellen Auftragsfortschritt der Herstelleraufträge sowie
- Transparenz über die technischen Prozessparameter wie Ofentemperaturen der Herstellprozesse.
- Knapp 20 Prozent aller **OEMs, Tier 1-Lieferanten** sowie Ausrüster erheben den Auftragsfortschritt im internen Abwicklungsprozess sehr umfassend (= detaillierter als Arbeitsgänge).
- Die befragten **Tier 2/n-Lieferanten** dagegen lediglich zu acht Prozent Insbesondere die erwartete Entwicklung zeigt den sehr großen Handlungsbedarf für Tier 2/n-Lieferanten in den kommenden fünf Jahren.

Idealerweise sind beide in Echtzeit verfügbar und ermöglichen so eine enge logistische und technische Prozessführung bei Störungen oder Kundenänderungen. Unternehmen können nur so in der Supply Chain die Transparenz signifikant erhöhen, Risiken frühzeitig erkennen und die Reaktionsfähigkeit steigern. Hierfür müssen zukünftig technische Komponenten, zum Beispiel Maschinen, so ausgerüstet sein, dass Daten eigenständig erzeugt und zu Informationen weiterverarbeitet werden können. Der Fabrik-ausrüster wird so zum „Digitalisierungsenabler“.

Die Abbildung 21 zeigt den über den aktuellen und den in fünf Jahren erwarteten Kenntnisstand über den internen Auftragsfortschritt gegenüber:

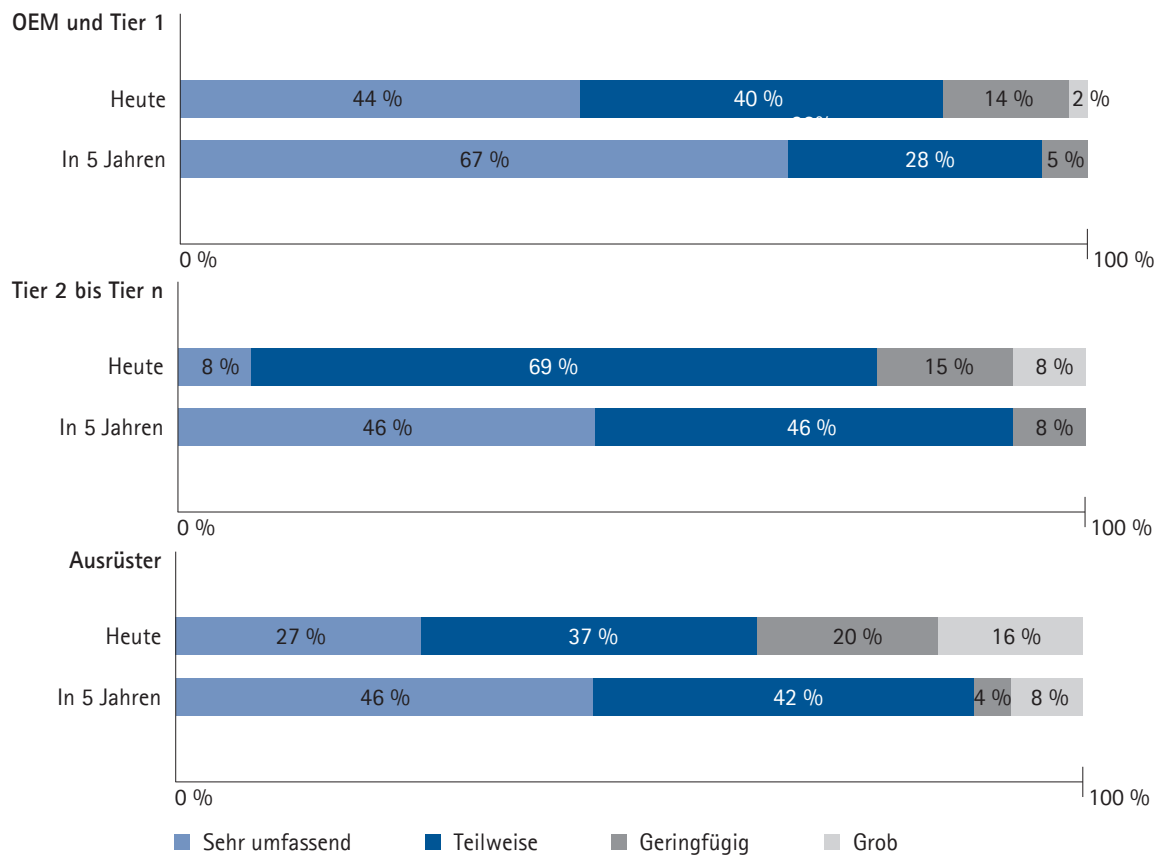
Die Experteninterviews verdeutlichten außerdem, dass die erhobenen Daten derzeit für weitergehende Analysen oftmals noch nicht genutzt werden, sondern proaktiv aufgrund des in Zukunft erwarteten Nutzungspotenzials erhoben werden.

Abbildung 22 vergleicht den aktuellen mit dem in fünf Jahren erwarteten Kenntnisstand über die Prozessparameter:

- Zunächst fällt die umfangreichere Kenntnis der Prozessparameter im Vergleich zum Auftragsfortschritt bei den

Abbildung 22: Transparenz Prozessparameter

Wie umfassend ist Ihre Kenntnis über die technischen Prozessparameter, die die Endproduktqualität im Wesentlichen bestimmen?



Gültige Fälle: n=123-124; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle je Akteur Prozessparameter des Kernprozesses wie bspw. Ofentemperaturen

OEMs und Tier 1-Lieferanten auf. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass diese Akteure den technischen Prozessparametern –insbesondere für endproduktrelevante Qualitätsmerkmale – bereits heute eine hohe Bedeutung beimessen.

- Interessant ist, dass Tier 2/n-Lieferanten sowie Ausrüster der Kenntnis der Prozessparameter im Vergleich zu den OEMs und Tier 1-Lieferanten künftig eine deutlich geringere Bedeutung beimessen (46 Prozent im Vergleich zu 67 Prozent).
- Bei Tier 2/n-Lieferanten zeigt sich ein zum Auftragsfortschritt vergleichbarer Handlungsbedarf. Diese Akteure müssen frühzeitig beginnen, die Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel Maschinendatenerfassung, für eine detaillierte Datenverfügbarkeit zu schaffen.

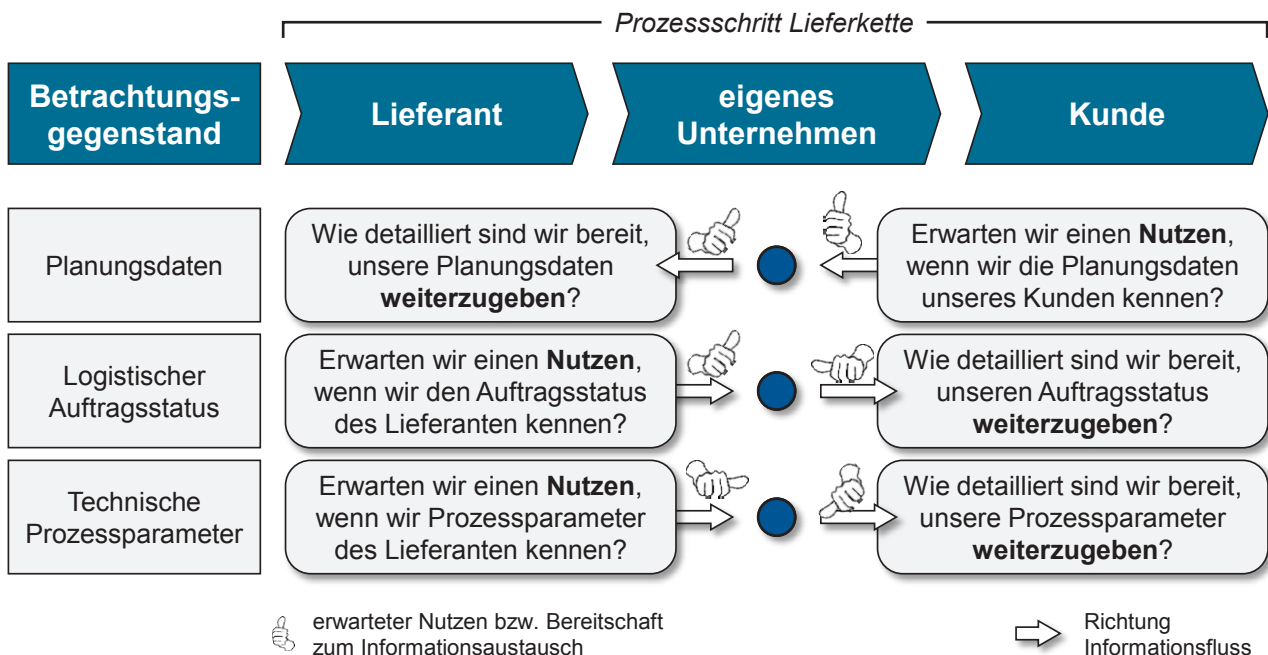
Neben der internen Informationsverfügbarkeit zum Auftragsfortschritt und zu technischen Prozessparametern entscheidet die Bereitschaft zur offenen und kooperativen Zusammenarbeit über den Erfolg einer Supply Chain. Ein zentraler Indikator hierfür bildet die Bereitschaft zum Informationsaustausch. Abbildung 23 vergleicht den erwarteten Nutzen und die Bereitschaft zum Informationsaustausch überblickartig. Ausgehend vom eigenen Unternehmen ist die erforderliche Informationsflussrichtung für jeden der drei untersuchten Aspekte (Planungsdaten, logistischer Auftragsstatus, technische Prozessparameter) dargestellt. Zwar besteht die Tendenz,

dass die Unternehmen eher Daten ihrer Supply Chain-Partner nutzen möchten, als diesen Daten bereitzustellen. Allerdings wird besonders innerhalb der Experteninterviews eine hohe Bereitschaft zum Teilen nicht wettbewerbskritischer Daten signalisiert.

Am höchsten wird der Nutzen bei dem Erhalt von Prognosedaten seitens des Kunden sowie beim aktuellen Auftragsstatus des Lieferanten eingeschätzt. Die Befragten betrachten den Erhalt von Prozessdaten als weniger relevant. Dabei birgt die Kenntnis dieser Prozessdaten doch die bereits geschilderten Verbesserungspotenziale, zum Beispiel durch Erkennen technischer Prozessunsicherheiten. Folglich sollten Unternehmen diese Parameter ihrer Lieferanten einen höheren Stellenwert zurechnen. Die größte Bereitschaft zur Datenweitergabe liegt, analog zum erwarteten Nutzen, bei den Prognosedaten vor. Auffällig ist, dass sowohl bei dem logistischen Auftragsfortschritt als auch bei den technischen Prozessparametern eine relativ hohe Hemmung gegenüber der Datenweitergabe vorliegt. Bei den technischen Prozessparametern könnte dies unter anderem am Schutz des eigenen Know-hows liegen. Zusammenfassend ist festzustellen: Der Nutzen des Informationsaustausches wird deutlich höher eingeschätzt, als die Bereitschaft zur Informationsweitergabe.

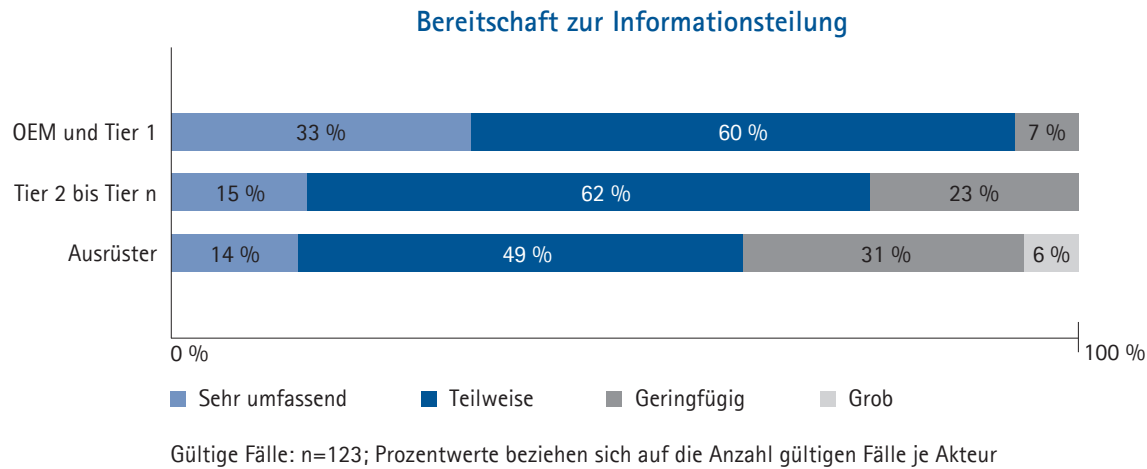
Im Folgenden werden die drei Bereiche Prognosedaten, Auftragsfortschritt und technische Prozessparameter akteursbezogen betrachtet.

Abbildung 23: Nutzen und Bereitschaft zum Informationsaustausch
Fazit Nutzen und Bereitschaft zum Informationsaustausch



4. Ergebnisse

Abbildung 24: Informationsteilung Planungsdaten
 Inwieweit sind Sie bereit, Ihre Planungsdaten Ihren Lieferanten (Bedarfsprognosen beziehungsweise Bestellungen) zur Verfügung zu stellen?



Versprechen Sie sich einen Nutzen davon, Planungsdaten (Bedarfsprognosen beziehungsweise Bestellungen) Ihres Kunden zu kennen?

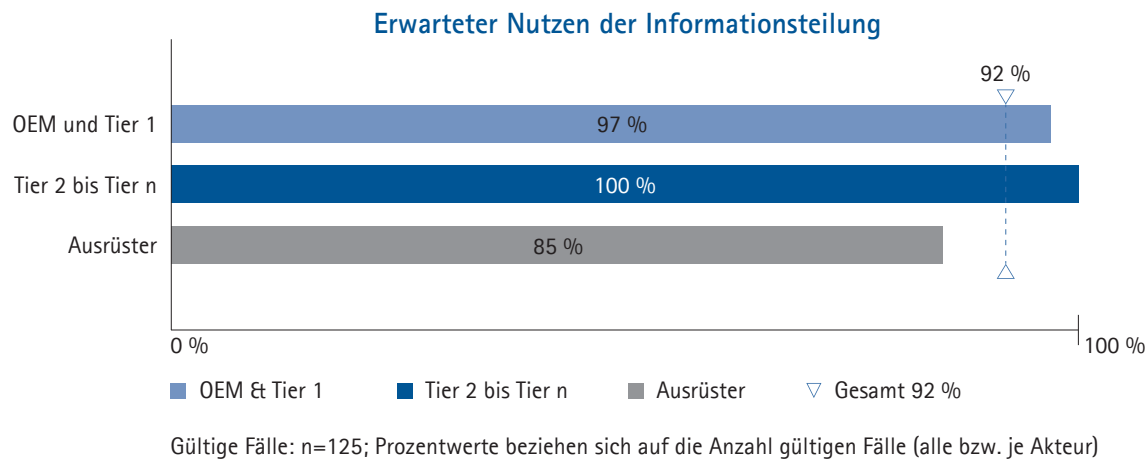


Abbildung 24 zeigt die Bereitschaft und den Nutzen der Informationsteilung der **Planungsdaten**. Die Bereitschaft der Informationsteilung ist untergliedert in vier Kategorien. Die detaillierteste Bereitschaft zur Weitergabe von Prognosedaten haben mit 33 Prozent OEM und Tier 1-Lieferanten. Tiern-Lieferanten und Ausrüster sind nur zu rund 15 Prozent bereit, in diesem Detaillierungsgrad Daten zur Verfügung zu stellen. Der Abgleich von Bedarfen und Produktionskapazität identifiziert Engpässe frühzeitig und eröffnet so die Chance zum Kapazitätsabgleich.

