

BIG-DATA-ANALYTIK: DATENBASIERTE OPTIMIERUNG PRODUZIERENDER UNTERNEHMEN

VERÄNDERUNGEN, ENTWICKLUNGSFELDER UND UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE





BIG-DATA-ANALYTIK: DATENBASIERTE OPTIMIERUNG PRODUZIERENDER UNTERNEHMEN

**VERÄNDERUNGEN, ENTWICKLUNGSFELDER UND
UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE**

EINE STUDIE DES FRAUNHOFER IPA





Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

VORWORT

Während für die Finanzbranche oder den Handel sowie für Unternehmen wie Amazon, Google oder Microsoft Big-Data-Analysen bereits alltäglich sind, erschweren die unterschiedlichsten Vorbehalte, Vorurteile und Hemmnisse den kleinen und mittelständischen Unternehmen der produzierenden Industrie noch den Weg hin zu einer effektiven Nutzung ihrer Daten.

Ihnen ist der Mehrwert von datenbasierten Entscheidungen noch nicht ersichtlich, sie scheuen den vermeintlichen Aufwand und die Investitionen oder machen sich Sorgen um gesetzliche Rahmenbedingungen und die Datensicherheit. Vor allem aber fehlt es den Entscheidern häufig an Wissen und den Unternehmen am entsprechend ausgebildeten Personal. Denn eines ist jedem klar: Es sind zahlreiche neue Kenntnisse im Bereich IT und eine verstärkte interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen IT und Produktionsumfeld nötig, um datenbasierten Entscheidungen im eigenen Unternehmen erfolgreich umzusetzen.

Diese zunehmend notwendige Verzahnung zwischen Mathematik, IT und Domänenwissen spiegelt sich im Berufsbild des Data Scientist wider, dessen Kernaufgabe es ist, durch die Zusammenführung und Analyse verschiedener Datenquellen Antworten auf komplexe Fragestellungen zu finden. Die Attraktivität entsprechend ausgebildeter Personen auf dem Arbeitsmarkt charakterisierten Thomas H. Davenport und D.J. Patil in der Harvard Business Review bereits 2012 mit dem »sexiest job in the 21st century«.

Doch nicht nur die Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter werden sich mit der zunehmenden Nutzung von Big-Data-Analytik in produzierenden Unternehmen verändern. Auch die zugrundeliegende Technik und die Organisation sind einem Wandel unterworfen. So sind einerseits neue technische Voraussetzungen zur Datenerfassung und -analyse notwendig,

andererseits helfen die Analyseergebnisse auch dabei, beispielsweise Produktionsprozesse zu optimieren. Durch transparente Prozesse und automatisierte Entscheidungen ergeben sich darüber hinaus Potenziale für eine angepasste Aufbau- und Ablauforganisation der Unternehmen.

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Studie spiegeln die Sichtweise der produzierenden Industrie wider: große Erwartungen an das Thema, Respekt vor den vielfältigen Veränderungen und die Frage nach konkreten Technologien und Unterstützungsangeboten – insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen. Dabei war die Gruppe der Befragten sehr gemischt: Unternehmen, die bezüglich der Einführung von Big-Data-Analysen noch bei null stehen, und solche, die bereits eine Strategie erarbeitet und in Pilotprojekten erste Erfahrungen gesammelt haben. Auf diesem Weg haben sie ihre Bedarfe bereits gut kennengelernt und erste Schwierigkeiten und Hemmnisse überwunden.

Als anwendungsorientiertes Forschungsinstitut haben wir das Ziel, den Vorsprung des produzierenden Mittelstands in Baden-Württemberg zu halten und auszubauen, indem wir ihn mit kompetenten Partnern im Bereich Produktions-IT und Datenanalyse zusammenbringen.

Univ.-Prof- Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

BIG-DATA-ANALYTIK: DATENBASIERTE OPTIMIERUNG PRODUZIERENDER UNTERNEHMEN

VERÄNDERUNGEN, ENTWICKLUNGSFELDER UND UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE

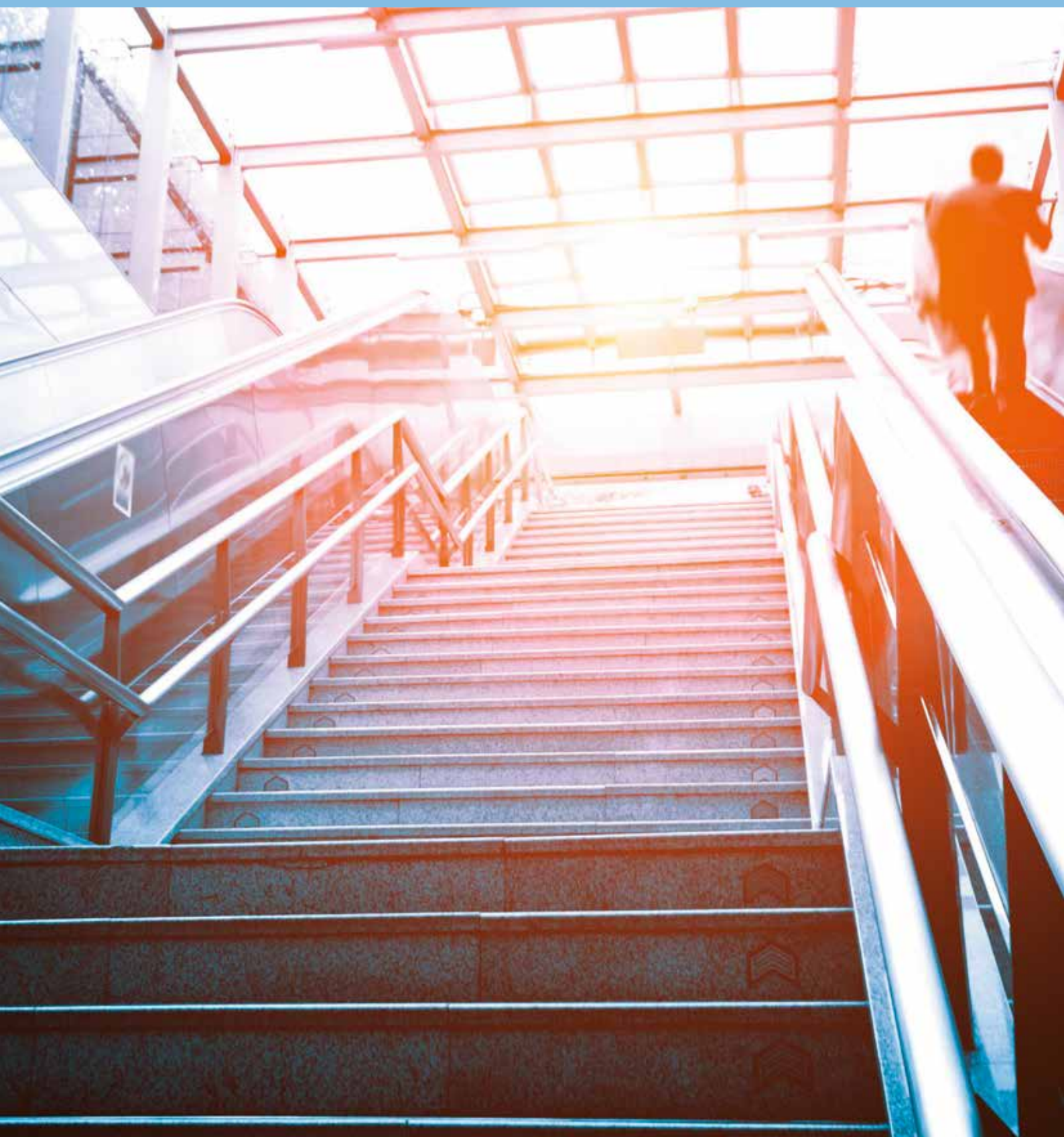
Studie von Dennis Bauer M.Sc., Tobias Maurer M.Sc., Christian Henkel M.Sc.,
Dipl.-Dok. (FH) Andreas Bildstein