Nahezu alle Befragten (92 Prozent) sehen einen Nutzen im Austausch von Planungsdaten. Lediglich die Ausrüster sind etwas skeptischer. Die Experteninterviews bestätigten diese Aussage: Der Maschinenbau sieht keinen erheblichen Vorteil durch den Erhalt der produktionsspezifischen Prognosedaten, dies lag unter anderem an der unternehmensspezifischen Bevorratungsstrategien. Der Austausch be-

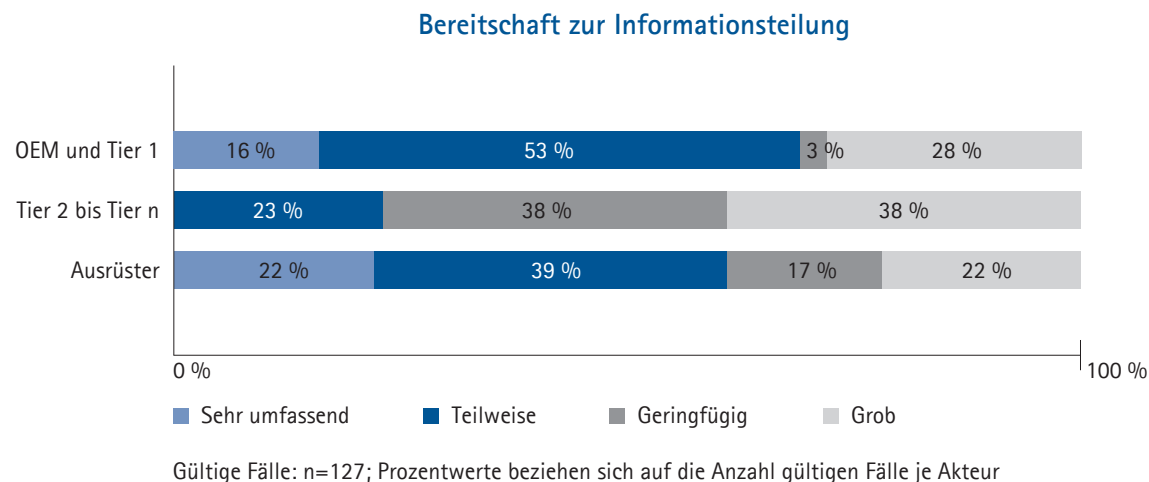
schaffungsspezifischer Prognosedaten ist für diese deutlich bedeutender.

Zweite Kategorie bilden Informationen zum **aktuellen Auftragsfortschritt**. Erhalten Kunden sowie Logistikdienstleister frühzeitig Bescheid über Störungen im Produktionsablauf, können frühzeitig Steuerungsmaßnahmen eingeleitet werden, um Terminabweichungen zu vermeiden.

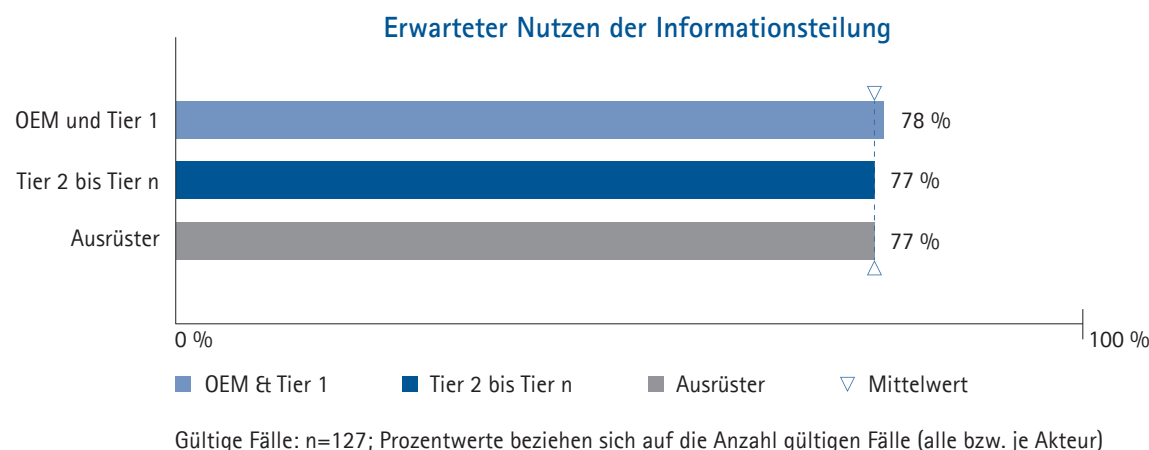
Abbildung 25 zeigt sowohl die Bereitschaft zur Informationsteilung als auch den erwarteten Nutzen. Derzeit stellt der Maschinenbau die detailliertesten Informationen zu seinem Auftragsfortschritt seinen Kunden zur Verfügung. Tier 2/n-Lieferanten stellen diesen nur zu teilweise zur Verfügung (23 Prozent). Dies könnte an der fehlenden Transparenz innerhalb der internen Prozesse liegen (zum Beispiel fehlende Rückmeldungen über BDE-Systeme).

Abbildung 25: Informationsteilung interner Auftragsfortschritt

Inwieweit sind Sie bereit, Ihren Auftragsfortschrittstatus Ihrem Kunden echtzeitnah zur Verfügung zu stellen?



Versprechen Sie sich einen Nutzen davon den Auftragsfortschrittstatus bei Ihren Lieferanten echtzeitnah zu kennen?



Mit 77 Prozent der Befragten erwartet die Mehrheit einen Nutzen geteilter Auftragsfortschrittsinformationen. Nichtsdestotrotz ist dieser Wert etwas niedriger als beim Austausch von Planungsdaten.

Der Erhalt beziehungsweise die Weitergabe **technischer Prozessparameter** eröffnet zusätzliche Potenziale. So können unter anderem interne Qualitätskontrollen reduziert werden und die Ursachenforschung bei Rückrufaktionen durch Qualitätsmängel erleichtert sich deutlich. Aktuell liegt die Bereitschaft der Datenweitergabe im Mittel bei 34 Prozent, siehe Abbildung 26. Wie bereits oben erwähnt, sollten die Unternehmen zukünftig diesen Daten mehr Beachtung schenken.

Dem Nutzen der Informationsteilung, wird ähnlich wie bei den Planungsdaten, eine höhere Relevanz zugesprochen. OEM und Tier 1-Lieferanten sehen diesen mit 60 Prozent am höchsten.

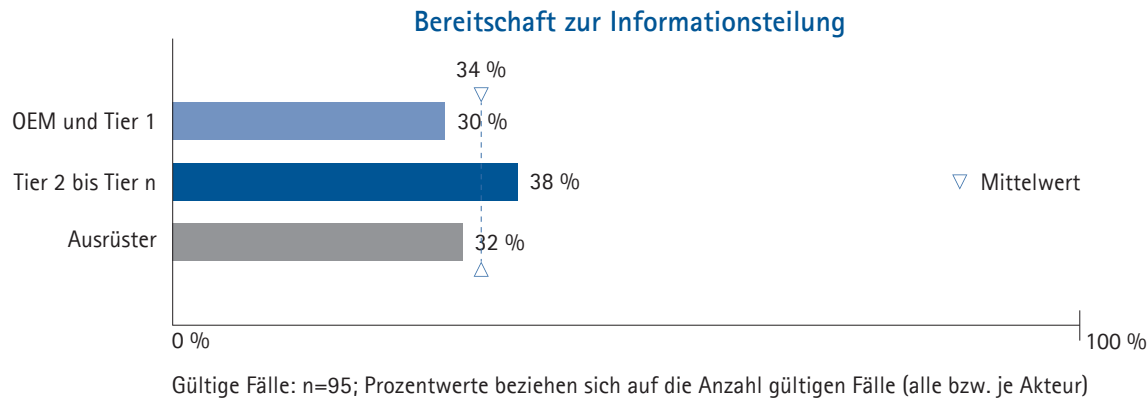
4.2.3 Veränderungen der Supply-Chain-Kommunikationstechnologien

Im Fokus der 4. industriellen Revolution stehen meist direkte Bereiche, vor allem also die Produktion. Die Veränderungen indirekter Bereiche, wie zum Beispiel Einkauf/Beschaffung, geraten deshalb schnell aus dem Blickfeld. Im Beschaffungsprozess können hierfür drei relevante Teilprozesse identifiziert werden:

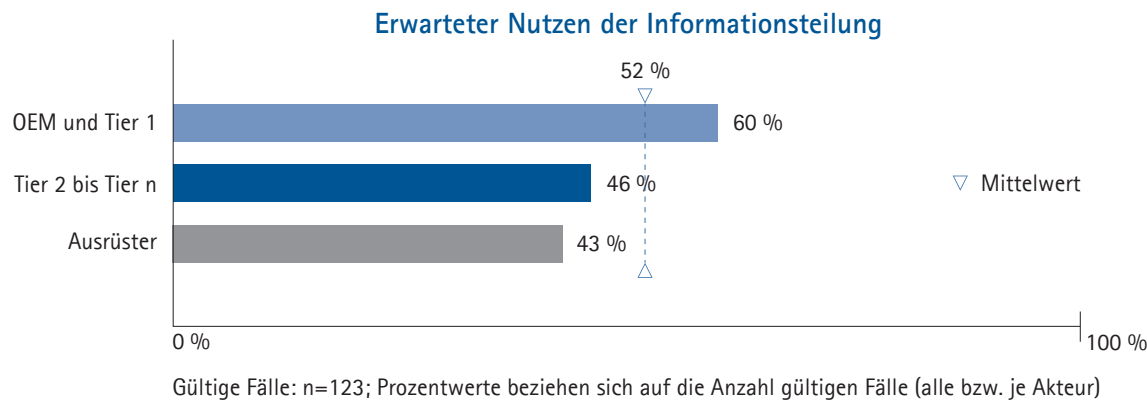
- Die *Bedarfsermittlung* leitet die für das Unternehmen benötigten Rohstoffe, Produkte und Dienstleistungen bedarfs- oder verbrauchsorientiert ab.
- Die *Bestellentscheidung* wählt die Lieferanten aus und schließt mit der Beauftragung.

Abbildung 26: Informationsteilung technische Prozessparameter

Inwieweit sind Sie bereit, technische Prozessparameter ihre Kernprozesse Ihrem Kunden echtzeitnah zur Verfügung zu stellen?



Versprechen Sie sich einen Nutzen davon, die technischen Prozessparameter der Kernprozesse Ihres Lieferanten echtzeitnah zu kennen?



- Die *Bestellabwicklung* wickelt den eigentlichen Herstell- und Versandprozess bis zum Wareneingang ab und überprüft die Einhaltung der vorher verhandelten Vereinbarungen (Menge, Termin, und so weiter) laufend.

Sowohl die aktuell verwendeten Technologien im Beschaffungsprozess als auch deren Entwicklung in den nächsten fünf Jahren zeigt Abbildung 27. Die Technologien sind nach aktueller Anwendungshäufigkeit geordnet und nach den Supply-Chain-Akteuren differenziert. Die durchschnittliche Entwicklungstendenz ist über alle Akteure ausgewiesen.

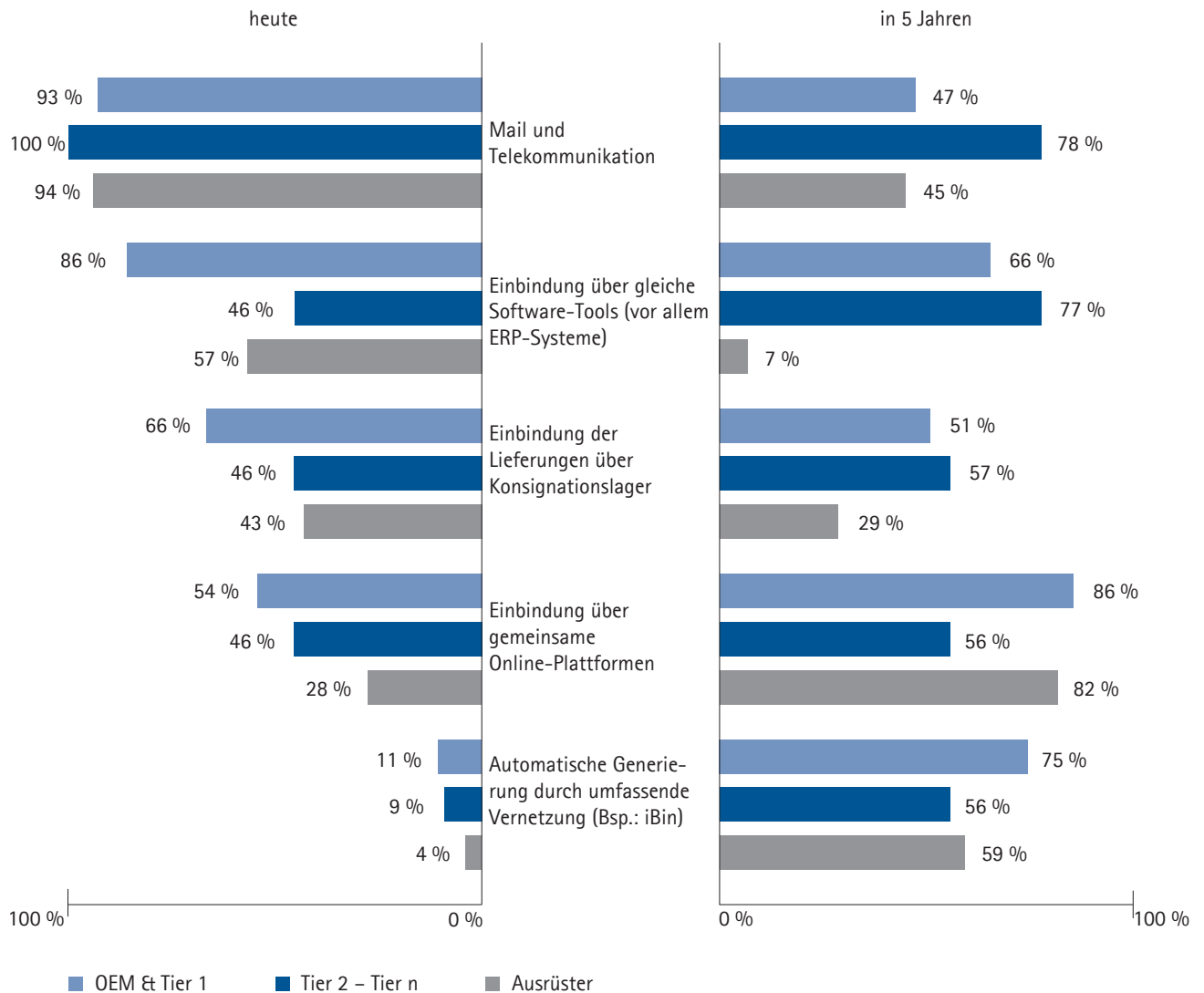
Erwartungsgemäß zeigt die heutige Situation, dass nahezu alle Supply-Chain-Akteure die klassischen Telekommunikationskanäle (Telefon, Fax, ...) und E-Mail (im Mittel 94 Prozent) nutzen. Demgegenüber ist die automatische Bedarfsgenerierung über umfassende, digitale Vernetzung (zum Beispiel über iBin®) heute kaum verbreitet (im Mittel sieben Prozent). Die informationstechnische Einbindung der Akteure über gleiche Software-Tools wie ERP-Software ist sehr unterschiedlich. Tier 2/n-Lieferanten sind aktuell schlechter angebunden als die OEM und Tier 1-Lieferanten (45 Prozent im Vergleich zum

Mittelwert 69 Prozent). Im Vergleich dazu erscheinen die Ausrüster mit 57 Prozent überraschend gut angebunden.

In den kommenden fünf Jahren erwarten die Befragten einen deutlichen Wandel: Bestellungen über E-Mail und andere Telekommunikationskanäle reduzieren sich deutlich, am wenigsten allerdings bei den Tier 2/n-Lieferanten. Zukünftig gewinnen sowohl Online-Plattformen als auch die automatische Generierung von Bestellungen über Vernetzung deutlich an Relevanz. Doch insbesondere Tier 2/n-Lieferanten scheinen diese Entwicklungen noch nicht ausreichend erkannt zu haben. Abbildung 28 zeigt diese Entwicklungstendenz deutlich.

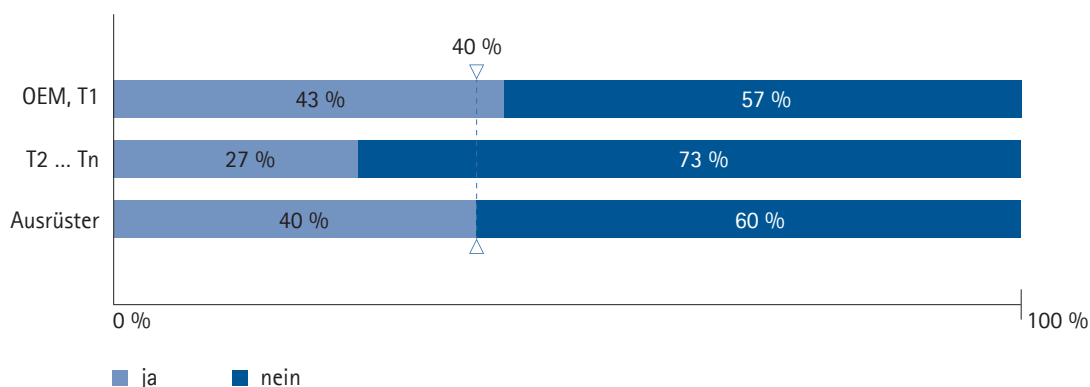
Aktuell bieten nur 27 Prozent der Tier 2/n-Lieferanten Plattformen an. Hingegen bieten OEMs, Tier 1-Lieferanten und Ausrüster zu etwa 40 Prozent bereits Online-Plattformen an. Bei solchen Plattformen sind herstelleregebundene Aktivitäten (zum Beispiel Plattform adamos) von herstellerneutralen Anbietern (zum Beispiel Virtual Fort Knox oder Open Factory) zu unterscheiden. Hier stellt sich natürlich immer die Frage, welche sich langfristig durchsetzen werden.

Abbildung 27: Technologien im Beschaffungsprozess
Welche Technologien nutzen Sie für den Beschaffungsprozess?



Mehrfachnennung möglich
 Gültige Fälle: n=119/113; Gesamtzahl der Nennungen: 324/351
 Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (119/113)

Abbildung 28: Plattformen zum Datenaustausch
Bieten Sie eine Plattform, auf der Ihre Lieferanten, Kunden, Ausrüster zentral Daten tauschen können?



Gültige Fälle: n=132; Prozentwerte beziehen sich auf die Anzahl gültigen Fälle (alle bzw. je Akteur)

5. Handlungsempfehlungen

Die bekannten Akteure im Automobilbau – die OEMs und ihre großen Zulieferer – dominieren die Branche und initiieren den besagten Wandel teilweise sehr medienwirksam. Die Veränderungen wirken zunächst auf die gesamte Lieferkette des Automobilbaus mit seinen Zulieferern und darüberhinaus auch auf den Maschinenbau in seiner Rolle als Fabrikaurüster.

Naturgemäß erzeugen tiefgreifende technologische Veränderungen eine hohe Unsicherheit bei den betroffenen Akteuren. Dies betrifft besonders kleinere und mittlere Zulieferer zu Beginn der Lieferkette, da diese häufig Nischen besetzen und hier eine hohe Spezialisierung vorweisen. So betrifft ein technologischer Wandel, wie beispielsweise ein Wechsel des Antriebskonzeptes, häufig ihren gesamten Absatzmarkt und zwingt die Unternehmen so zum Handeln. Dies wird verstärkt, da veränderte Anforderungen der OEMs an ihre Zulieferer typischerweise erst mit einem Zeitversatz „nach vorne“ dringen. Hiervon sind die KMU der Region Stuttgart im Bereich Automobil- und Maschinenbau besonders betroffen: Diese erwarten tiefgreifende strukturelle Veränderungen. Letztere sind aber heute erst teilweise absehbar, so dass die Fähigkeit schnell auf Marktveränderungen reagieren zu können in Zukunft über das Fortbestehen der Unternehmen entscheiden wird.

Die im Folgenden beschriebenen Handlungsempfehlungen adressieren deshalb speziell kleine und mittlere Unternehmen, die früh in der Lieferkette positioniert sind. Sie sollen zunächst beim Erarbeiten einer individuellen Digitalisierungsstrategie helfen, um diese dann möglichst erfolgreich in die Praxis zu überführen. Hier sind zwei Phasen wichtig: Die Konzeption als unternehmerische Grundüberlegung und die Umsetzung, als Überführung der Konzeption in die Praxis.

Konzeptausgangspunkt bilden die strategischen Entwicklungsrichtungen der Unternehmen, Abs. 5.1. Die Konkretisierung der Gesamtstrategie erfolgt anschließend in zwei Stufen, ergänzt um taktische und operative Handlungsfelder.

Der anschließende Umsetzungsteil zeigt die Überführung der Ergebnisse der Konzeptionsphase in die Praxis beispielhaft. Hierfür wird zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Projekten unterschieden.

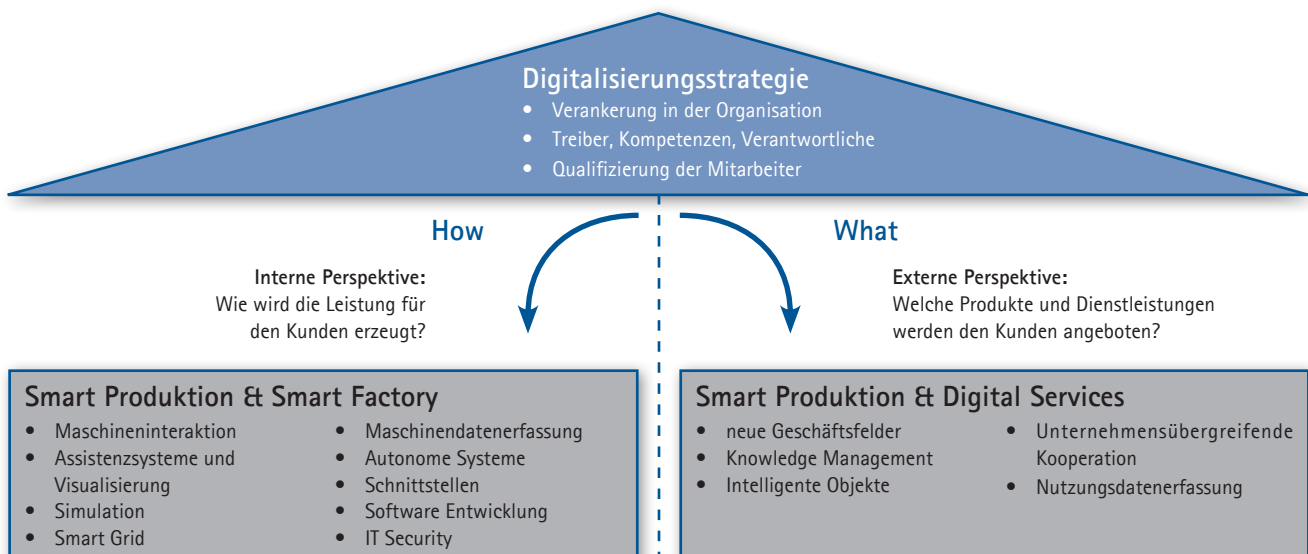
Das Kapitel endet mit der Ableitung von Empfehlungen für die Politik und lokale Wirtschaftsakteure.

5.1 Strategische Entwicklungsrichtungen

Bevor eine wirksame Strategie entwickelt werden kann sind einige unternehmensspezifische Grundüberlegungen anzustellen. Diese beginnen ganz klassisch mit einer Analyse des Marktes sowie den eigenen Stärken und Schwächen. Für eine Digitalisierungsstrategie ist außerdem ein gemeinsames inhaltliches Verständnis des Unternehmens zum Thema Industrie 4.0 mit seinen unternehmensspezifischen Aspekten wichtig. Dies gibt die Grundlage für die Strukturierung eigener Aktivitäten bis hin zur Entwicklung neuer Angebote und Geschäftsmodelle.

Für die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie hat das Fraunhofer IPA ein Vorgehen entwickelt, dessen erforderliche inhaltliche Aspekte Abbildung 29 zeigt.

Abbildung 29: Aspekte einer Digitalisierungsstrategie



Quelle: nach Bauernhansl 2017

- Die **externe Perspektive (what)** betrachtet die Frage: Welche Produkte und Dienstleistungen werden dem Kunden angeboten? Dies umfasst die inhaltlichen Perspektiven Smart Product und Digital Services.
- Die **interne Perspektive (how)** adressiert die Frage: Wie wird Leistung für den Kunden erzeugt? Dies umfasst die inhaltlichen Perspektiven Smart Production und Smart Factory als Voraussetzungen für eine Smart Supply Chain.

Zwischen beiden Perspektiven bestehen Abhängigkeiten, so dass eine gemeinsame Betrachtung in einem Portfolio sinnvoll ist, vergleiche dazu Bauernhansl 2017.

Für eine erfolgreiche Digitalisierungsstrategie ist es notwendig, die Entwicklungen der anderen Akteure der Branche zu betrachten. Deshalb werden zunächst die **digitalen Entwicklungspfade** aller Akteure dargestellt, um dann daraus **marktbezogene Entwicklungspfade** mit besonderem Blick auf die Tier 2/n-Zulieferer abzuleiten.

Digitale Entwicklungspfade

Abbildung 30 zeigt die – im Wesentlichen aus den Experteninterviews abgeleiteten – strategischen Entwicklungspfade differenziert nach den einzelnen Akteuren. Der Digitalisierungspfad ist anhand der beiden Perspektiven What – Digitalisierung des Leistungsangebotes (also Produkten und Dienstleistungen) sowie How – Digitalisierung der Leistungserzeugung (also der technischen und logistischen Herstellungsprozesses anhand der Supply Chain) dargestellt. Hierbei

sind die Ergebnisse zu einem „typischen Vertreter“ mit einer definierten Ausgangsposition vereinfacht dargestellt.

Die **OEM** und die **Tier 1-Zulieferer** digitalisieren sowohl Leistungsangebot als auch -erstellung, Abbildung 30a:

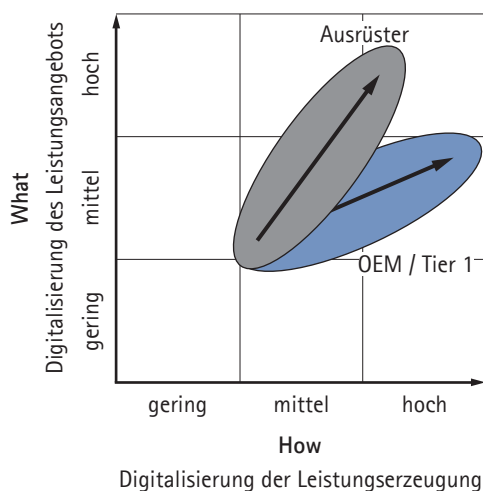
- Unter ersteres fällt sowohl die Digitalisierung des Produktes selbst (zum Beispiel Fahrerassistenzsysteme) als auch neue – digital unterstützte – Leistungsangebote wie alternative Erwerbskonzepte oder Mobilitätsangebote, vergleiche auch Abs. 4.1.2. Ein Anbieten letzterer kann auch als Strategie zur Vorwärtsintegration interpretiert werden, in dem der Hersteller zum Betreiber seiner eigenen Produkte wird.

- Zweiteres – also das Digitalisieren der Leistungserstellung – umfasst einerseits den eigentlichen Herstellungsprozess, was einen Austausch der entsprechenden Planungs- und IST-Daten der technischen und logistischen Ablaufschritte beinhaltet. Andererseits umfasst dies aber auch den Produktentwicklungs- und Produktionsvorbereitungsprozess mit einem entsprechendem Austausch der Produkt- und Planungsdaten. In einer solchen Digitalisierung sehen viele Tier 1-Zulieferer einen strategischen Wettbewerbsvorteil zur Komplexitätsbeherrschung.

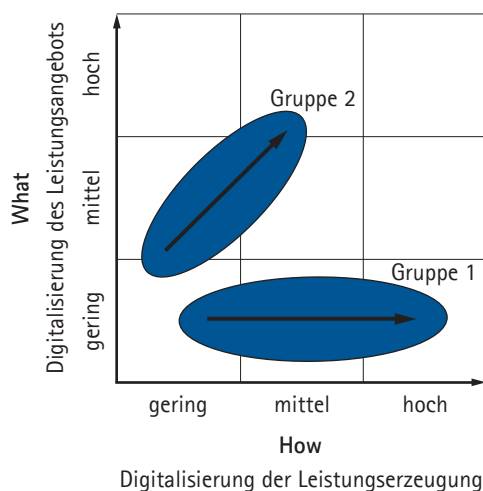
Die **Fabrikausrüster** handeln sehr ähnlich, Abbildung 30a:

- Digitalisiertes Leistungsangebot: Ein digitalisiertes Produkt ist hier die Maschine oder Anlage der Fabrik. Smarte Maschinen sind also zunächst die Enabler einer smarten Fabrik

Abbildung 30: Digitale Entwicklungspfade Automobil- und Maschinenbau



a) Entwicklungspfade
OEM / Tier 1 sowie Ausrüster



b) Entwicklungspfade
Tier 2/n-Zulieferer

Quelle: nach Bauernhansl 2017

5. Handlungsempfehlungen

beziehungsweise Supply Chain. Die digitalisierten Maschinen und Anlagen ermöglichen zusätzlich auch alternative Betreibermodelle der Ausrüster selbst, vergleiche auch Abs. 3.1., 4.1.2. wobei der Hersteller wieder zum Betreiber seiner eigenen Produkte wird.