Herausgeber: Univ. Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl



INHALTSVERZEICHNIS

1. Management Summary	9
2. Einführung	10
2.1. Durch Big Data zu Wissen und Handlungsempfehlungen	10
2.2. Veränderungen durch Big Data – bisher kaum betrachtet	15
2.3. Ziele der Studie – Entwicklungsfelder und Unterstützungsangebote	16
3. Wo stehen Unternehmen heute	20
3.1. Datenbasierte Entscheidungen haben hohen Stellenwert	20
3.2. Große Erwartungen an Big Data	26
4. Potenziale von Big-Data-Analytik	30
5. Wie sich produzierende Unternehmen verändern	38
5.1. Veränderung der Arbeit für den Menschen	39
5.2. Veränderung der Technik und Prozesse	41
5.3. Veränderung der Organisation	43
5.4. Veränderung des Geschäftsmodells	46
6. Schlussfolgerungen	50
6.1. Entwicklungsfelder – Bedarfe für die Industrie	50
6.2. Unterstützungsangebote für produzierende Unternehmen	61
7. Methodik der Studie	66
7.1. Vorgehensweise	66
7.2. Teilnehmercharakterisierung Onlineumfrage	67
7.3. Teilnehmercharakterisierung Experteninterviews	69
7.4. Verfügbarkeit des Forschungsdatensatzes	69
8. Vollständige Übersicht der Veränderungen	72
8.1. Veränderungen nach Unternehmensgröße	72
8.2. Veränderungen nach Branche	79
9. Literaturverzeichnis	92
10. Impressum	98



1. MANAGEMENT SUMMARY

Produzierende Unternehmen unterliegen einem stetigen Wandel. Er wird derzeit besonders durch volatile Märkte und einen steigenden Kostendruck in der Industrie getrieben. Eine Dynamisierung der Produktlebenszyklen mit dem Trend zur Personalisierung von Produkten sowie die Durchdringung neuer Technologien im Bereich Digitalisierung und Vernetzung stellen die Industrie also vor große Herausforderungen, bieten aber insbesondere auch Chancen. Besonders im deutschen Sprachraum wird in diesem Zusammenhang auch von der vierten industriellen Revolution, kurz Industrie 4.0, gesprochen. Als eine der Schlüsseltechnologien von Industrie 4.0 fungieren dabei Big-Data-Analysen, welche sich außerhalb der produzierenden Industrie bereits in vielen Branchen etabliert haben. In produzierenden Unternehmen fallen durch eine steigende Zahl vernetzter Sensoren, Maschinen und Anlagen sowie eingesetzte IT-Systeme zunehmend mehr Daten an. Big-Data-Analytik ermöglicht es den Unternehmen, diese Daten sinnvoll zu verarbeiten und daraus einen Mehrwert zu generieren.

Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf den Rückmeldungen von mehr als 150 Teilnehmern und ergänzenden Experteninterviews. Sie zeigen zunächst, dass ein großes Potenzial von Big-Data-Analysen erwartet wird. Besonders die Anwendungsbereiche »Echtzeitanalysen und Simulationen«, »Transparenzsteigerung« und »Effizientere Planungsprozesse« stehen dabei im Fokus der Unternehmen.

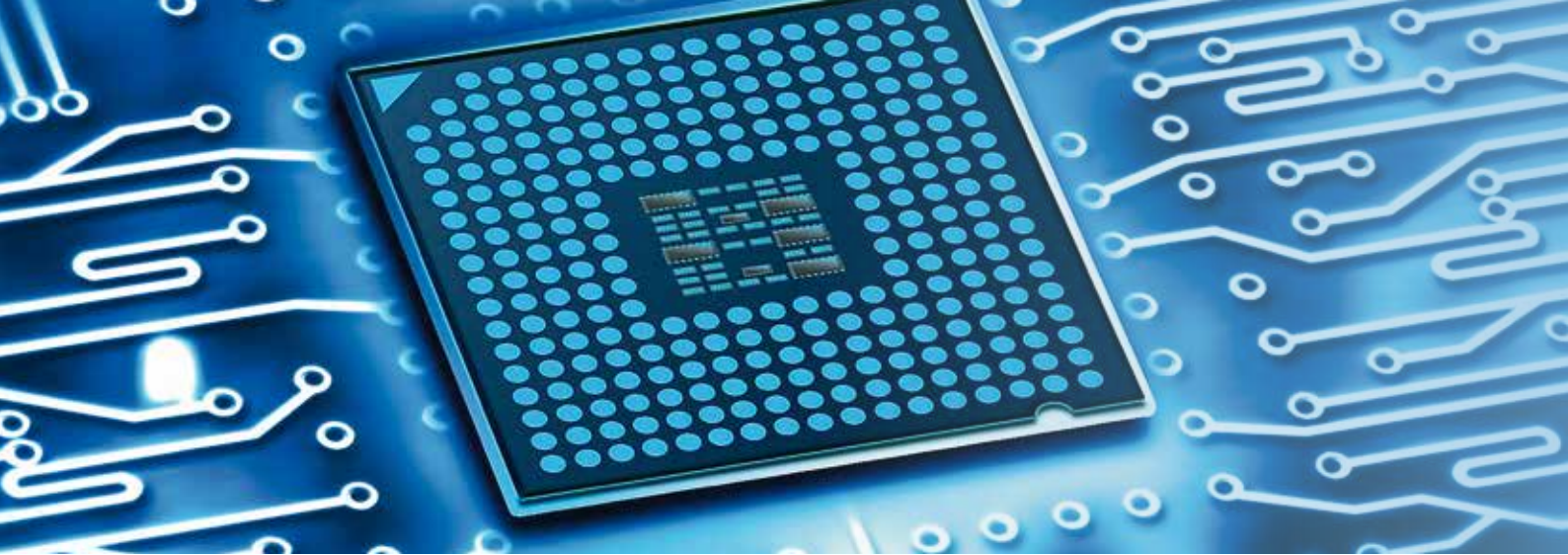
Mehr als 93% der Befragten erwarten durch die Einführung von Big-Data-Analytik und der Ausschöpfung damit verbundener Potenziale Veränderungen im soziotechnischen System von Unternehmen. Aus der Betrachtung einzelner Veränderungen bei den Menschen, der Technik, der Organisation und dem Geschäftsmodell, im Weiteren »Veränderungsdimensionen« genannt, wurden in dieser Studie Entwicklungsfelder

abgeleitet, denen Unternehmen sich stellen müssen, um ihre Daten gewinnbringend zu nutzen und daraus Wettbewerbsvorteile generieren zu können:

- Personalentwicklung: Aufbau umfassender Kompetenzen im Umgang mit digitalen Werkzeugen und Datenauswertung; Ausbildung von Data Scientists
- Erweiterte Anforderungen an Daten in Bezug auf Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit
- Ausbau der Vernetzung und IT-Architektur innerhalb der Produktion
- Weiterentwicklung der Analytik: Entwicklung von geeigneten Analysemethoden für identifizierte Anwendungsszenarien; Bereitstellung intuitiver Analysewerkzeuge, beispielsweise in Form mobiler Applikationen (Apps)
- Wandel im Geschäftsmodell: Breiterer Gestaltungshorizont im Hinblick auf die Wertschöpfung durch Daten, Informationen und Wissen

Als treibende Kraft des Wandels steht das Top-Management im Mittelpunkt. Um die digitale Transformation des Unternehmens durch intelligente Nutzung vieler Datenquellen erfolgreich zu gestalten, muss das Top-Management diesen Wandel aktiv fordern und fördern – eine fundierte Big-Data-Strategie ist zwingend notwendig.

Besonders kleine und mittelständische Unternehmen benötigen Partner zur erfolgreichen Bewältigung dieser Entwicklungsfelder. In Deutschland hat sich hierfür eine Vielzahl von Unterstützungsangeboten gebildet und etabliert, von denen im Rahmen dieser Studie acht charakterisiert und den einzelnen Entwicklungsfeldern zugeordnet wurden.



2. EINFÜHRUNG

2.1. Durch Big Data zu Wissen und Handlungsempfehlungen

Die Industrie unterliegt einem stetigen Wandel. Zu den bisher größten Veränderungen zählen die drei industriellen Revolutionen. Zunächst ermöglichten im 18. Jahrhundert Arbeits- und Kraftmaschinen die Industrialisierung. Im folgenden Jahrhundert gelang es, durch elektrische Energie und arbeitsteilige Organisation die Massenproduktion zu gestalten. Elektronik und IT erhielten im 20. Jahrhundert Einzug und trugen dazu bei, automationsbasierte Rationalisierung und eine variantenreiche Serienproduktion zu ermöglichen [1].

Allgemein steht die Erreichung der klassischen Ziele in der Produktion im Vordergrund: Die Senkung der anfallenden Kosten, die Steigerung der Qualität sowie eine möglichst



»Industrie 4.0 ist eine Vision, die die Industrie der Zukunft beschreibt. Die spezifischen Potenziale liegen vor allem in einer hochflexiblen, hochproduktiven und ressourcenschonenden Produktion, die es ermöglicht, hochindividualisierte Produkte unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eines Massenherstellers zu fertigen. Schlussendlich sind in dynamischen, echtzeitoptimierten Wertschöpfungsnetzwerken Engineering, Produktion, Logistik, Service und Vermarktung unternehmensübergreifend gekoppelt.« [6]

große Zeitersparnis. Ergänzend dazu kommen Herausforderungen aus dem Unternehmensumfeld, wie die fortschreitende Globalisierung, das Wirtschaftswachstum in den Schwellenländern und steigende Lohn- und Fixkosten in den Industrienationen. Auch die politische Lage oder die Verknappung von Ressourcen rufen Veränderungen hervor. Besonders eine Dynamisierung der Produktlebenszyklen mit dem Trend zur Personalisierung von Produkten und die Durchdringung neuer Technologien stellen eine große Herausforderung für moderne Produktionen dar [1, 2].

Die vierte industrielle Revolution bringt eine immer schneller fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung von Mensch und Maschinen. Diese sogenannte digitale Transformation erfolgt in Verbindung mit einer Vernetzung der Wertschöpfung auf Basis digitaler Technologien. Die Technologien von Industrie 4.0 »leisten einen Beitrag zur Bewältigung aktueller Herausforderungen wie Ressourcen- und Energieeffizienz, urbane Produktion und demografischer Wandel« [3]. Eine Schlüsseltechnologie von Industrie 4.0 sind Big-Data-Analysen [4].

Big Data hat schon in vielen Branchen außerhalb der produzierenden Industrie Einzug erhalten und sich fest etabliert. Oft bildet es auch einen festen Teil des Geschäftsmodells. Eine Vorreiterbranche ist der Finanzsektor, in welchem beispielsweise Big-Data-Analysen Muster identifizieren, um Finanzströme zu verfolgen oder Tendenzen am Markt feststellen zu können. Auch im Handel spielen Big-Data-Analysen eine tragende Rolle: 27% der Unternehmen haben bereits erfolgreich Big-Data-Initiativen umgesetzt und nutzen diese Technologien, um ihre Kunden besser kennen zu lernen und den Markt zu beobachten [5].

Big Data

Der Begriff Big Data ist bereits seit einigen Jahren in Wissenschaft und Praxis präsent. Dennoch existiert keine durchweg anerkannte und verwendete Definition des Begriffs [7, 8]. Weit verbreitet und oftmals zitiert ist jedoch die auf Doug Laney, einen Analysten bei Gartner (ehemals META-Group), zurückgehende Gliederung der Herausforderungen von Big Data in 3V: das stetige Datenwachstum (engl. Volume), die steigende Datenvielfalt (engl. Variety) und die steigende Änderungsgeschwindigkeit der Daten (engl. Velocity) [8, 9]. Wenngleich diese Definition von Big Data über die drei Herausforderungen aus der Praxis stammt, bildet sie dennoch die Grundlage für darauf aufbauende wissenschaftliche Definitionen [7, 10]. Diese drei Herausforderungen müssen technisch bewältigt werden. Ergänzt werden diese technischen Fakto-

ren (engl. Technical Factors) heutzutage durch zwei wirtschaftliche Aspekte (engl. Economic Factors). Die durch die 3V beschriebenen Daten sollen zusätzlich eine hohe Zuverlässigkeit (engl. Veracity) aufweisen und einen Wert (engl. Value) für den Anwender generieren [7, 11–13]. Lynch greift den Wert der Daten ebenfalls auf und argumentiert, dass das »Big« in Big Data nicht nur durch die Datenmenge und Datenvielfalt begründet ist, sondern auch durch einen hohen Wert der Daten [14]. Entsprechend muss die Zuverlässigkeit der Daten gewährleistet werden. Dieser in Abbildung 1 dargestellte Definitionsansatz wird in der Literatur auch als 5V-Modell bezeichnet [7, 12, 13].

Andere Definitionen setzen eine veränderte Charakteristik der Daten bereits voraus und zielen mehr auf die zur Datenerfassung und Datenverarbeitung notwendigen Technologien und IT-Architekturen ab [15–17]. So gliedert Mohanty den Begriff Big Data technologieorientiert in fünf Klassen. Diese setzen sich zusammen aus den Datenquellen (engl. Data Sources), der Datenstruktur (engl. Content Format), dem Datenspeicher (engl. Data Stores), der Datenaufbereitung (engl. Data Staging) und der Datenverarbeitung (engl. Data Processing) [18]. Jede dieser Klassen ist dabei mit Eigenschaften versehen, welche mögliche Lösungsräume darstellen. Um die durch Big Data entstehenden Herausforderungen zu charakterisieren, sind Elemente

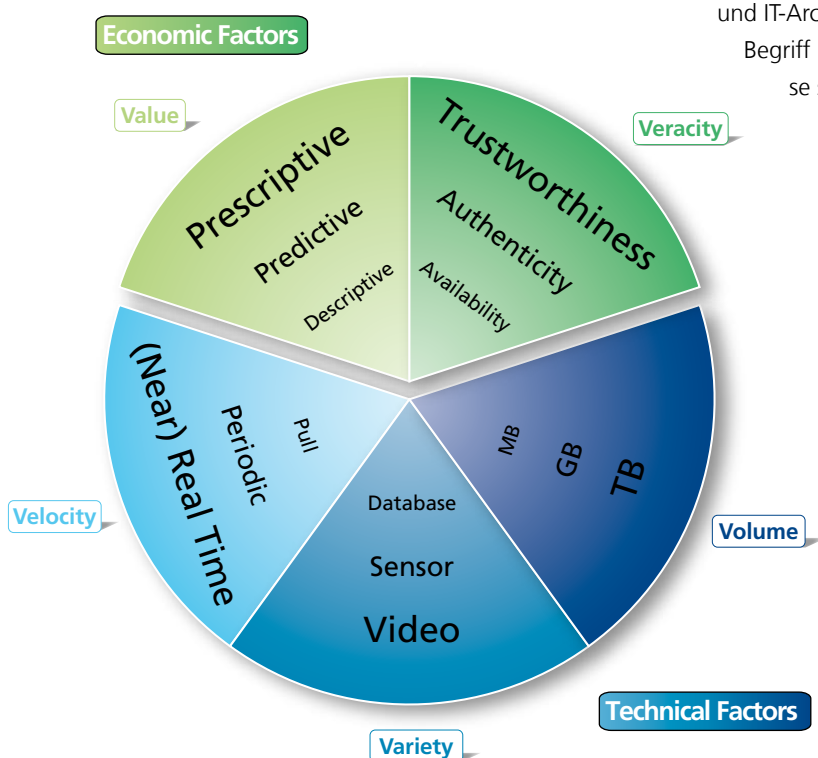


Abbildung 1: Das 5V-Modell

beider Definitionsrichtungen notwendig. Bedingt durch das Internet der Dinge (IoT), welches zunehmend auch in der Produktion Einzug hält, verändert sich die Charakteristik der Daten in Bezug auf Volumen, Geschwindigkeit und Vielfalt [13, 19]. Letztlich muss jedoch die Generierung von Wissen und damit eines Mehrwerts aus Daten im Fokus von Big-Data-Applikationen stehen [20]. Um dieses Wissen generieren zu können, sind neue Technologien notwendig, welche die Daten unabhängig ihrer veränderten Charakteristik speichern, verarbeiten und analysieren können. Anschaulich formulieren Urbansky und Weber, dass »Big Data da ansetzt, wo konventionelle Ansätze der Informationsverarbeitung an Grenzen stoßen, die Flut und Komplexität zeitkritischer Informationen für die Entscheidungsvorbereitung zu bewältigen« [20].

Neben der Charakteristik der zugrundeliegenden Daten sind für Big Data auch neue Werkzeuge, Verfahren und Technologien notwendig, um Erkenntnisse aus den Daten zu generieren. Zu diesen zählen Technologien, bei denen es sich auch unabhängig von der Datenmenge um etablierte Verfahren in der Softwaretechnik handelt [19]:

- Verteilte Dateisysteme und verteilte Datenbanken speichern Daten über mehrere Knoten verteilt in einem Netzwerk. Daraus ergeben sich die Vorteile der hohen Verfügbarkeit sowie eine hohe Datensicherheit durch Redundanz. Ein populäres Beispiel ist das Apache Hadoop Distributed File System (HDFS).
- Not-only-SQL (NoSQL) Datenbanken eignen sich sehr gut für die Datenspeicherung mit flexiblen Schemata und sind meist sehr gut skalierbar. Man unterscheidet zwischen Key-Value-Datenbanken, spaltenorientierten Datenbanken, dokumentenorientierten Datenbanken und Graph-Datenbanken, die je nach Anwendungsszenario auszuwählen sind. Populäre NoSQL-Datenbanken sind beispielsweise InfluxDB, Apache cassandra, MongoDB oder neo4j.
- MapReduce ist ursprünglich ein Programmierparadigma aus der funktionalen Programmierung. Es hat die Eigenschaft, dass sich damit erstellte Programme sehr gut paral-



lisieren lassen. Deshalb ist es möglich, herkömmliche Analysemethoden auch auf große Datenmengen anzuwenden. Ein populäres Werkzeug von Apache Hadoop, welches genau das ermöglicht, trägt deshalb den Namen MapReduce. Daneben existieren jedoch noch weitere Produkte, die diese Art der Programmierung ermöglichen.