- Eine digitalisierte Leistungserstellung ist ebenfalls relevant für die Fabrikaurüster; Themenfelder und Herausforderungen entsprechen denen der OEM / Tier 1.

Treiber hierfür sind die internen Digitalisierungsbestrebungen der Automobilhersteller und ihrer Zulieferfirmen. Smarte Produkte gelten als Befähiger für eine Supply Chain-übergreifende Digitalisierung; somit werden die Produkte der Ausrüster zentraler Bestandteil interner, datengetriebener Optimierungsansätze im Automobilbau. Da viele ihrer Kunden selbst noch am Anfang der digitalen Transformation stehen, kommt der zukünftigen Integrationsfähigkeit der Produkte in die IT-Landschaft des jeweiligen Kunden hohe Bedeutung zu.

Der Vergleich OEM/Tier 1 versus Fabrikaurüster verdeutlicht die im Grundsatz sehr ähnliche Strategie, dennoch weicht der aktuelle zeitliche Fokus leicht ab: Während die OEM/Tier 1 aktuell eher auf eine digitalisierte Leistungserstellung konzentriert scheinen, sind für die Ausrüster digitalisierte Leistungsangebote wichtiger. Dieser Unterschied ist durch die leicht unterschiedlichen Entwicklungspfade angedeutet.

Die Betrachtung der Tier 2/n-Zulieferer zeigt zwei Gruppen, Abbildung 30b:

- Vertreter der Gruppe 1 sehen die Hauptchancen in der Digitalisierung ihrer Leistungserzeugung – in enger Abstimmung beziehungsweise Vernetzung mit ihren Kunden.

Sie sehen entweder keine Möglichkeit oder keine Notwendigkeit, den Digitalisierungsanteil ihrer Produkte beziehungsweise Dienstleistungen zu erhöhen. Abbildung 30a zeigt eine solche Strategie am Beispiel eines einfachen mechanischen Bauteils, also mit einem geringen digitalen Leistungsangebots.

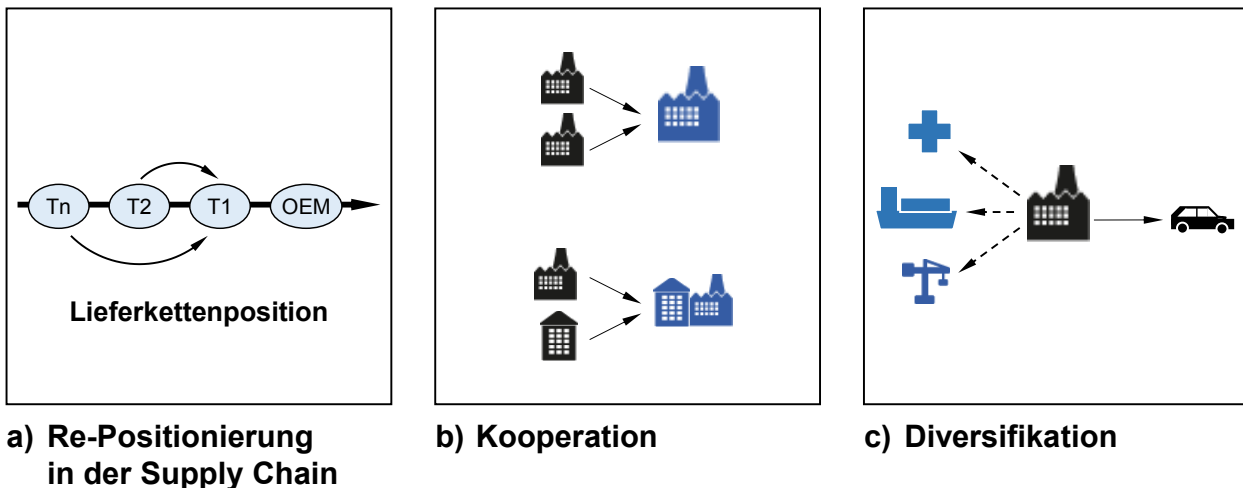
- Vertreter der Gruppe 2 digitalisieren Leistungsangebot und –erbringung, hierbei sehen sie größeres Potenzial auf der Leistungsangebotsseite und stellen deshalb diese Verbesserung in den Vordergrund. Abbildung 30b zeigt eine solche Strategie am Beispiel eines mittelkomplexen, mechatronischen Bauteils, das digitale Leistungsangebot wird schrittweise erhöht.

Das erste Handlungsfeld der Tier 2/n-Zulieferer besteht also darin, den Schwerpunkt der Digitalisierungsrichtung festzulegen: Sie konzentriert sich entweder rein auf die Leistungserzeugungsseite (Gruppe 1) oder sie betont stark die Leistungsangebotsseite (Gruppe 2). Letztere ist aus praktischen Gründen oft mit Digitalisierungsaktivitäten auf der Leistungserzeugungsseite verbunden.

Marktbezogene Entwicklungspfade der Tier 2/n-Zulieferer

In dem betrachteten Umfeld liefern die KMUs klassisch Einzelteile oder –komponenten, manchmal auch kleinere Baugruppen, die ihre Kunden (Tier 1-Zulieferer) anschließend zu komplexeren Modulen zusammensetzen. Ausgehend von der Zukunftsfähigkeit der Marktleistung (Wie zukunftsfähig ist mein Produkt im Hinblick auf die unsichere Entwicklung des Antriebskonzeptes (zum Beispiel Schwenk zur Elektromobilität?)) sollten die Tier 2/n-Zulieferer bei der Strategiefestlegung drei weitere Aspekte berücksichtigen:

Abbildung 31: Digitale Entwicklungspfade Automobil- und Maschinenbau



- **Re-Positionierung:** Ermöglicht ein verändertes eigenes Leistungsangebot eine Neupositionierung in der Lieferkette in Richtung OEM?
- **Kooperation:** Welche Kooperationsmöglichkeiten verbessern die eigene Marktposition?
- **Diversifikation des Produkt- und Kundenportfolios:** Lässt sich das eigene Know-how in anderen Branchen einsetzen?

Vor diesem Hintergrund ergeben sich für die KMU-Zulieferer grundsätzliche marktbezogene Entwicklungsrichtungen, siehe Abbildung 31. Diese sind auch spezifisch kombinierbar.

Re-Positionierung in der Supply Chain: Generieren Zulieferer durch eine Digitalisierung ihrer Produkte einen großen Mehrwert, eröffnen sich Potenziale zur Neuordnung bestehender Lieferketten oder zur Verschiebung bisheriger Verhandlungspositionen. Hierbei ist das Potenzial für den Kunden des eigenen Kunden maßgeblich. Eine solche Veränderung beinhaltet aber auch erhebliche Risiken, vergleiche dazu ausführlich Bauernhansel (2017).

Kooperation: Der globale Wettbewerb stellt kleine und mittlere Unternehmen der Region, speziell bei geringen technologischen Alleinstellungsmerkmalen der eigenen Produkte, vor große Herausforderungen. Hier sind Kooperationen eine bewährte Strategie, diesen zu begegnen. Einerseits kann damit die notwendige Größe erreicht werden, um auf dem weltweiten Beschaffungsmarkt wahrgenommen zu werden. Andererseits erlauben strategische Kooperationen mit Drittunternehmen ein gemeinsames, umfangreicheres Leistungsangebot zu erstellen und von der jeweiligen Expertise des Partners zu profitieren. Chancen und Risiken solcher Kooperationen sind mit Blick auf die Digitalisierungsmöglichkeiten neu zu bewerten. Hier gewinnen insbesondere die Kooperationen mit Start-Ups an Bedeutung.

Diversifikation des Produkt- und Kundenportfolios: Mit zunehmendem Zweifel der Zulieferer an der Zukunftsfähigkeit ihrer eigenen Produkte (beziehungsweise dem für sie relevanten Wertschöpfungsstrang) zeigt sich der Trend zur Diversifikation. Komponenten für Verbrennungsmotoren sind hier ein aktuelles Beispiel: So bietet der Esslinger Abgasspezialist Eberspächer Heizungen für Boote an, Elring-Klinger aus Dettingen punktet mit Produkten für die Lebensmittelindustrie oder Medizintechnik, Mann+Hummel, bekannt für Filteranlagen, stattet sowohl Labore als auch Schiffe, Kompressoren und Industriestaubsauger mit Filtertechnik aus. Der Übertrag von bestehendem Know-how auf neue Branchen ist, neben dem Aufbau von Kompetenzen im Bereich der Elektromobilität, eine wichtige strategische Entscheidung.

5.2 Handlungsfelder und Vorgehensleitfaden für Tier 2/n-Zulieferer

Vor dem Hintergrund dieser strategischen Grundüberlegungen sind im nächsten Schritt geeignete inhaltliche Handlungsfelder mit besonderem Blick auf die kleinen und mittelständischen Tier 2/n-Zulieferer inklusive eines Vorgehensleitfadens abzuleiten. Diese sind nach der Betrachtungsebene in strategisch, taktisch und operativ sowie zeitlich in Konzept- und Umsetzungsphase unterteilt. Abbildung 32 zeigt die zeitlich überlappende inhaltliche Vorgehenslogik und konkretisiert die einzelnen Phasen durch Beispiele.

Im Grunde genommen handelt es sich hier um ein Projekt, welches einer Change Management Logik folgen sollte. Solche Projekte folgen immer einer Dreier-Logik, vgl. u. a. Kotter (2011), Höfler (2011):

1. **Gemeinsames Verständnis** der Ausgangslage – „Warum sollen wir uns verändern?“
2. **Attraktives Zukunftsbild** entwickeln – „Wohin wollen wir uns entwickeln?“
3. **Vorgehensweg** ausarbeiten – „Wie gehen wir vor, um die Organisation und ihre Menschen vom IST zum SOLL zu führen?“

Die damit unvermeidlichen Vorgehensschleifen sind aus Vereinfachungsgründen nicht dargestellt.

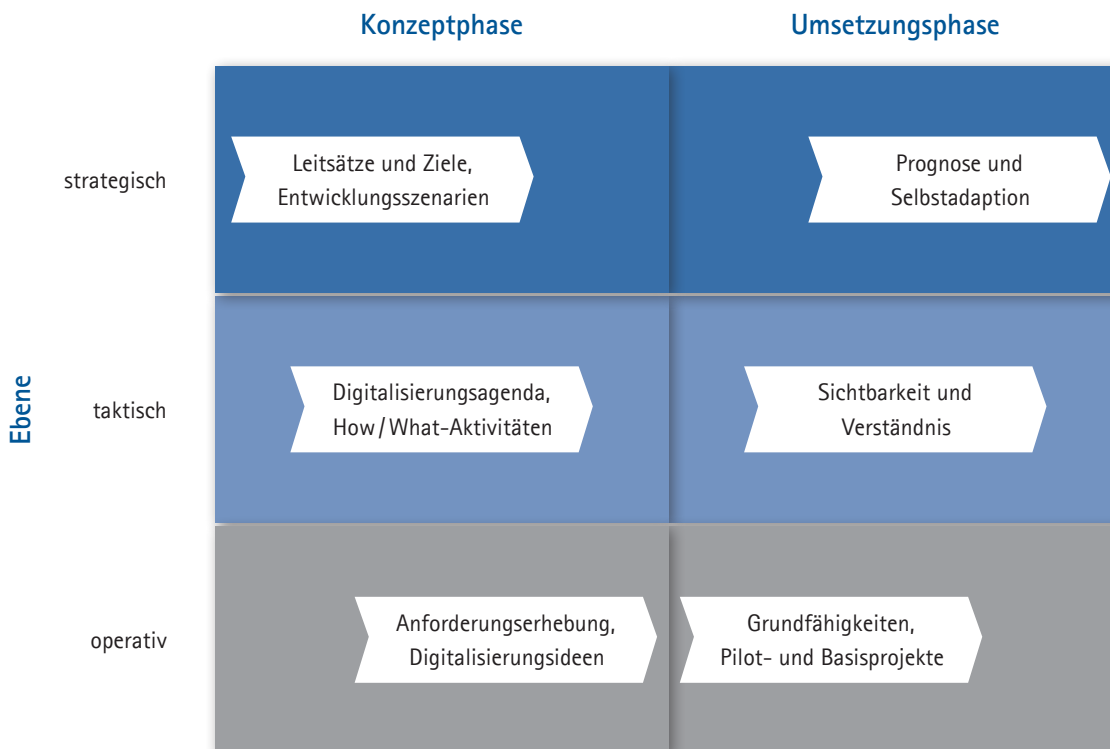
Die Folgeabschnitte erläutern die Einzelaspekte.

5.2.1 Strategische Handlungsfelder

Die Digitalisierung, veränderte Antriebskonzepte der Fahrzeuge (zum Beispiel E-Mobilität, Fahrverbote für Verbrenner, ...) sowie der Trend zum autonomen Fahren lassen einen grundlegenden Wandel der Automobilbranche erwarten. Dies erfordert von vielen Unternehmen die Fähigkeit zum strukturellen Wandel. Obwohl große und einflussreiche Akteure diese Veränderungen selbst aktiv gestalten, fällt ihnen die Vorhersage der zukünftigen Entwicklung schwer. Unternehmensstrategisch sind für KMU deshalb zwei Aspekte zu beachten:

- Zum einen wird **Wandlungsfähigkeit** zum Erfolgsfaktor. Das eigene Unternehmen ist agil aufzustellen, um bei Bedarf schnell auf Markt- oder Wettbewerbsveränderungen reagieren zu können. Die Befragten sehen die mangelnde Reaktionsfähigkeit des eigenen Unternehmens sehr kritisch. Mit überwältigender Mehrheit nennen sie dabei zwei Haupthindernisse: die mangelnde Unterstützung der Unternehmensführung für neue Themen sowie starre Strukturen bei eingefahrener, hierarchisch geprägter Unternehmenskultur.

Abbildung 32: Vorgehensleitfaden einer Digitalisierungsstrategie



- Zum anderen ist eine „Just-in-Case Grundhaltung“ wichtig. Hier werden mögliche Entwicklungen in Form von Szenarien vorgedacht, um daraus grobe Vorgehens-Roadmaps abzuleiten. Diese liegen dann für den Bedarfsfall „in der Schublade“ und können hervorgezogen und bei Bedarf umgesetzt werden.

Die strategischen Handlungsfelder einer Digitalisierungsstrategie umfassen fachliche Leitfragen und Vorgehensempfehlungen. Die fachlichen Leitfragen sind dabei in drei Blöcke gegliedert:

- 1) **Wettbewerbsposition und Zielmärkte:** Bei spezialisierten Tier n-Zulieferer ist zu erwarten, daß ihr eigentliches Kernprodukt häufig ersetz- oder imitierbar ist oder die Stückzahlen durch den Wandel des Antriebskonzeptes (weiter) sinken. Das erhöht den Hebel einer langfristigen Kundenbindung und betont die Notwendigkeit, systematisch über neue Absatzfelder nachzudenken. Hierbei stehen folgende Fragen im Fokus:

- Wodurch wird das Unternehmen im globalen Wettbewerb wahrgenommen?
- Wie zukunftsfähig ist das derzeitige Angebot?
- Welche Produkte werden zukünftig am Markt platziert?
- welche Geschäftsmodelle generieren zukünftig Erlöse?
- Ist es notwendig oder möglich, die Abhängigkeit von der Automobilbranche zu senken?