Weitere Technologien sind auch dem Bitkom-Leitfaden »Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider« zu entnehmen [19].

Von Big Data zu Wissen und Handlungsempfehlungen

Die zuvor angeführten Big-Data-Technologien zielen darauf ab, große und heterogene Datenmengen zu verarbeiten. Jedoch bedeuten diese noch nicht, dass konkretes Wissen aus den Daten extrahiert wurde oder entsprechende Handlungsempfehlungen auf dieser Grundlage abgeleitet sind. Um aus Big Data schließlich Smart Data und damit einen Mehrwert für produzierende Unternehmen zu generieren [21], sind Verfahren der Analytik notwendig. Wu gliedert diese Analysen in drei Klassen:

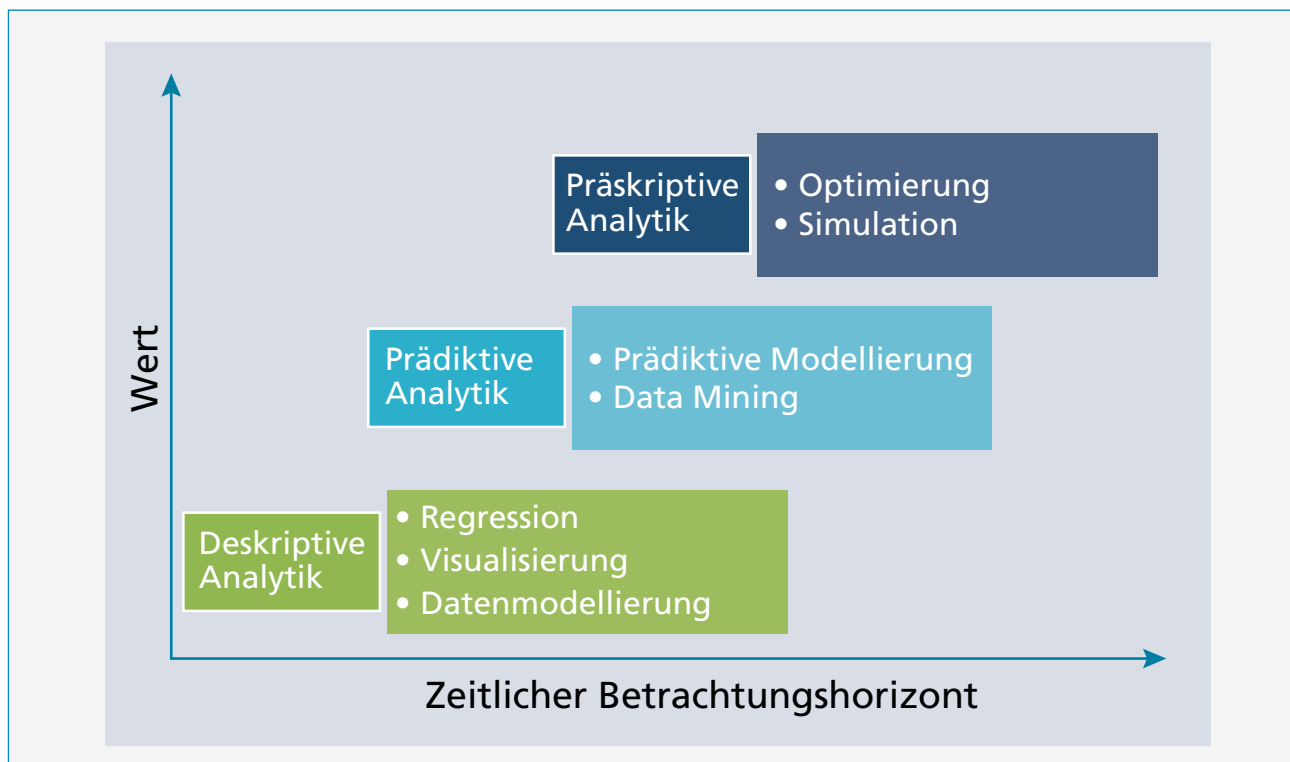
- Deskriptive Analytik (engl. Descriptive Analytics) [22]
- Prädiktive Analytik (engl. Predictive Analytics) [23]
- Präskriptive Analytik (engl. Prescriptive Analytics) [24]

Andere Quellen nennen zwischen der deskriptiven Analytik oder beschreibenden Analytik und der prädiktiven oder voraussagenden Analytik noch die diagnostische Analytik als zusätzliche Klasse, welche beschreibt, warum etwas passiert ist [25]. Die Klassen bauen zum Teil aufeinander auf und bilden gleichzeitig verschiedene Evolutionsstufen, die Gartner als Analytic Framework und Freitag et al. als Evolutionstechnische Stufen der Analytik darstellen [25, 26]. Beide Darstellungen stimmen darin überein, dass der Wert, der aus den Daten für den Anwender gewonnen wird, von der deskriptiven über die prädiktive hin zur präskriptiven Analytik ansteigt. Während Gartner jedoch gleichzeitig den zunehmenden Aufwand und Schwierigkeit der Analysen thematisieren, heben Freitag et al.

hervor, dass der zeitliche Betrachtungshorizont von der Vergangenheit weiter in die Zukunft rückt [25, 26]. Wie in Abbildung 2 dargestellt, können jeder dieser Analysestufen Anwendungsgebiete zugeordnet werden [27].

Im Zusammenhang mit Analytik wird derzeit häufig von Maschinellem Lernen (engl. Machine Learning) und Künstlicher Intelligenz (engl. Artificial Intelligence) gesprochen. Künstliche Intelligenz bezeichnet Methoden, die es einem Computer ermöglichen, Aufgaben zu lösen, die, wenn Sie vom Menschen gelöst werden, Intelligenz und kognitive Fähigkeiten erfordern [28]. Dabei kommt oftmals keine singuläre Lösung zum Einsatz, sondern eine Aneinanderreihung mehrerer Bausteine. Maschinelles Lernen wird dabei, neben anderen, häufig als ein möglicher Ansatz zum Aufbau Künstlicher Intelligenz genutzt. Verfahren des Maschinellen Lernens befähigen Systeme, selbständig Wissen aufzunehmen und zu erweitern, um