- 2) **Digitalisierungs- und Markteintrittsstrategie:** Ein wichtiges Befragungsergebnis bilden die möglichen Digitalisierungspfade für die Tier 2/n-Zulieferer, vergleiche Abs. 5.1. Vor diesem Hintergrund sind die Strategien zum Markteintrittszeitpunkt hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu analysieren und bewerten, vgl. u. a. Voigt (1998). Hierbei stehen folgende Fragen im Fokus:

- Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch die Digitalisierung?
- Welcher digitale Entwicklungspfad erscheint am vielversprechendsten?
- Welche Markteintrittsstrategie (zeitorientierte Wettbewerbsstrategie) ist zielführend?
- Erscheint eher eine Pionier- oder eine (Early/Late) Follower-Strategie erfolgsversprechend?

- 3) **Kompetenzen und Mitarbeiterattraktivität:** Weiter ist ein aktives Kompetenzmanagement wichtig. Die Digitalisierung rückt die IT-Kompetenzen der Unternehmen verstärkt in den Vordergrund. Hierzu ist die Rolle der IT so zu überdenken, dass diese entsprechend ihres Potenzials bei der Erschließung neuer Geschäftsfelder aktiv unterstützt. Denn langfristige Kundenbindung ist zukünftig nicht allein durch physische Produktqualität zu erzielen, sondern ergibt sich in Kombination mit datengetriebenen Angeboten, wie beispielsweise einzelteilbezogene Qualitätsdaten. Hierbei stehen folgende Fragen im Fokus:

- Sind die technologischen Herausforderungen alleine lösbar oder bieten hierzu Partnerschaften den höheren (inhaltlichen oder zeitlichen) Erfolgshebel?
- Was genau ist die zukünftige Rolle der IT im Unternehmen?
- Welche Kompetenzen fördern die Wandlungsfähigkeit des Unternehmens?
- Was ist zu tun, um als Arbeitgeber attraktiver zu werden?

Aufgrund der unklaren Rahmenbedingungen und Umfeldentwicklungen sind folgende **Vorgehensempfehlungen** zu beachten:

a) Dringlichkeit und Führungskoalition: Jede erfolgreiche Veränderung beginnt mit der Vermittlung der Dringlichkeit und dem Bilden einer Führungskoalition, vgl. u. a. Kotter (2011), Höfler (2011). Hier sind folgende Aktivitäten sinnvoll:

- Marktabhängigkeits- und Risikoanalysen erarbeiten und kommunizieren
- Betroffenen- und Beteiligtenanalyse durchführen
- Strategie-Workshop mit der Führungsmannschaft, „grauen Eminenzen“ und Betriebsrat durchführen
- Ergebnisse unternehmensintern frühzeitig kommunizieren

b) Just-in-Case Grundhaltung: Zur Bewältigung unsicherer Umfeldbedingungen bietet sich die Szenariotechnik an, vgl. u. a. Gausemeier (1996). Hier sind folgende Aktivitäten sinnvoll:

- Entwicklungsszenarien bilden
- (grobe) Vorgehens-Roadmaps vorbereiten

Die aktive Mitwirkung der Unternehmensleitung entscheidet über einen erfolgreichen Wandel im Unternehmen. Es gilt darüber hinaus, ein kooperatives Arbeitsklima aufzubauen und sogenannte Kompetenzsilos aufzubrechen. Hierbei handelt es sich um strategisch wichtige Positionen, an denen Mitarbeiter Wissen sammeln, dieses allerdings nicht weiter zu Verfügung stellen und somit letztlich den Wandel zum eigenen Vorteil blockieren.

Tabelle 2 stellt die strategischen Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie mit besonderem Blick auf die KMU Tier 2/n-Zulieferer als Checkliste zusammen.

5.2.2 Taktische Handlungsfelder

Die taktischen Handlungsfelder konkretisieren die festgelegten Strategien und berücksichtigen hierbei auch erkannte Entwicklungstrends. Die im Folgenden aufgeführten fachlichen Leitfragen sind nach den strategischen Handlungsfeldern gegliedert und geben erste Anhaltspunkte einer unternehmensspezifischen, erforderlichen Detaillierung:

Tabelle 2: Strategische Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie – Checkliste

Fachliche Leitfragen – strategisch	Vorgehensempfehlung
1) Wettbewerbsposition und Zielmärkte <ul style="list-style-type: none"> • Womit wird das Unternehmen im globalen Wettbewerb wahrgenommen? • Wie zukunftsfähig ist das derzeitige Angebot? • Welche Produkte werden zukünftig am Markt platziert; welche Geschäftsmodelle generieren zukünftig welche Erlöse? • Ist es notwendig oder möglich, die Abhängigkeit vom Automobilbau zu senken? 	a) Dringlichkeit und Führungskoalition <ul style="list-style-type: none"> • Marktabhängigkeits- und Risikoanalysen erarbeiten und kommunizieren • Betroffene und Beteiligte unterscheiden • Strategie-Workshop durchführen (Führungsmannschaft, „graue Eminenzen“, Betriebsrat, ...) b) Just-in-Case Grundhaltung <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsszenarien bilden • Vorgehens-Roadmaps vorbereiten
2) Digitalisierung- und Markteintrittsstrategie <ul style="list-style-type: none"> • Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch die Digitalisierung? • Welcher digitale Entwicklungspfad erscheint am vielversprechendsten? • Welche Markteintrittsstrategie (zielorientierte Wettbewerbsstrategie) ist zielführend (Pionier oder Follower Strategien)? 	
3) Kompetenzen und Mitarbeitertattraktivität <ul style="list-style-type: none"> • Sind die technologischen Herausforderungen alleine lösbar oder bieten hierzu Partnerschaften den höheren (inhaltlichen oder zeitlichen) Erfolgshebel? • Was genau ist die zukünftige Rolle der IT im Unternehmen? • Welche Kompetenzen fördern die Wandlungsfähigkeit des Unternehmens? • Was ist zu tun, um als Arbeitgeber attraktiver zu werden? 	

1) Wettbewerbsposition und Zielmärkte:

- Mit welchem Vorgehen werden neue Produkte und Geschäftsmodelle entwickelt?
- Gegebenenfalls: Über welche Aktivitäten werden neue Märkte und Geschäftsfelder erschlossen?

2) Digitalisierungs- und Markteintrittsstrategie:

- Welche Maßnahmen sind zur Unterstützung der vereinbarten Markteintrittsstrategie erforderlich (Entwickeln oder Beobachten)?
- Welches Vorgehen ist für die Entwicklung neuer Ideen sinnvoll?
- Welche neuen Ideen für digitale Produkte und Services existieren bereits?

3) Kompetenzen und Mitarbeiterattraktivität:

- Welche Unternehmen kommen als Partner in Frage?
- Welche Chancen und Risiken resultieren daraus (konkret)?
- Welche Maßnahmen fördern die Wandlungsfähigkeit des Unternehmens?
- Welche Anforderungen resultieren daraus für die Mitarbeiter?
- Welche Maßnahmen erreichen die Mitarbeiterzielgruppe?
- Welche flankierenden Aktivitäten unterstützen die Attraktivität aus Mitarbeitersicht?

Bezogen auf die Digitalisierungsaktivitäten sind die wichtigsten Projektbereiche der kommenden zwei Jahre festzulegen und darauf aufbauend qualitative **Anforderungen an die IT-Lösungen** des eigenen Unternehmens zu definieren. Hierbei sind nichtfunktionale Anforderungen an die IT-Lösung gemeint, die unabhängig von andersspezifischen Funktionen für definierte Anwendungsfälle gelten. Typische Kriterien hierbei sind unter anderem die Fähigkeiten zur

- Wartung, Erweiterung, Skalierung
- Übertragbarkeit auf andere Umgebungen
- Verfügbarkeit
- Testbarkeit
- Benutzbarkeit
- Sicherheit
- Fehlertoleranz und Wiederherstellbarkeit

Letztlich sind diese Entscheidungen Teil einer eigenen IT-Strategie. Diese berücksichtigt, welche Lösungen in Zukunft genutzt werden sollen und wo diese betrieben werden.

Ein unternehmensweiter Wandel lässt sich nur in Zusammenarbeit aller Menschen im Unternehmen erreichen, deshalb wird ein wirkungsvolles **Change Management** zum Erfolgsfaktor der Umsetzung. Generell gilt: Oft verursachen anste-

hende Veränderungen Unsicherheit, worauf Menschen mit Skepsis oder erster Ablehnung reagieren. Demgegenüber basiert ein erfolgreicher Wandel auf dem Gefühl von Sicherheit und der Kreativität der Mitarbeiter. Inhaltlich ist außerdem zu beachten, dass die taktische Konzeptphase zum ersten Mal anschlussfähige Ideen für die Fachexperten und Mitarbeiter erzeugt.

Spätestens in dieser Phase muss also das Augenmerk der Unternehmensleitung und den verantwortlichen Führungskräften hierauf liegen. Erfahrungsgemäß vernachlässigen die Unternehmen diesen Aspekt. Nach Erfahrungen des Fraunhofer IPA sollten für **Change Management mindestens zehn bis 20 Prozent des Projektbudgets** vorgesehen werden, in stark traditionell geprägten Kulturen sogar mehr. Prinzipiell ist eine ganzheitliche Vorgehensweise und Berücksichtigung der fachlichen, methodischen und atmosphärischen Aspekte wichtig; eine Trennung von fachlichem Projektleiter und Prozessbegleiter ist dabei empfehlenswert (vergleiche dazu Wiendahl, 2011). Generell sind die folgenden Aspekte wichtig:

- **Verändertes Führungsverständnis:** Die Expertenbefragung verdeutlicht den erforderlichen Rollenwandel der Führungskraft in den noch eher traditionell geprägten, kleinen und mittelständischen Tier 2/n-Zulieferern. Dieser verschiebt die Aufgaben der Führungskräfte von einer direkten Anleitung des Mitarbeiters weg hin zum Beseitigen von Hindernissen und Befähigen der Mitarbeiter – die Führungskraft wird also zum Coach seiner Mitarbeiter. Konkrete Hilfestellung geben hier die Methoden des Lean Managements.
- **Fehlertolerante Grundhaltung:** Ein weiterer Erfolgsfaktor für einen erfolgreichen Wandel des Unternehmens ist eine erhöhte Fehlertoleranz. Dies führt dazu, dass Mitarbeiter etwa bei der Äußerung von neuen Ideen oder bei Nachfragen nicht bloßgestellt werden und Fehlschläge als Chance sich zu verbessern gesehen werden. Obwohl die Experteninterviews die hohe Relevanz hiervon bestätigen, ist dies noch zu selten tatsächlich umgesetzt. Auch hier ist das Vorleben durch die Führungskräfte entscheidend.
- **Organisierte Kommunikation:** Die Führungskräfte informieren die Mitarbeiter frühzeitig und ausreichend über anstehende Veränderungen. Zusätzlich werden Betroffene frühzeitig informiert und aktiv in den Veränderungsprozess mit einbezogen. Der Informationszugang basiert also nicht mehr ausschließlich auf den – insbesondere bei KMU besonders wichtigen – informellen Kontakten und Kommunikationswegen. Vielmehr werden diese Wege zusätzlich und gezielt genutzt, beispielsweise durch das frühzeitige Einbinden „grauer Eminenzen“ und sehr gut vernetzter Personen.

- **Brainstorming Pilotprojekte:** Zu Beginn bietet sich ein Brainstorming zu Pilotprojekten und ersten Digitalisierungsideen an, möglicherweise auch bereits als eigener Bestandteil des oben empfohlenen Strategieworkshops. Erfahrungsgemäß erzeugt dies eine Aufbruchsstimmung, da so erste Ideen einmal diskutiert werden können.
 - **Agile Ansätze:** Die befragten Unternehmen setzen hierbei verstärkt aus der Softwareentwicklung bekannte agile Ansätze ein (beispielsweise tägliche Meetings) bei denen die Mitarbeiter eines Teams oder einer Gruppe innerhalb einer Minute drei Fragen beantworten: Was wurde gestern erreicht? Was ist heute geplant? Welche Hindernisse gibt es dabei?
 - **Anreize für eigene Ideen:** Ideen einzelner Mitarbeiter werden positiv aufgenommen. Hierbei besteht bei den befragten Experten eine hohe Korrelation zwischen Ideenmanagement und der Einschätzung, selbst Themenführer zu sein. Hierbei sind die Ideen der eigenen Mitarbeiter entscheidend. Hierzu kann ein betriebliches Vorschlagswesen etabliert werden.
 - **Kernteambasierte Projektarbeit:** Nachweislich gilt: Der Projekterfolg steigt mit einer Projektbearbeitung durch ein Kernteam, welches fallweise durch Fachexperten ergänzt wird. Der Schlüssel für den schnellen Erfolg bildet die (teilweise) Freistellung des Projektteams. Zwar ist dies für kleinere Unternehmen schwer umzusetzen, jedoch erreichen so selbst kleinere Teams beachtliche Fortschritte in kurzer Zeit.
 - **Teambezogene Erfolgsziele:** Die Komplexität von Digitalisierungsprojekten erfordert Teamarbeit. Die aus der strategischen Bedeutung solcher Projekte resultierende, besondere Aufmerksamkeit der Unternehmensführung birgt Chancen und Risiken: Einerseits kann die Leitung „über einen kurzen Draht“ Hindernisse schnell ausräumen. Andererseits besteht das Risiko von Profilierungsversuchen einzelner, Reibungsverluste sind dann unvermeidlich. Hier sind Ziele für einzelne Organisationseinheiten oder Teams, anstelle von personenbezogenen Zielen lohnenswert, zumal diese die hierarchischen Unterschiede innerhalb einer Projektgruppe möglichst gering halten.
- Darüber hinaus sind die Mitarbeiter gezielt fachlich und auch methodisch weiterzuentwickeln. Dazu können beispielsweise Fortbildungen, Online-Seminare oder Kooperationen, beispielsweise mit den vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie eingerichteten Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren, sinnvoll sein. Hierbei stehen speziell die Themenfelder agiles Projektmanagement und Informationstechnik im Vordergrund, die dann mit dem häufig bereits vorhandenen Erfahrungsschatz der Mitarbeiter ungeahntes Potenzial freisetzen. Bei Erreichen eigener Fähigkeitsgrenzen innerhalb der Experteninterviews hoben diese besonders strategische Kooperationen, beispielsweise mit IT-Systemhäusern oder in größerem Umfang in Form von Interessensvereinen mit klarer Umsetzungsperspektive als nutzenstiftend hervor.
- Tabelle 3 stellt die taktischen Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie mit besonderem Blick auf die KMU Tier 2/n-Zulieferer als Checkliste zusammen.