Abbildung 2: Analyseklassen und Anwendungsgebiete

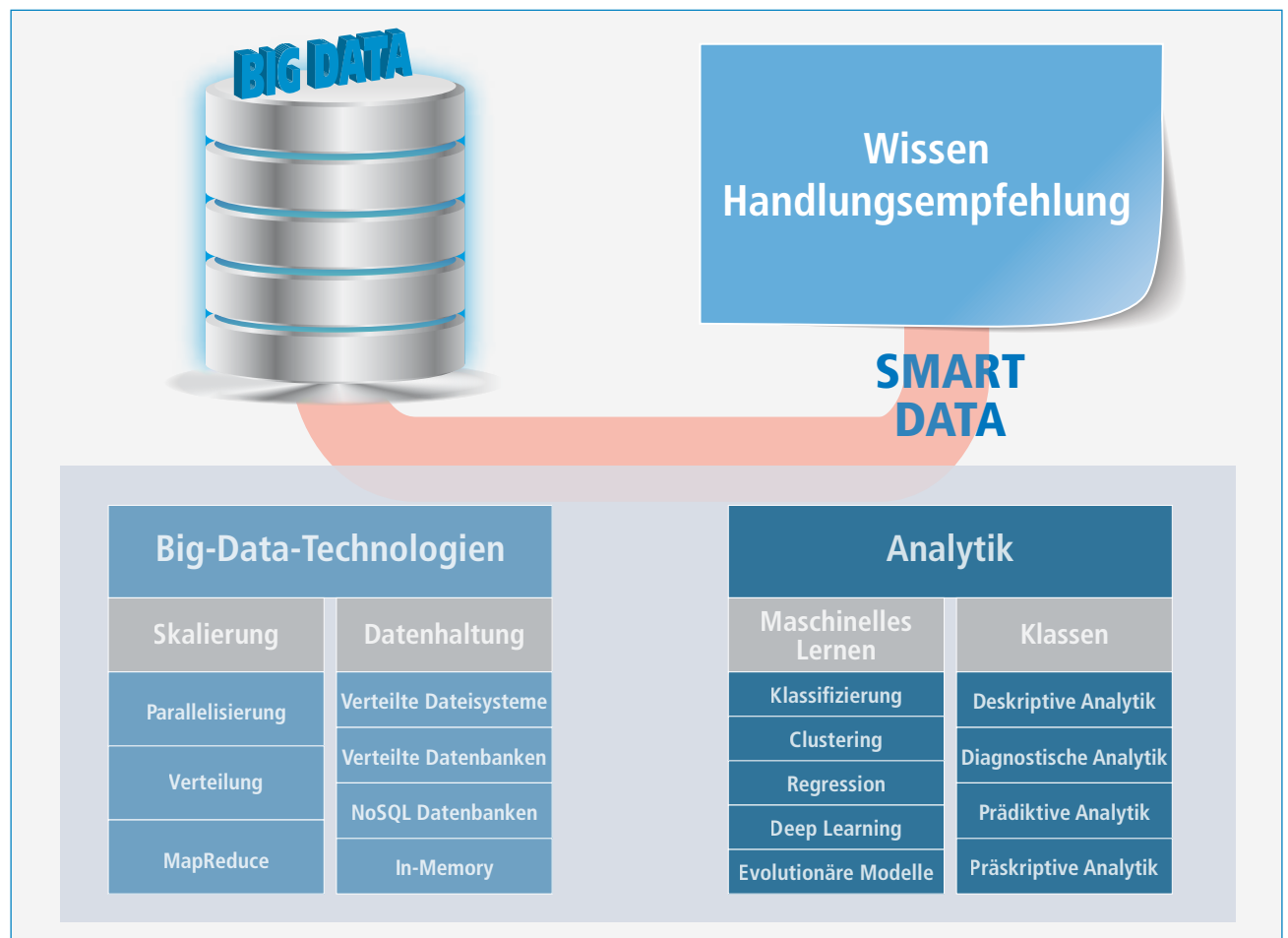


gegebene Problemstellungen zu lösen. Die Methoden können dabei gegliedert werden in überwachtes Lernen (engl. Supervised Learning, z.B. zur Klassifizierung), unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning, z.B. zum Clustering) und verstärktes Lernen (engl. Reinforcement Learning, z.B. zur Planung) [29, 28].

Eine Analysemethode, die häufig gemeinsam mit Big Data genannt wird, ist Deep Learning. Dabei handelt es sich um eine Methode des Maschinellen Lernens, genauer gesagt um künstliche neuronale Netze [29]. Es wird von Deep Learning ge-

sprochen, wenn diese neuronalen Netze eine gewisse Größe überschreiten. Solche Netze benötigen dann auch große Datenmengen, von denen sie lernen können. Das ist der Grund, weshalb sie in Verbindung mit Big Data stehen. Nach diesem Training können sie, entsprechende Konfiguration vorausgesetzt, gezielt Informationen aus großen Datenmengen extrahieren. Ein Beispiel ist der Einsatz für Predictive Maintenance: Mittels großer Datenmengen wird hier ein neuronales Netz trainiert, welches später sehr schnell bei auftretenden Ereignissen angewendet werden kann. Aber auch Methoden, die per se nicht für hohe Datenmen-

Abbildung 3: Von Big Data zu Wissen und Handlungsempfehlungen – eine Begriffslandkarte



gen gestaltet sind, lassen sich mit Hilfe der zuvor erwähnten Big-Data-Technologien auf diese anwenden. Hier seien zum Beispiel statistische Methoden wie die Lineare Regression oder Kernel-Density-Estimation genannt. Eine Übersicht der Begriffe ist in Abbildung 3 dargestellt.

2.2. Veränderungen durch Big Data – bisher kaum betrachtet

Aktuelle Kenntnisse zur Thematik Big Data in der Industrie werden in einer Vielzahl von Veröffentlichungen und Studien thematisiert [5, 30–34]. Der Fokus bisheriger Studien liegt oft auf unterschiedlichen Aspekten von Big Data und ist auf be-

stimmte Branchen zugeschnitten. Tabelle 1 betrachtet verschiedene Veröffentlichungen zum Thema Big Data in Unternehmen und bewertet diese anhand von Merkmalen, die in dieser Studie von Relevanz sind. Anwendungsszenarien sollen für Unternehmen verdeutlichen, welche Möglichkeiten sich durch Big-Data-Analytik auf tun. Mit dem Aufzeigen von Veränderungen durch diese Analysen soll es Unternehmen leichter fallen, den erforderlichen Wandel hin zur erfolgreichen Anwendung dieser Technologien zu beschreiten. Eine Betrachtung von Big Data in verschiedenen Unternehmensbereichen zeigt, welche Bereiche für Big Data in Frage kommen und kann zur Priorisierung von Initiativen dienen. Der Fokus soll

Tabelle 1: Veröffentlichungen und Studien zum Thema Big Data in Unternehmen

Betrachtungsmerkmale	Veröffentlichungen					
	BIG DATA – Vorsprung durch Wissen 2012 [31]	Einsatz und NutzenPotenziale von Data Mining in Produktionsunternehmen 2014 [34]	Big Data Use Cases 2015 [5] der Metropolregion Rhein-Neckar) Jäger et al., 2015)	Deutscher Industrie 4.0 Index 2015 [32]	BIG DATA Future 2015 [33]	Eine strategische und operative Perspektive zur Anwendung von Big Data in der Industrie 2017 [30]
Anwendungsszenarien für Big Data	◐	◐	●	◐	◐	●
Veränderungen durch Big-Data-Analytik in Unternehmen	○	○	◐	◐	◐	○
Bedeutung für verschiedene Unternehmensbereiche	○	◐	◐	◐	◐	◐
Potenziale von Big Data	◐	◐	●	○	●	◐
Fokus auf produzierende Unternehmen	◐	●	○	◐	◐	◐
Risiken / Herausforderungen	◐	◐	◐	◐	●	○

- Merkmal wird nicht erwähnt
- ◐ Merkmal wird erwähnt
- ◑ Merkmal wird etwas thematisiert
- ◒ Merkmal wird stark thematisiert
- Merkmal bildet zentralen Bestandteil

zugleich auf produzierenden Unternehmen liegen. Neben den Potenzialen sollen auch Risiken und Herausforderungen aufgezeigt werden, um mögliche Entscheidungen zu unterstützen. Diese Merkmale werden in fünf Stufen nach ihrer Erfüllung in der jeweiligen Veröffentlichung bewertet.

Die systematische Analyse bestehender Studien, dargestellt in Tabelle 1, zeigt, dass insbesondere die notwendigen Veränderungen hin zum Einsatz von Big-Data-Analytik bisher nicht betrachtet wurden. Auch einen Fokus auf produzierende Unternehmen weisen nur wenige Veröffentlichungen auf.

2.3. Ziele der Studie –

Entwicklungsfelder und Unterstützungsangebote

Die Ziele der vorliegenden Studie mit Fokus auf den produzierenden Mittelstand sind wie folgt gegliedert und bilden eine Roadmap hin zur Vision von Big-Data-unterstützten Unternehmen (vgl. Abbildung 4):

- Erfassung erwarteter **Potenziale** sowie notwendiger **Veränderungen** der produzierenden Unternehmen hin zur Nutzung von Big-Data-Analytik
- Identifikation von **Entwicklungsfeldern**, die Unternehmen im Rahmen dieser Transformation adressieren müssen
- Ableitung von **Unterstützungsangeboten**, um insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen diesen Weg zu ebnen

Als anwendungsorientiertes Forschungsinstitut hat das Fraunhofer IPA das Ziel, den Vorsprung des produzierenden Mittelstands in Baden-Württemberg zu halten und auszubauen. Hierfür arbeiten wir gemeinsam mit den Unternehmen an der Bewältigung dieser Entwicklungsfelder und gemeinsam mit

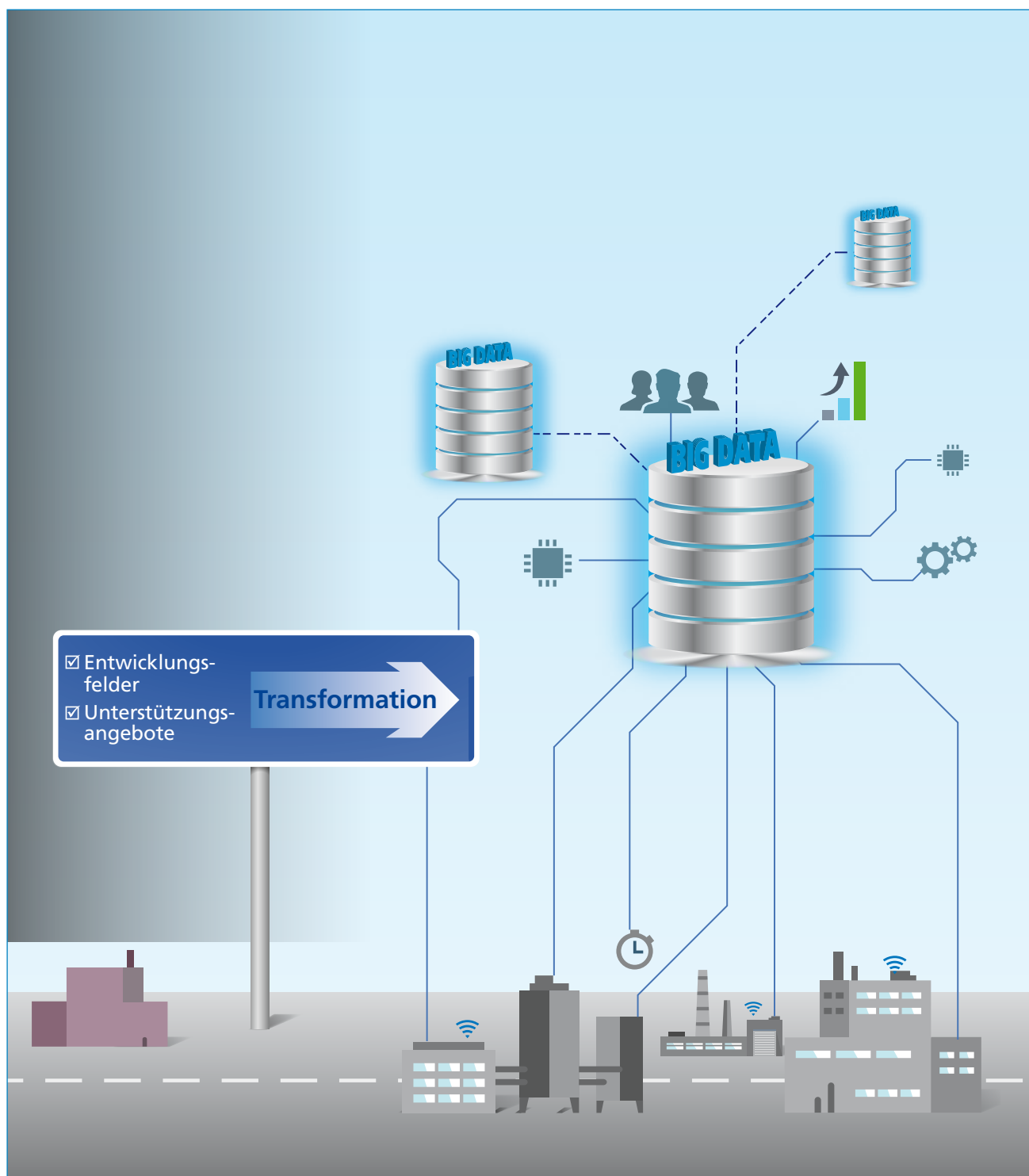
den Fördergebern an der Ausarbeitung neuer Unterstützungsangebote.

Die Studie ist im Weiteren wie folgt gegliedert:

- Kapitel 3 zeigt die aktuelle Situation der Unternehmen im Hinblick auf die Nutzung von Daten und deren Erwartungshaltung an Big Data. Dies dient als Basis zum Vergleich der nachfolgenden Ergebnisse.
- Erwartete Potenziale durch die Einführung von Big-Data-Analytik sind in Kapitel 4 dargestellt.
- Veränderungen in verschiedenen Unternehmensdimensionen durch zuvor genannte Potenziale werden in Kapitel 5 thematisiert.
- Schlussfolgerungen im Hinblick auf die vorhergehenden Ergebnisse sind in Kapitel 6 aufgezeigt. Diese umfassen einerseits die Identifikation von Entwicklungsfeldern, andererseits die Ableitung von Unterstützungsangeboten.

Rechte Seite:

Abbildung 4: Vision von Big-Data-unterstützten Unternehmen







3. WO STEHEN UNTERNEHMEN HEUTE?

Zur Einführung in das Themenfeld soll aufgezeigt werden, welchen Stellenwert datenbasierte Entscheidungen aktuell in produzierenden Unternehmen haben und für welche Geschäftsprozesse diese maßgeblich genutzt werden. Dies umfasst auch die Darstellung des Automatisierungs- und Vernetzungsgrades in der Produktion. Anschließend erfolgt die Überleitung zu Big Data mit der Abfrage von Strategien zur Einführung von Big-Data-Analytik und einer Einschätzung des Nutzens.

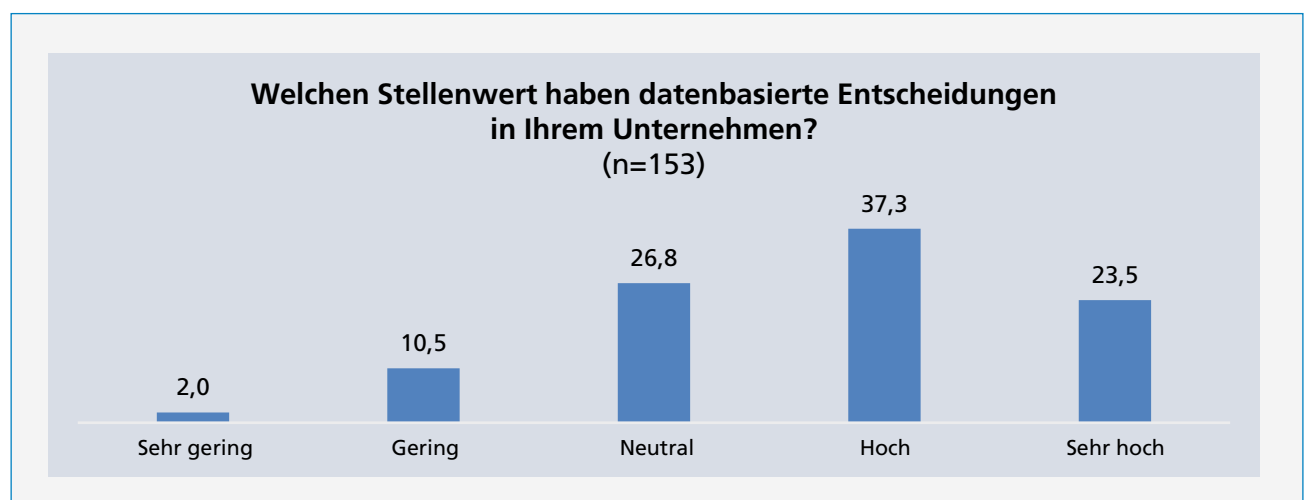
3.1. Datenbasierte Entscheidungen haben hohen Stellenwert

Das Bild bezüglich der Verwendung von Daten in produzierenden Unternehmen liefert eine klare Tendenz (vgl. Abbildung 5). In über 60% der Unternehmen haben datenbasierte Entscheidungen einen hohen und sehr hohen Stellenwert. Nur 12% der Befragten gaben an, dass dieser Stellenwert gering, respektive sehr gering, in ihren Unternehmen einzustufen ist. Wie wichtig datenbasierte Entscheidungen sind, zeigt

auch eine McKinsey-Studie: Die Mehrzahl der derzeit wertvollsten börsennotierten Unternehmen der Welt sowie zahlreiche Unicorn-Startups (Startups mit einer Firmenbewertung größer einer Milliarde Dollar) unterscheiden sich von ihren Wettbewerbern durch die intelligente Nutzung von Daten. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Unternehmen der »old economy« diese Fähigkeiten schnell aufbauen müssen, um im globalen Wettbewerb nicht abgehängt zu werden [35].