Tabelle 3: Taktische Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie – Checkliste

Fachliche Leitfragen – taktisch	Vorgehensempfehlung
1) Wettbewerbsposition und Zielmärkte <ul style="list-style-type: none"> • Mit welchem Vorgehen werden neue Produkte und Geschäftsmodelle entwickelt? • Ggf.: Über welche Aktivitäten werden neue Märkte und Geschäftsfelder erschlossen 	a) Change Management <ul style="list-style-type: none"> • Verändertes Führungsverständnis • Fehlertolerante Grundhaltung • Organisierte Kommunikation • Offene Kommunikation b) Schnelle Erfolge <ul style="list-style-type: none"> • Brainstorming Pilotprojekte • Agile Ansätze • Anreize für eigene Ideen • Kernteambasierte Projektarbeit mit (teilweiser) Freistellung • teambezogene Erfolgsziele
2) Digitalisierung- und Markteintrittsstrategie <ul style="list-style-type: none"> • Welche Maßnahmen sind zur Unterstützung der vereinbarten Markteintrittsstrategie erforderlich (Entwickeln oder Beobachten)? • Welches Vorgehen ist für die Entwicklung neuer Ideen sinnvoll? Welche neuen Ideen für digitale Produkte und Services existieren bereits? 	
3) Kompetenzen und Mitarbeiterattraktivität <ul style="list-style-type: none"> • Welche Unternehmen kommen als Partner in Frage? Welche Chancen und Risiken resultieren daraus (konkret)? • Welche Maßnahmen fördern die Wandlungsfähigkeit des Unternehmens? Welche Anforderungen resultieren daraus für die Mitarbeiter? • Welche Maßnahmen erreichen die Mitarbeiterzielgruppe? Welche flankierenden Aktivitäten unterstützen Attraktivität aus Mitarbeitersicht? 	

Tabelle 4: Operative Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie – Checkliste

Fachliche Leitfragen – operativ	Vorgehensempfehlung
<ul style="list-style-type: none"> • Welche konkreten Projekte werden in welcher Reihenfolge durchgeführt? • Welche Abhängigkeiten zwischen diesen Projekten gibt es? • Welche Mitarbeiter sollen diese Projekte durchführen? • Welche Freiheiten benötigen diese? • Wie müssen die Fachbereiche unterstützen? • Was muss getan werden, damit die Belegschaft den Wandel mitträgt? • Welche Hindernisse gibt es und wie können diese ausgeräumt werden? 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenstellen eines Kernteams • Kommunikation der Ziele und Vorhaben an die Belegschaft • Offene Unterstützung der Projekte und Mitarbeiter durch die Unternehmensführung

5.2.3 Operative Handlungsfelder

Aufbauend auf den strategischen und taktischen Handlungsfeldern resultieren anschließend konkrete Projekte. Sie konkretisieren die Konzeptideen und machen die Ergebnisse greifbar – zunächst für Mitarbeiter, später dann auch mit Außenwirkung.

Die bereits erläuterten Methoden des Change Managements sind nun konsequent anzuwenden, der Aufbau einer intern sichtbaren Organisation – beispielweise in Form eines „digitalen Projektbüros“ – unterstützt die notwendige Sichtbarkeit. Erste organisatorische Hindernisse sind zu überwinden. Es empfiehlt sich, ausgewählte Projekte mit expliziter Unterstützung der Unternehmensleitung zu initiieren und in kleinen Teams, idealerweise in Vollzeit freigestellt, schnell umzusetzen. Insbesondere bei Projekten mit starkem IT-Fokus empfehlen sich agile Vorgehensmethoden, so lassen sich schnell sichtbare Ergebnisse erreichen und gleichzeitig die Zielerreichung sicherstellen. Erfahrungsgemäß führt die Kombination von erfahrenen Fach- mit IT-Experten hierbei zu guten Ergebnissen und löst gleichzeitig das Einarbeitungsproblem für noch mit den Spezifika unvertrauten IT-Experten.

Die für die operative Umsetzung relevanten Leitfragen und Vorgehensempfehlungen fasst Tabelle 4 zusammen.

Neben diesen allgemeinen Aspekten sind die Entwicklungstendenzen der Supply Chain des Automobil- und Maschinenbaus zu berücksichtigen. Tabelle 5 stellt diese als Checkliste zusammen, zur Konkretisierung sind Prüffragen und Umsetzungshinweise ergänzt.

5.2.4 Umsetzungsleitfaden für Tier 2/n-Zulieferer

Zur Umsetzung aller Handlungsfelder sind die erforderlichen Aktivitäten in einen zeitlichen Rahmen zu bringen, vergleiche auch Abbildung 32. Deshalb besteht das Ziel darin, die allgemeinen Anforderungen an die Digitalisierung mit den beschriebenen automotive-relevanten Aspekten zu verbinden und nachvollziehbar darzulegen. Die Umsetzung erfolgt in drei Stufen:

Stufe 1 – Grundfähigkeiten

Diese organisatorischen und technischen Grundlagen gelten unabhängig von möglichen Einsatzszenarien und betreffen das gesamte Unternehmen. Es wird so zum unabdingbaren Fundament und schafft die notwendigen Voraussetzungen. Einzelaktivitäten unter Aufwand-Nutzen-Gesichtspunkten separat zu bewerten ist deshalb nicht sinnvoll. Hierbei sind Anwender- und IT-Sicht zu unterscheiden:

- Aus **Anwendersicht** sind die relevanten Anwendungsprozesse (zum Beispiel Bestell-, Produktions- und Versandprozesse) beschrieben und die erforderlichen Meßgrößen und Ereignisse (KPI) definiert.
- Aus **IT-Sicht** sind die Aspekte IT-Infrastruktur (Server, Netzwerk, ...), IT-Architektur und Schnittstellen, IT-Systeme (Anwendungs- und Datenmanagementsysteme) relevant.

Diese erste Stufe zielt darauf ab, die sogenannte „Single Source of Truth“ – also eine eindeutige Quelle des Datenstandes – bereitzustellen. Inhaltlich können die Anwender damit auf Vollständigkeit, Korrektheit und Aktualität vertrauen. Gleichzeitig verringert dies die Anlaufzeit für neue Anwendungsfälle, da die aufwändigen technischen Datenaufbereitungsaktivitäten weitgehend entfallen. Eine Virtualisierung der Hardware ist unterstützend sinnvoll.

Stufe 2 – Datensichtbarkeit und Detailverständnis

Diese Stufe stellt zweierlei sicher:

- Aus **IT-Sicht** sind damit für die notwendigen Anwendungsprozesse alle relevanten Stamm- und Bewegungsdaten bekannt, digital verfügbar und systematisch abgelegt.
- Damit haben **Anwender und IT** ein gemeinsames Detailverständnis der Anwendungsprozesse und können die neu erworbenen Analysemöglichkeiten einschätzen.

Im Wesentlichen geht es also darum, neue erforderliche Daten beispielsweise über Sensoren in der erforderlichen Qualität zu erheben sowie die Verfügbarkeit vorhandener Daten zu verbessern. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf historische Daten zu legen.

Diese Daten ermöglichen erste inhaltliche Analysen und Erkenntnisse. Das erlaubt Prozessverbesserungen und erzeugt einen ersten wirtschaftlichen Nutzen.

Stufe 3 – Prognose und Adaption

Sind die Daten vollständig, korrekt und aktuell verfügbar, können Prozesse (teil-)automatisiert echtzeitnah analysiert und beeinflusst werden. Hierbei sind vor allem Mustererkennung und selbstlernende Systeme interessant.

Im Folgenden sind die Stufen detaillierter erläutert. Zielgruppe sind die Digitalisierungsverantwortlichen in den Unternehmen, die über etwas breitere IT-Kenntnis verfügen.

Stufe 1: Grundfähigkeiten

Die hier dargestellten Schritte legen den Grundstein für ein nachhaltig agiles Unternehmen. Zunächst sollten sämtliche Aktivitäten firmenintern umgesetzt werden; erst danach kann über externe Akteure, wie beispielsweise Cloud-Dienstleister, nachgedacht werden.

Zunächst ist ein **fachbereichsübergreifendes Projektteam** einzurichten. Es ist für alle Digitalisierungsthemen verantwortlich, hat die notwendigen Kompetenzen und berichtet direkt an die Unternehmensleitung.

Die ersten Tätigkeiten dieses Teams bestehen darin, die vorhandenen Prozesse für die Digitalisierung vorzubereiten und damit konsequent die Anlauf- und Bearbeitungszeit weiterer Digitalisierungsprojekte nachhaltig zu verkürzen.

Die **Teammitglieder der Fachbereiche** (Anwender) definieren relevante Anwendungsprozesse (zum Beispiel Bestell-, Produktions-, Versandprozesse), beschreiben diese in einer mit

Tabelle 5: Handlungsfelder der digitalisierten Supply Chain

Entwicklungstrend	Handlungsfelder	Prüffragen und Umsetzungshinweise
Steigende Anzahl Produktvarianten	<ul style="list-style-type: none"> • Produktmodularisierung und -konfiguration • Konfiguration über Software • Montage „ohne Band und Takt“ 	Eingesetzte Konzepte auf Wirksamkeit kritisch prüfen: Fokus auf Verschiebung des Variantenentstehungspunkts in Richtung Kunde beachten
Komplexere Supply Chains Engere Lieferfenster	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängiger Anforderungsdialo g OEM – Tier 1– Tier 2/n • Fairer Austausch von Planungs- und Auftragsfortschrittsdaten entlang der gesamten Supply Chain • Einsatz neuer und verbesserter Planungs- und Steuerungsmethoden 	Bisherige, stark auf Rahmenvereinbarungen und raktive Steuerung ausgerichtete Methoden stoßen an Grenzen
Digitalisierte technische Herstellprozesse	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation von schützenswerten Daten (da Know-how bestimmend) endproduktqualitätsbestimmenden Prozessdaten • MDE: Datenerfassung technischer Prozessparameter • (Echtzeit-) Datenbasierte Prozessoptimierungen 	Fördert oder gefährdet ein Fernbetrieb durch Ausrüster die eigene Wettbewerbsposition? Pilotprojekt zur konkreten Nutzung von MDE-Daten
Digitalisierte logistische Herstellprozesse	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation von kooperations-relevantem Wissen • BDE: Datenerfassung Auftragsfortschritt (feinerer Detaillierungsgrad, geringerer Rückmeldeverzug) 	Welche Daten sind wie (häufig) auszutauschen? Pilotprojekt „Nutzen von BDE für die betroffenen Mitarbeiter“
Digitalisierte Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Bedarfs- / Bestellgenerierung • Ankopplung an Bestellplattformen 	Pilotaktivität mit einfachem Umfang

den IT-Verantwortlichen abgestimmten Modellierungssprache und initiieren erste, nicht IT-relevante Verbesserungen im Sinne des Lean-Gedankens. Darüber hinaus definieren sie Schlüsselindikatoren (KPIs) und leiten daraus die aus fachlicher Sicht für den Prozess relevanten Daten ab. Dies bildet die fachliche Grundlage für die weiteren Stufen.

Parallel dazu ist die IT-Landschaft des Unternehmens auf die neuen Anforderungen vorzubereiten. Dies ist der Verantwortungsbereich der **Teammitglieder der IT**. Hierbei gilt es insbesondere die eingesetzten Systeme auf eine einfach zu wartende, ersetz- und skalierbare Basis zu stellen, um einerseits den Wechsel von Systemen zu vereinfachen und andererseits Engpässe bei höherem Datenaufkommen zu vermeiden. Analog zu den physischen Prozessen gilt es auch innerhalb der Systemlandschaft die bestehenden Systeme auf ihren Nutzen hin zu untersuchen, um eventuell nicht benötigte Altsysteme kritisch zu hinterfragen. Die wichtigsten Punkte hierbei sind:

- Konsequente **Virtualisierung** vor allem der Hardwareseite zur Verringerung der Systembindung an physische Hardware. Dies vereinfacht Wartung, Zugriff, Stabilität der Systeme und den Datenaustausch untereinander.
- Einheitliches **Datenmanagement** inklusive vereinheitlichter Datenformate und Einrichtung einer Single Source of Truth, die alle vorhandenen Daten vollständig, korrekt und in der benötigten Aktualität bereitstellt. Dies erleichtert den Zugriff auf bestehende Daten und verringert damit die Anlaufzeit neuer Digitalisierungsprojekte erheblich.
- Voraussetzungen schaffen, um neue Datenquellen (wie Sensoren) in das unternehmensweite Datenmanagement strukturiert aufnehmen zu können. Hierfür sind vor allem **Schnittstellenkonzepte** entscheidend. In der Praxis werden hierfür zudem häufig serviceorientierte Architekturen (SOA) verwendet. Dies verringert den Aufwand für das Anbinden zusätzlicher Datenquellen nachhaltig und erleichtert den Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen.

Stufe 2: Datensichtbarkeit und Detailverständnis

Sind die Grundvoraussetzungen erreicht, wird die Digitalisierung des Unternehmens in die Breite getragen. Übergeordnetes Ziel der zweiten Stufe ist einerseits das **Erhöhen der Sichtbarkeit der Prozesse** des eigenen Unternehmens durch höhere Datenverfügbarkeit. Diese ermöglicht dann andererseits ein **tiefgreifendes Verständnis der eigenen Abläufe** und Prozesse und offenbart so neues Optimierungspotenzial.

Zu Beginn dieser Stufe kann das Projektteam nun die relevanten Themenfelder gemeinsam bearbeiten. Im Kontext des Automobilbaus sind das zunächst

- die Optimierung ausgewählter Produktionsprozesse,
- die Automatisierung der Auftragsannahme und -abwicklung und gegebenenfalls das Anbieten einer Onlineplattform auf der die Kunden individuell Bestellvorgänge durchführen können,
- die Digitalisierung der Intralogistik und der Materialflüsse in Echtzeit und
- die Automatisierung weiterer unterstützender Bereiche, wie zum Beispiel Finanztransaktionen.

Darüber hinaus sind nun weitere Datenquellen der Produktion in das Unternehmensdatenmodell zu integrieren. Hierauf lassen sich nun automatisiert, echtzeitnah Informationen über das Unternehmen gewinnen.

Wird die Datenaufnahme fortgeführt (insbesondere auch innerhalb der Produktion durch das Anbinden cyberphysischer Systeme oder das Nachrüsten bestehender Maschinen mit Sensoren), entsteht schließlich ein digitales Abbild des Unternehmens (sogenannter digitaler Zwilling). Dieses Abbild erlaubt es, die eigenen Prozesse in einer neuen Detailstufe zu analysieren und somit nachhaltig zu optimieren. Zudem senkt eine erhöhte Informationsverfügbarkeit die Reaktionszeit auf eventuelle Störungen.

Für eine konsequente Digitalisierung der Produktion ist der unternehmensweite Zugriff auf das genutzte Netzwerk wichtig, dazu gehört auch eine aktive Zugangsverwaltung.

Letztlich ermöglichen die gesammelten Daten und deren Verfügbarkeit auch ein erweitertes Angebot. Insbesondere wenn Produkteinzeldaten erhoben und verarbeitet werden, können mittelfristig angebotene physische Produkte durch diese für den Kunden aufgewertet werden.