Zur Vorbereitung datenbasierter Entscheidungen werden von Unternehmen Softwaretools für die Unterstützung verschiedener Geschäftsprozessen genutzt (vgl. Abbildung 6). Dabei ist zu erkennen, dass der häufigste Einsatz in produzierenden Unternehmen in der Steuerung von operativen Prozessen liegt, wie 63% der Teilnehmer angaben. Auch die Studie »Mit Daten Werte schaffen« von KPMG und Bitkom sieht einen Schwerpunkt bei der Steuerung operativer Prozesse, beispielsweise der Produktionsplanung [36]. Nach der Steuerung operativer Prozesse folgen mit 44% der Einsatz zur Kostenreduktion sowie mit 43% die Verwendung von Datenanalysen zur

Abbildung 5: Stellenwert datenbasierter Entscheidungen in Unternehmen



Wenn Datenanalyseprogramme zum Einsatz kommen, zu welchem Zweck nutzt Ihr Unternehmen diese Technologien?
(n=153, Mehrfachantworten möglich)

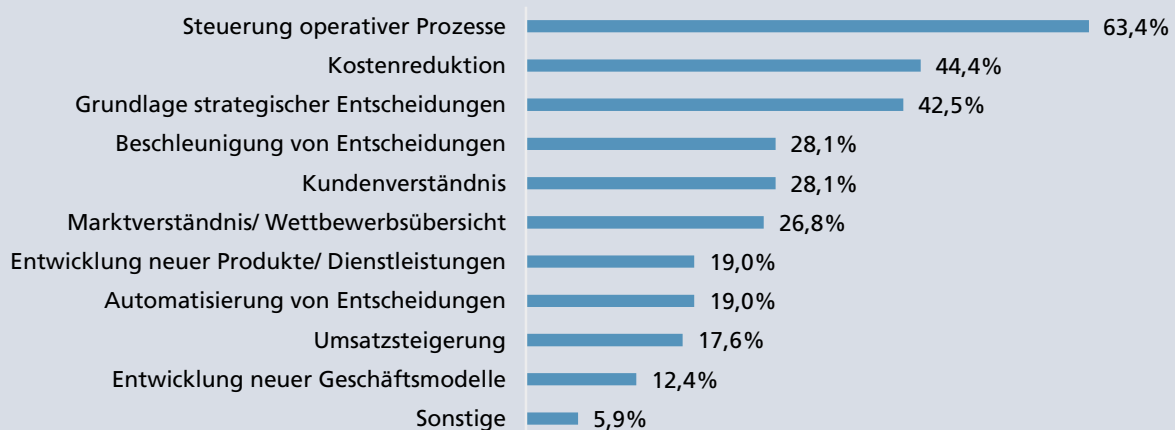


Abbildung 6: Einsatzzwecke für Datenanalyseprogramme

Grundlage strategischer Entscheidungen. Knapp ein Drittel der Befragten nutzt Datenanalysen zur Beschleunigung von Entscheidungen (28%) und um ein besseres Verständnis ihrer Kunden zu erlangen (28%). Hierzu kann auch die Nutzung zur Wettbewerbsübersicht und zum verbesserten Marktverständnis mit 27% gezählt werden, womit diese drei Bereiche ebenfalls einen großen Nutzen darstellen. Genannt wurden in der Umfrage außerdem die Produktneuentwicklung (19%), Automatisierung von Entscheidungen (19%), Umsatzsteigerung (18%) sowie die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle (12%).

Bei der Betrachtung des Automatisierungsgrads ist zu erkennen, dass zum Zeitpunkt der Befragung vor allem die mittle-

ren und hohen Automatisierungsgrade hervorstechen (vgl. Abbildung 7). 42,8% der Produktionen sind demnach teilautomatisiert und 37% haben eine Vollautomatisierung einzelner Anlagen. Vollautomatisierte Fabriken sind in lediglich 6,5% der Unternehmen zu finden. Bei 13,8% wird vorwiegend manuell gearbeitet. Eine Studie des Fraunhofer IAO aus dem Jahr 2013 kommt hier noch auf einen geringeren durchschnittlichen Automatisierungsgrad [37].

Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass der Automatisierungsgrad stark branchenabhängig ist (vgl. Abbildung 8). Besonders die Prozessindustrie (70%) und der Automobilsektor (66%) zeigen einen hohen bis sehr hohen Automatisierungsgrad. Im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau, der Medi-

zintechnik und Elektro-/ Elektronikindustrie dominiert ein mittlerer Automatisierungsgrad, also eine Teilautomatisierung von Anlagen, die ergänzt wird durch manuelle Tätigkeiten (geringer Grad) und Vollautomatisierung einzelner Anlagen (hoher Grad). Erwartungsgemäß steigt der Automatisierungsgrad mit zunehmender Unternehmensgröße an (vgl. Abbildung 9). Während in Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitern maximal ein hoher Automatisierungsgrad (18%) vorzufinden

ist, ist nahezu die Hälfte der Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern hoch (40%) oder sehr hoch (7%) automatisiert. Dies ist insbesondere durch die für eine hohe Automatisierung notwendigen Investitionen zu erklären.

Die Frage nach dem Vernetzungsgrad (vgl. Abbildung 10) der Produktion zeigt, dass annähernd die Hälfte der befragten Unternehmen (48,9%) einen mittleren Vernetzungsgrad auf-