Stufe 3: Vorhersage und Adaption

Aufbauend auf den Ergebnissen der zweiten Stufe gilt es nun das Potenzial der Digitalisierung weiter auszuschöpfen und die Reaktionsgeschwindigkeit des Unternehmens zu maximieren. Hierbei stehen die Aspekte Vorhersage und Adaption im Vordergrund.

Aufbauend auf der vorhandenen Datenvielfalt können beispielsweise tiefergehende, vorausschauende Wartungs- und Instandhaltungskonzepte umgesetzt oder Kapazitätsengpässe frühzeitig erkannt und vermieden werden. Hierfür können die Konzepte der künstlichen Intelligenz beispielsweise zur automatisierten Produktionsplanung und -steuerung genutzt werden. Big Data Ansätze erlauben es, neue Zusammenhänge zwischen einzelnen Produktionsschritten zu erkennen und damit beispielsweise die Ausschussrate zunehmend zu senken.

Die durchgehende Datenverfügbarkeit erlaubt es zudem, Kunden weitergehend zu integrieren und zusätzliche Komfortfaktoren anzubieten, wie beispielsweise eine Selbstkonfiguration der Produkte. Je nach Anzahl und Qualität der erhobenen Daten ist mithilfe moderner Simulationen selbst eine virtuelle Produktentwicklung möglich. Hierbei ist es bereits teilweise möglich, auf physische Prototypen komplett zu verzichten und das Verhalten der Produkte in den unterschiedlichen Anwendungsfeldern komplett zu simulieren.

Da die hier dargestellten Anforderungen die Unternehmen erfahrungsgemäß vor große Herausforderungen stellen, ergibt sich die Notwendigkeit an die Politik und die lokalen Wirtschaftsverbände, diese soweit wie möglich zu unterstützen. Die genauen Anforderungen sind anschließend dargestellt.

5.3 Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaftsakteure

Die digitale Transformation ist speziell für kleine und mittlere Unternehmen in der von der Automobil- und Maschinenbau geprägten Region Stuttgart zukunftsentscheidend. Deshalb sind sowohl die Politik als auch lokale Wirtschaftsverbände oder Industrie- und Handelskammer als aktive Wegbegleiter gefordert.

Die Politik ist hierbei zur Gestaltung klarer und verlässlicher Rahmenbedingungen gefragt. Generell gilt: weniger Verbote, eher Anreizsysteme schaffen und die Erreichbarkeit von Fristen im Blick behalten. Inhaltlich geht es unter anderem um die Gestaltung des rechtlichen Rahmens in Bezug auf Datenschutz, Datensicherheit, aber auch um arbeitsrechtliche Themen und um Haftungsfragen bei Schäden, die autonom handelnde Systeme verursachen können.

Darüber hinaus spielt die Politik bei der Erforschung und dem Transfer der neuen Technologien aus dem Wissenschaftsumfeld in die Wirtschaft eine wichtige Rolle. Hier sind bei kleinen und mittleren Unternehmen besonders die Transferleistungen entscheidend. Hier gibt es bereits verschiedene Angebote, beispielsweise die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Mittelstand

4.0-Kompetenzzentren. Die Förderung des Wissenstransfers sollte mit Weiterbildung der Mitarbeiter einhergehen. Wichtig ist hierbei die Ausrichtung der schulischen und beruflichen Ausbildung digitaler Kompetenzen am konkreten Bedarf der Unternehmen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil wäre den Kapitalzugang für Neugründungen aktiv zu fördern, um damit das Innovationspotenzial von Start-Ups auch im Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus zu fördern. Auch gilt nach wie vor, den flächendeckenden Breitbandausbau aktiv voranzutreiben und die Netzneutralität sicher zu stellen, um auch zukünftig kleinen und mittleren Unternehmen den Zugang zu datenreichen Anwendungen zu ermöglichen.

Kommen der Politik somit vor allem rahmengestaltende Aufgaben zu, obliegt es den lokalen Wirtschaftsakteuren, also der Industrie und Handelskammer oder lokalen Interessenverbänden, ihre Mitglieder aktiv für das Thema Digitalisierung zu mobilisieren. Hierzu bilden Vortragsreihen, Informationsmaterial zum Thema und zu möglichen Fördermöglichkeiten einen idealen Einstiegspunkt. Vielfach sind kleinen und mittleren Unternehmen hierbei die Möglichkeiten oder der Umfang der anstehenden Veränderungen unklar, was sich in einer zurückhaltenden Auseinandersetzung mit dem Thema der Digitalisierung ausdrückt.

Die vielfach bereits angebotenen Vortragsreihen können effektiv durch Erfahrungskreise ergänzt werden. Dieses Format erlaubt es Firmenvertretern ein wichtiges informelles Netzwerk aufzubauen und von den gegenseitigen Erfahrungen zu lernen und mögliche Kooperationspartner zu finden.

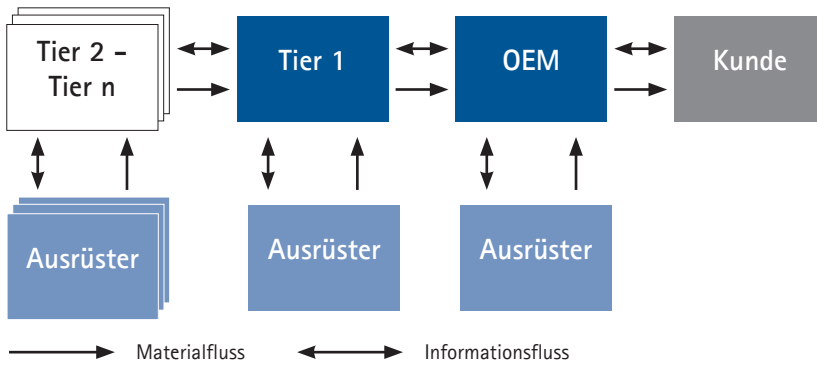
Darüber hinaus wären zudem regelmäßige Vor-Ort-Veranstaltungen interessant, bei denen interessierte Unternehmensvertreter sich bereits umgesetzte Lösungen bei Unternehmen in der Region anschauen könnten und selbst unverbindlich erste Erfahrungen sammeln.

Gemeinsam mit der Politik können so besonders die lokalen Branchenverbände aber auch die IHK eine wichtige Voraussetzung für den strukturellen Wandel kleiner und mittlerer Unternehmen in der Region schaffen

1. Allgemeiner Teil / Übergreifende Trends

1.1. Grundlegende Thesen

Grundlage des Fragebogens sind Thesen zu Entwicklungen und ihren Auswirkungen auf die Planung und Steuerung der im Bild dargestellten Lieferkette:



- These a und b betreffen die Auswirkungen auf die Planung und Steuerung der Automotive Supply chain (Lieferkette)
- These c und d betreffen die Auswirkungen auf die Ausrüster

- d) Die Digitalisierung bringt keine grundlegenden Veränderungen der Lieferbedingungen der Fabrikaurüster mit sich. Lieferzeiten und Lieferfenster für diese werden, auch in Zukunft, weitestgehend unverändert bleiben und im Wesentlichen von der Investitionsart (Ersatzinvestition, Neuinvestition bei einem Modellwechsel, ...) abhängen.

Frage 1: Stimmen Sie den folgenden Thesen zu?

- a) Das Automobil steht vor / ist in einem grundlegenden Wandel in Bezug auf das Antriebskonzept. Dabei wird der klassische Verbrennungsmotor durch alternative Antriebe ersetzt. Beispiele hierfür sind Hybrid-, Wasserstoff-, oder rein batterieelektrische Antriebe.

- Stimme ich zu.
 Stimme ich nicht zu.

- b) Die Digitalisierung von Prozessen eröffnet die Möglichkeit höherer Transparenz in der Lieferkette. Zentrales Element für eine Verbesserung der Planung und Steuerung ist ein stärkerer Austausch von Informationen zwischen den Partnern der Supply Chain.

- Stimme ich zu.
 Stimme ich nicht zu.

- c) Eine smarte Supply Chain basiert auf Transparenz. Diese erfordert unter anderem smarte Produkte der Fabrikaurüster bezüglich Produktions-, Logistik- und Lagermittel zur Datenerhebung.

- Stimme ich zu.
 Stimme ich nicht zu.

- Stimme ich zu.
 Stimme ich nicht zu.

1.2. Einordnung des Unternehmens

Frage 2: Zu welchem Teil der Supply Chain würden Sie sich am ehesten zurechnen? (Bitte nur eine Antwort auswählen)

- OEM
 Tier1 Zulieferer
 Tier2 Zulieferer bis Tiern Zulieferer
 Ausrüster (z. B. Maschinenbauer)

Frage 3: Aus welcher Perspektive beantworten Sie den Fragebogen? (Mehrere Antworten sind möglich)

- Anwender (operativ Verantwortlicher eines Bereichs)
 Treiber (Konzept/- Strategieverantwortlicher für Digitalisierungskonzepte)
 Umsetzer (Umsetzungsverantwortlicher für Digitalisierungskonzepte)
 Ausrüster (auch intern)

Frage 4: Nur für den OEM und Anwender:

Welche operative Position innerhalb der unternehmensinternen Supply Chain besetzen Sie?

- Beschaffung
- Rohstoffverarbeitung
- Halbzeugbearbeitung
- Einzelteilmontage
- Vormontage
- Endmontage
- Logistik
- Betriebsmittelbereitstellung
- _____

Frage 5: Nur für Beschäftigte in der Automotive-Branche:

Welche Hauptgruppen fertigen Sie beziehungsweise für welche Hauptgruppe fertigen Sie hauptsächlich? (Bitte nur eine Antwort auswählen)

- Motor
- Achse & Getriebe
- Karosserie
- Fahrzeugelektrik
- Interieur
- Exterieur
- _____

1.3. Digitalisierungsstrategien

Frage 6: Gibt es Bereiche, auf die sich Ihre Industrie 4.0 Projekte derzeit besonders fokussieren? Und wenn ja, welche? (Mehrfachnennungen möglich)

- Optimierungen am Produkt (Smart Product)
 - Optimierungen am Prozess der Produktentstehung
 - Auf unternehmensübergreifende Prozessen (z. B. Austausch mit Kooperationspartnern) (Smart SCM)
 - An den innerbetrieblichen Produktions- und Logistikprozessen (Smart Factory)
 - Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle
- Sontige: _____

Frage 7: Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Treiber der Digitalisierung?

- Externe Kundenanforderungen
 - Interne Anforderungen
 - erweiterte technologische Möglichkeiten
 - Konkurrenzdruck
- Sontige: _____

Frage 8: Wo sehen Sie für Ihr Unternehmen die größten Herausforderungen bei der Digitalisierung?

- Mitarbeiterverfügbarkeit
 - Fachkräftemangel
 - Eingeschränkter finanzieller Spielraum
 - Fehlende Standards (z. B. Datenaustausch)
 - Fehlende rechtliche Sicherheit
- Sontige: _____

Frage 9: Gibt es – und wenn ja welche – Bereiche, in denen Sie sich als Themenentwickler, Leitanbieter begreifen?

- Ja (Optional: welche Bereiche)
- Nein

2. Detaillierter Teil**2.1. Veränderungen der Produktstruktur****Frage 10: Frage an OEM, Tier1**

Wie beschränken Sie die Komplexität, die aus einer hohen Anzahl von Produktvarianten entsteht?

- Modulbauweise
 - Individualisierung durch den Kunden selbst
 - Individualisierung durch Konfiguration eines Standardproduktes
 - Individualisierung durch Software
- Sontige: _____

Frage 11: Gelingt es durch Modulkonzepte oder Software-Einsatz den Variantenentstehungspunkt (weiter) in Richtung Kunde zu verschieben?

- Ja
- Nein

Frage 12:

a) Wie wird sich die Anzahl der von ihnen angebotenen physischen Varianten innerhalb der nächsten fünf Jahre insgesamt voraussichtlich entwickeln?

- Sie wird sich (mehr) als verdoppeln.
- Sie wird sich nur leicht erhöhen.
- Sie wird in etwa gleich bleiben.
- Sie wird sich leicht verringern
- Sie wird sich (mehr) als halbieren

b) Was sind die Haupttreiber dieser Veränderungen?

2.2. Veränderungen der Produktion

Frage 13: Ein transparenter Auftragsabwicklungsprozess (von Kundenbestellung bis Auslieferung), folglich die Kenntnis über den Auftragsfortschritt (zum Beispiel Ware eingegangen, Ware eingelagert, Transport erledigt, Bearbeitung begonnen, jeweils bezogen auf die Bestellein- teilung beziehungsweise Transport-/ Bearbeitungslosgrö- ße) ist Voraussetzung für eine wirkungsvolle Planung und Steuerung.

Wie umfassend ist Ihre Kenntnis über den logistischen Auf- tragsfortschritt im internen Auftragsabwicklungsprozess?

Detaillierungsgrad	heute	in 5 Jahren
Sehr umfassend (detaillierter als Arbeitsgänge)		
Teilweise (Start- und Endereig- nisse der Arbeitsgänge)		
Geringfügig (ausgewählte Ar- beitsgänge)		
Grob (nur Fertigungsstart und -ende)		

Frage 14: Versprechen Sie sich einen Nutzen davon den Auftragsfortschrittstatus bei ihren Lieferanten echtzeitnah zu kennen?

- Ja
- Nein

(Begründung optional)

Frage 15: Sind Sie bereit, Ihren Auftragsfortschrittsstatus Ihrem Kunden echtzeitnah zur Verfügung zu stellen?

- Sehr umfassend (detaillierter als Arbeitsgänge)
- Teilweise (Start- und Endereignisse der Arbeitsgänge)
- Geringfügig (ausgewählte Arbeitsgänge)
- Grob (nur Fertigungsstart und -ende)

Frage 16: Versprechen Sie sich einen Nutzen davon, Pla- nungsdaten (Bedarfsprognosen beziehungsweise Bestel- lungen) Ihres Kunden zu kennen?

- Ja
- Nein

(Begründung optional)

Frage 17: Inwieweit sind Sie bereit, Ihre Planungsdaten Ihren Lieferanten (Bedarfsprognosen beziehungsweise Bestellungen) zur Verfügung zu stellen?

- Sehr umfassend
- Teilweise
- Geringfügig
- Gar nicht

Frage 18: Wie umfassend ist Ihre Kenntnis über die technischen Prozessparameter (zum Beispiel Ofentemperaturen) die die Endproduktqualität im Wesentlichen (Kernprozess1) bestimmen?

	heute	in 5 Jahren
Sehr umfassend		
Teilweise		
Geringfügig		
Gar nicht		

Frage 19: Versprechen Sie sich einen Nutzen davon, die technischen Prozessparameter der Kernprozesse (zum Bei- spiel Ofenparameter des Härteprozesses) Ihres Lieferanten echtzeitnah zu kennen?

- Ja
- Nein

(Begründung optional)

1 Kernprozess: „alle direkt auf den Kunden gerichteten Prozesse, die die Kernkompetenz des Unternehmens darstellen und über die es sich vom Wettbewerb differenziert.“

Quelle: <http://www.wirtschaftslexikon24.com/e/kernprozess/kernprozess.htm>

Frage 20: Inwieweit sind Sie bereit, technische Prozesspa- rameter ihrer Kernprozesse Ihrem Kunden echtzeitnah zur Verfügung zu stellen?

- Ja, z. B.:
- Gar nicht

2.3. Veränderungen der Supply Chain

Frage 21:

a) In einer Übergangsphase vom Verbrennungsmotor hin zu einem neuen Antriebskonzepte werden zunehmend hybride Antriebskonzepte, beispielsweise Verbrennungsmotor und zusätzlichem Elektromotor, angeboten. In dieser Übergangsphase sind daher mehr technische Schritte notwendig, so dass sich die Supply Chain in dieser Übergangsphase verlängert.

- Stimme zu
- Stimme nicht zu

b) Wie lange schätzen Sie wird diese Übergangsphase dauern?

- < 5 Jahre
- 5 bis 10 Jahre
- 10 -15 Jahre
- > 15 Jahre

c) Welche weiteren absehbaren Produktveränderungen fallen Ihnen ein, die die SC verändern?

(optionale Frage)

Frage 22:

a) Die Digitalisierung hat maßgeblichen Einfluss auf die Länge der Supply Chain. Dadurch werden sich auf lange Sicht die technisch notwendigen Schritte zur Herstellung von Produkten allgemein verringern und damit die Lieferkette verkürzen. Stimmen Sie dieser Aussage zu?

	<5 Jahre	zwischen 5 und 10 Jahre
Sie wird sich (mehr) als verdoppeln.		
Sie wird sich nur leicht erhöhen.		
Sie wird in etwa gleich bleiben.		
Sie wird sich leicht verringern		
Sie wird sich (mehr) als halbieren		

- Stimme zu
- Stimme nicht zu

b) Welche Auswirkungen wird dies voraussichtlich auf die Anzahl Ihrer Lieferanten haben?

c) Wie hoch ist die durchschnittliche Lieferzeit für A-Teile in Ihrem Unternehmen?

	heute	in 5 Jahren
Minutengenau		
Stundengenau		
Tagesgenau		
Wochengenau		

2.4. Veränderungen beim Informationsaustausch

Frage 23: Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Voraussetzungen/Bedingungen für ein „smartes Unternehmen“? (Bei dieser Frage sind Mehrfachnennungen möglich)

- Breitbandausbau
 - Big Data
 - Sicherheit/Verschlüsselung/VPN
 - Rechtliche Sicherheit
 - Vorhandenes Know-how / Fachkräfte
- Sontige: _____
- _____

Frage 24: Welche Technologien nutzen Sie für den Beschaffungsprozess?

	heute	in 5 Jahren
Mail und Telekommunikation		
Einbindung über gleiche Software-Tools (vor allem ERP-Systeme)		
Einbindung der Lieferungen über Konsignationslager		
Einbindung über gemeinsame Online-Plattformen		
Automatische Generierung durch umfassende Vernetzung (Bsp.: iBin)		

Frage 25: Welche technologischen Voraussetzungen/ Kooperationen erwarten Sie von Ihren Lieferanten, beziehungsweise welche werden von Ihnen erwartet?

	heute	in 5 Jahren
Anbindung von ERP-Schnittstellen		
Bereitschaft zum Datenaustausch		
Sicherheitszertifizierungen		

Frage 26: Nutzen Sie aktuell Daten die entlang der Wertschöpfungskette anfallen?

- Ja
 Nein

Bei ja, welche (Optionale Frage)

Frage 27: Bieten Sie eine Plattform, auf der Ihre Lieferanten/Kunden/Ausrüster zentral Daten tauschen können?

- Ja
 Nein

Bei ja, welche (Optionale Frage)

Frage 28:

a) Verwenden Sie Referenzarchitekturen?

- Ja
 Nein

b) Kennen Sie den Begriff RAMI?

- Ja
 Nein

Frage 29: Wie gewährleisten Sie die Sicherheit Ihrer Daten? Nutzen Sie hierzu Zertifizierungen?

- Ja
 Nein

Wenn ja welche (Optionale Frage)

2.5. Spezifische Herausforderungen der Automotive Branche

Frage 30: Ein im Automobilssektor stark diskutiertes Thema sind Car-Sharing Angebote. Obwohl noch ein Nischenprodukt verzeichnen diese starke Zuwachsraten. Erwarten

Sie Auswirkungen durch Car-Sharing oder Mobilität als Service (Uber,...) Angebote auf Ihr Unternehmen?

- Ja, eher positiv
 Ja, eher negativ
 Keine Auswirkungen

Frage 31: Nur OEM und T1

Eine weitere Schlüsseltechnologie ist das autonome Fahren. Inwieweit beschäftigt sich Ihr Unternehmen mit diesem Thema?

- Gar nicht
 Entwickeln Assistenzsysteme
 Liefern Know-how
 Liefern eigenes Produkt
 Nutzen verschiedene Produkte von Zulieferern

Sontige: _____

Frage 32: Der Automobilssektor ist stark von gegebenen politischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Nicht nur in der Region Stuttgart werden zum Beispiel vermehrt Fahrverbote für bestimmte Fahrzeugklassen diskutiert.

Erwarten Sie eine Beeinflussung des Absatzmarktes durch politische Maßnahmen, wie zum Beispiel Fahrverbote und Umweltzonen oder E-Auto-Förderungen? Bitte Kreuzen Sie zutreffende Aussagen an. (Es sind mehrere Antworten möglich)

- Fahrverbot Verbrennungsmotoren (Innenstadt/Balungsraum)
 Förderung Elektromobilität
 Erwartungen/Druck durch die Entwicklung anderer Märkte
 Forschungsdruck durch direkte Konkurrenten
 Verschärfung der Abgasgrenzwerte und Flottenverbände
 Anpassung der Sicherheitsvorschriften
 Änderung der Gesetzeslage bezüglich autonomem Fahren
 Verlagerung internationaler Handelsbeziehungen

Sontige: _____

Frage 33: Für wie relevant schätzen Sie alternative Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel 3D-Druckverfahren für Ihr Unternehmen ein?

- Sehr
 Eher relevant
 Eher nicht relevant
 Nicht relevant

- adamos <http://www.durr.com/de/digitalduerr/iiot-plattform-adamos/> (Stand: 03.01.2018)
- Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg (Hrsg.): 100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg, unter: <http://www.i40-bw.de/de/100-orte-fuer-industrie-4-0-in-baden-wuerttemberg/> (Stand 17.12.2017).
- Baden-Württemberg.de (Hrsg.): Eine Milliarde Euro für Digitalisierungsprojekte, unter: <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/eine-milliarde-euro-fuer-digitalisierungsprojekte/> (Stand 17.12.2017).
- Bauernhansl (Hrsg.): Digitalisierung im Mittelstand – Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen, Stuttgart, 2017.
- Bauernhansl (Hrsg.): Industrie 4.0: Entwicklungsfelder für den Mittelstand. Aktuelle Hemmnisse und konkrete Bedarfe, Stuttgart, 2016.
- Daimler AG (Hrsg.): Industrie 4.0, unter: <https://www.daimler.com/innovation/digitalisierung/industrie4.0/> (Stand 30.08.2017).
- Dr. Wieselhuber & Partner GmbH, Fraunhofer IPA (Hrsg.): Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0 – Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau, München, 2015.
- Eurostat-Pressestelle (Hrsg.): BIP pro Kopf im Jahr 2015 in 276 Regionen der EU: In vier Regionen mehr als das Doppelte des EU-Durchschnitts... ..und in 19 Regionen immer noch weniger als die Hälfte des Durchschnitts, unter: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7962769/1-30032017-AP-DE.pdf/b94f014e-7ae0-4c09-858c-d417c699ba0f> (Stand 30.08.2017).
- Festo AG & Co. KG (Hrsg.): Festo eröffnet Technologiefabrik Scharnhausen, unter: https://www.festo.com/net/de_de/Support-Portal/Details/379762/PressArticle.aspx (Stand 18.12.2017).
- Festo Didactic SE (Hrsg.): Industrie 4.0: Qualifizierung für die Fabrik der Zukunft, unter: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/brochure_i4_final_screen_full.pdf (Stand 30.08.2017).
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (Hrsg.): Marktspiegel Business Software – MES-Fertigungssteuerung 2017/18, Stuttgart, 2017.
- Gabler Wirtschaftslexikon (Hrsg.): Cloud Computing, unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/cloud-computing.html> (Stand 17.12.2017).
- Gausemeier, J; u.a.: Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien. Hanser 1996
- Handelsblatt: <http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/verkauf-an-fountaininvest-bosch-und-mahle-besiegeln-abschied-vom-turbolader/20295540.html> (Stand: 28.12.2017)
- Kuhn A., B. Hellingrath: Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette. Springer, 2002
- Höfler, M; u.a.: Abenteuer Change Management: Handfeste Tipps aus der Praxis für alle, die etwas bewegen wollen. Frankfurter Allgemeine Buch, 2011
- IHK Region Stuttgart (Hrsg.): Digitale Geschäftsmodelle – Sind kleine und mittlere Unternehmen der Metropolregion Stuttgart bereit für die Digitalisierung?, Stuttgart, 2017.
- IHK Stuttgart (Hrsg.): Wie attraktiv sind Standorte in der Region Stuttgart?: Ergebnisse einer Unternehmensbefragung zum Standort und der Analyse der Verlagerung von Unternehmen, Stuttgart, 2013.
- Industrie- und Handelskammer Rhein Neckar (Hrsg.): Industrie 4.0 – Chancen und Perspektiven für Unternehmen der Metropolregion Rhein-Neckar, Mannheim, 2015.

Kagermann (Hrsg.): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main, 2013.

Kotter, J. P.: Leading Change – Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern. Vahlen, 2011

Lödding, H.: Handbook of Manufacturing Control, Springer, 2014

Lündendonk (Hrsg.): Keine Industrie 4.0 ohne Digitalisierung der Supply Chain. Intelligente Logistikdienstleistungen für die Fertigungsindustrie, Mindelheim, 2016

Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Strukturstudie "Industrie 4.0 für Baden-Württemberg". Baden-Württemberg auf dem Weg zu Industrie 4.0, Stuttgart, 2014.

Open Factory <https://www.myopenfactory.gmbh/myopenfactory/> (Stand 15.12.2017).

Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.): Kooperation der drei Industrieverbände BITKOM, VDMA und ZVEI, unter: <http://www.plattform-i40.de/plattform> (Stand 15.12.2017).

Porsche AG: <https://newsroom.porsche.com/de/unternehmen/porsche-digitalisierung-autonomes-fahren-functions-on-demand-konnektivitaet-innodrive-technologie-interview-lutz-meschke-14581.html> (Stand: 28.12.2017)

Region Stuttgart (Hrsg.): Europas Innovationsregion Nummer 1: Innovationen: Grundlage des wirtschaftlichen Erfolgs, unter: <https://www.region-stuttgart.de/die-region-stuttgart/lernen-forschen/thema-innovation.html> (Stand 30.08.2017).

Reichhuber, A.: Strategie und Struktur in der Automobilindustrie, Springer, 2010

Reinhart, G (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 – Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik, München, 2017.

Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Vernetzte Produkte und Services, unter: <https://www.bosch.com/de/produkte-und-services/vernetzte-produkte-und-services/industrie-4-0/> (Stand 30.08.2017).

Statista (Hrsg.): Europäische Union: Regionen mit dem höchsten Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf im Jahr 2015 (in KKS, 100 = EU-Durchschnitt). unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/150072/umfrage/regionen-mit-dem-hoechsten-bip-je-einwohner-in-europa/> (Stand 30.08.2017).

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.): Investitionen im Verarbeitenden Gewerbe – regionale Trends in Baden-Württemberg, unter: https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag09_09_04.pdf (Stand 18.12.2017).

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.): Investitionen seit 2008 nach Art und Wirtschaftsabteilungen (WZ 2008). <https://www.statistik-bw.de/Industrie/Struktur/investWZ2008.jsp> (Stand: 16.01.2018)

Stuttgarter Zeitung (Hrsg.): Vorstoß für schnelles Internet, unter: <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.region-stuttgart-vorstoss-fuer-schnelles-internet.031485d2-73f9-4279-be5b-9c7a6756d6da.html> (Stand 19.12.2017)

Techtag (Hrsg.): Axoom: „Wir gestalten die Zukunft der Produktion“, unter: <https://www.techtag.de/digitalisierung/digitale-pioniere/axoom-wir-gestalten-die-zukunft-der-produktion/> (Stand 30.08.2017).

TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG (Hrsg.): TruConnect: Your Smart Factory, unter: https://www.trumpf.com/filestorage/TRUMPF_Master/Products/Machines_and_Systems/02_Brochures/TRUMPF-TruConnect-brochure-DE.pdf (Stand 30.08.2017).

Verband Region Stuttgart, Handwerkskammer Region Stuttgart, Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart, IG Metall Region Stuttgart (Hrsg.): Strukturbericht Region Stuttgart 2015 Entwicklung von Wirtschaft und Beschäftigung Schwerpunkt: Investitionen, Stuttgart/Tübingen, 2015.

Verband Region Stuttgart, Handwerkskammer Region Stuttgart, Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart, IG Metall Region Stuttgart (Hrsg.): Strukturbericht Region Stuttgart 2017 Entwicklung von Wirtschaft und Beschäftigung Schwerpunkt: Digitaler Wandel in der Wirtschaft, Stuttgart/Tübingen, 2017.

VFK <https://www.virtualfortknox.de> (Stand: 03.01.2018)

Voigt, K.-I. : Strategien im Zeitwettbewerb. Optionen für Technologiemanagement und Marketing. Gabler, 1998

Wiendahl, H-H: Auftragsmanagement der industriellen Produktion, Springer 2011.

Wittenstein SE (Hrsg.): Produktion der Zukunft, unter: <https://www.wittenstein.de/de-de/unternehmen/produktion-der-zukunft/> (Stand 30.08.2017)

Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart

Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart
Postfach 10 24 44, 70020 Stuttgart
Telefon 0711 2005-0, Telefax -1354
www.stuttgart.ihk.de
info@stuttgart.ihk.de

Bezirkskammer Böblingen

Steinbeisstraße 11, 71034 Böblingen
Telefon 07031 6201-0, Telefax -8260
info.bb@stuttgart.ihk.de

Bezirkskammer Esslingen-Nürtingen

Fabrikstraße 1, 73728 Esslingen
Postfach 10 03 47, 73703 Esslingen
Telefon 0711 39007-0, Telefax -8330
info.esnt@stuttgart.ihk.de

Geschäftsstelle Nürtingen

Mühlstraße 4, 72622 Nürtingen
Postfach 14 20, 72604 Nürtingen
Telefon 07022 3008-0, Telefax -8630

Bezirkskammer Göppingen

Jahnstraße 36, 73037 Göppingen
Postfach 6 23, 73006 Göppingen
Telefon 07161 6715-0, Telefax -8484
info.gp@stuttgart.ihk.de

Bezirkskammer Ludwigsburg

Kurfürstenstraße 4, 71636 Ludwigsburg
Postfach 6 09, 71606 Ludwigsburg
Telefon 07141 122-0, Telefax -1035
info.lb@stuttgart.ihk.de

Bezirkskammer Rems-Murr

Kappelbergstraße 1, 71332 Waiblingen
Telefon 07151 95969-0, Telefax -8726
info.wn@stuttgart.ihk.de