Abbildung 7: Automatisierungsgrad der Produktion

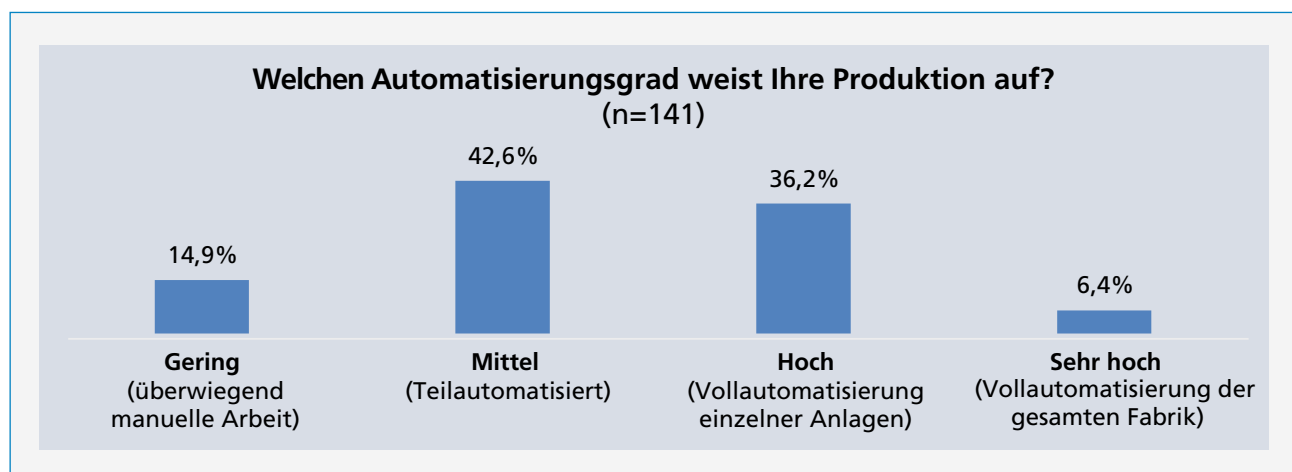


Abbildung 8: Automatisierungsgrad der Produktion nach Branche

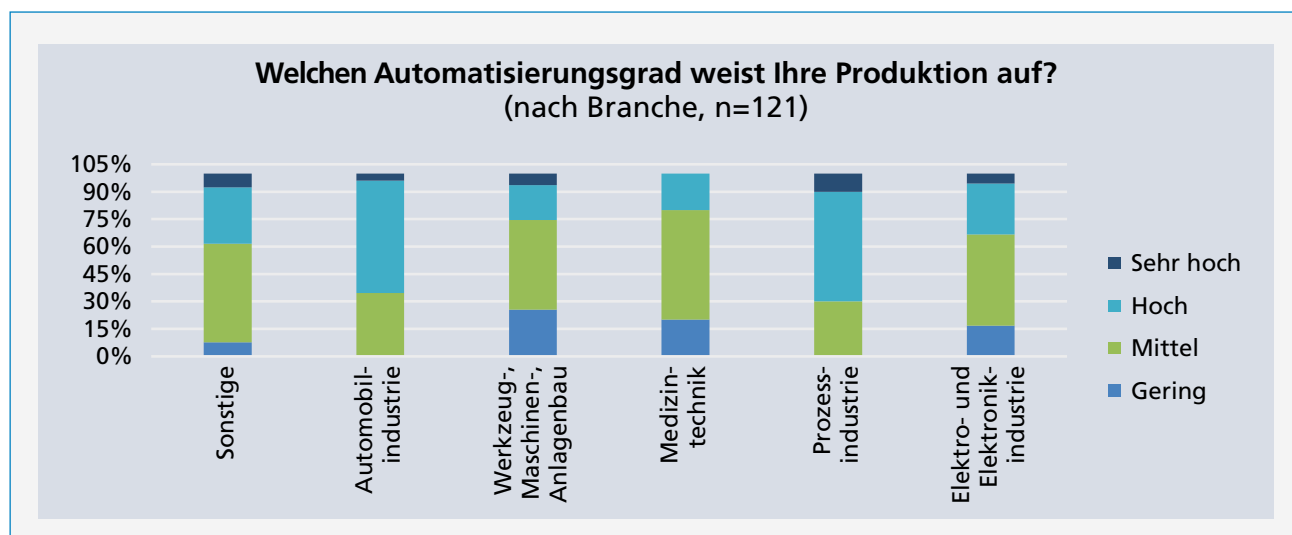




Abbildung 9: Automatisierungsgrad der Produktion nach Unternehmensgröße

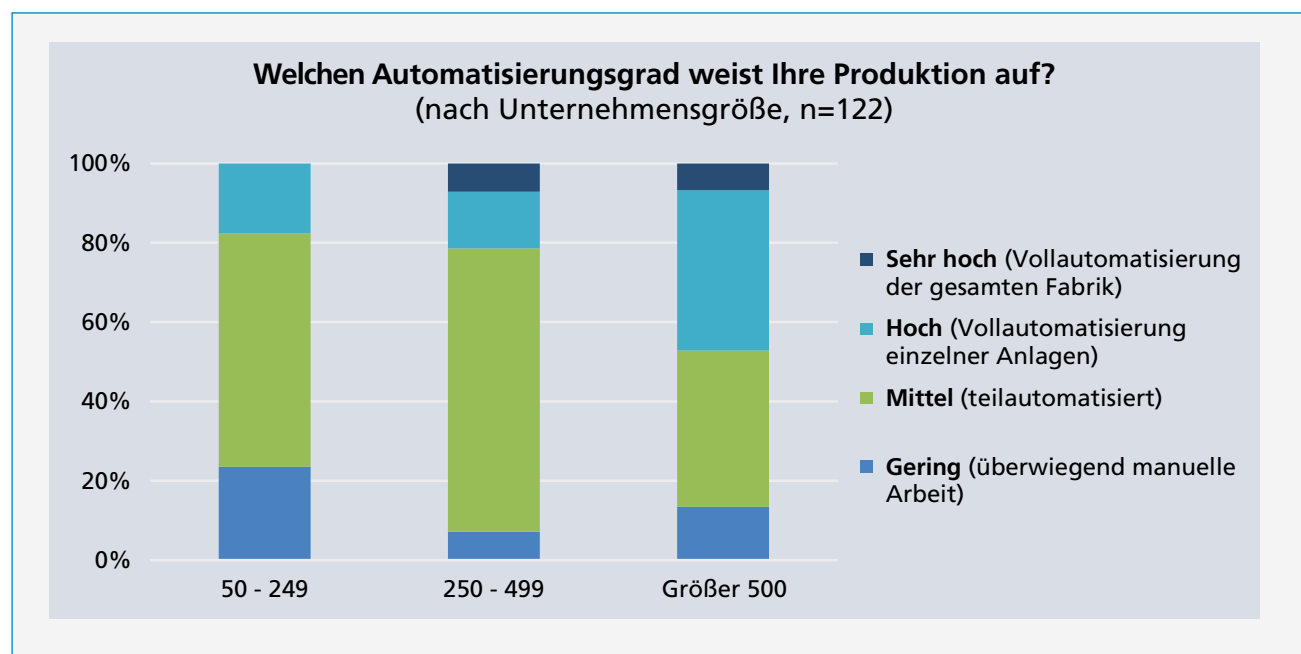


Abbildung 10: Vernetzungsgrad der Produktion

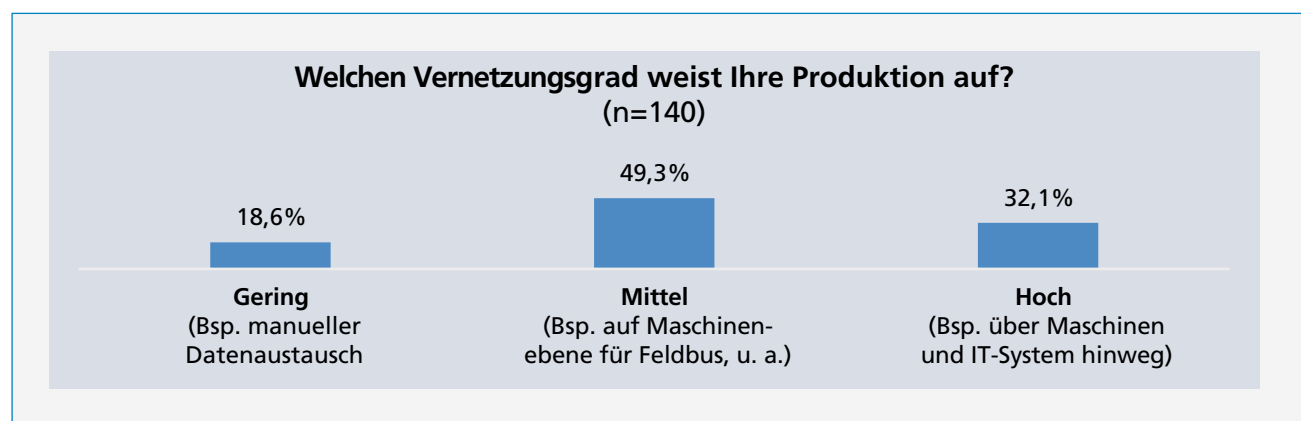


Abbildung 11: Vernetzungsgrad der Produktion nach Branche

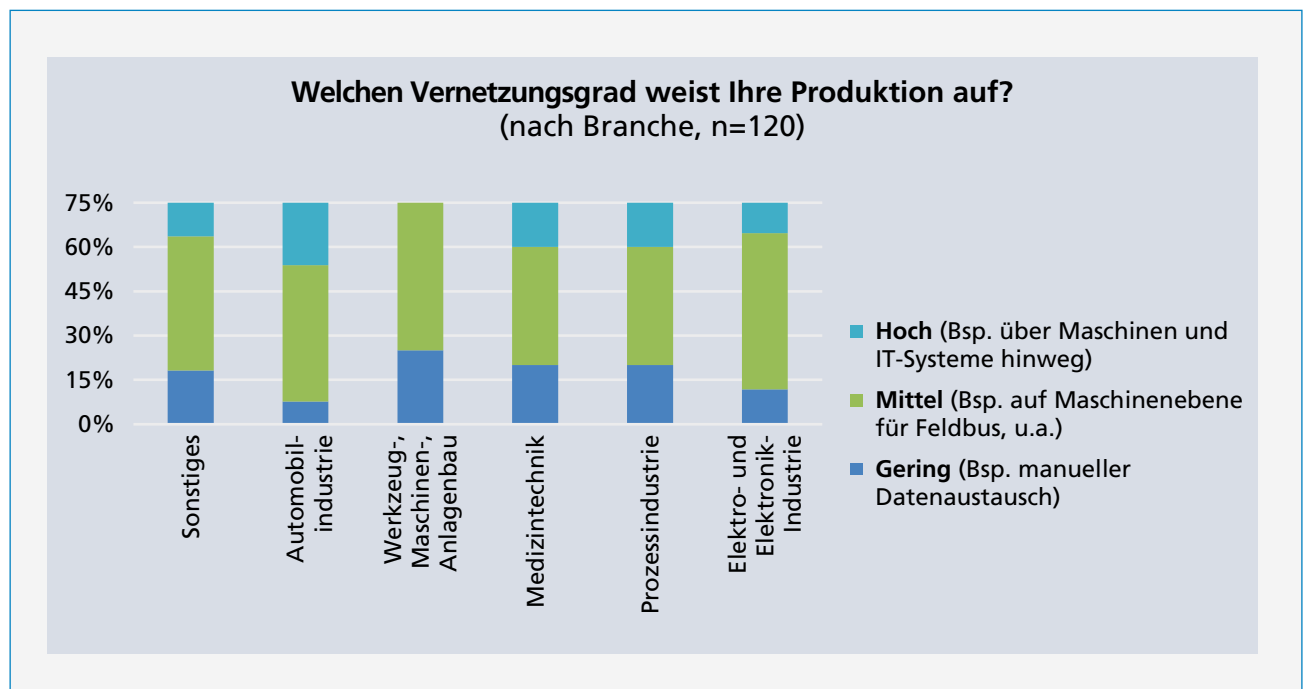
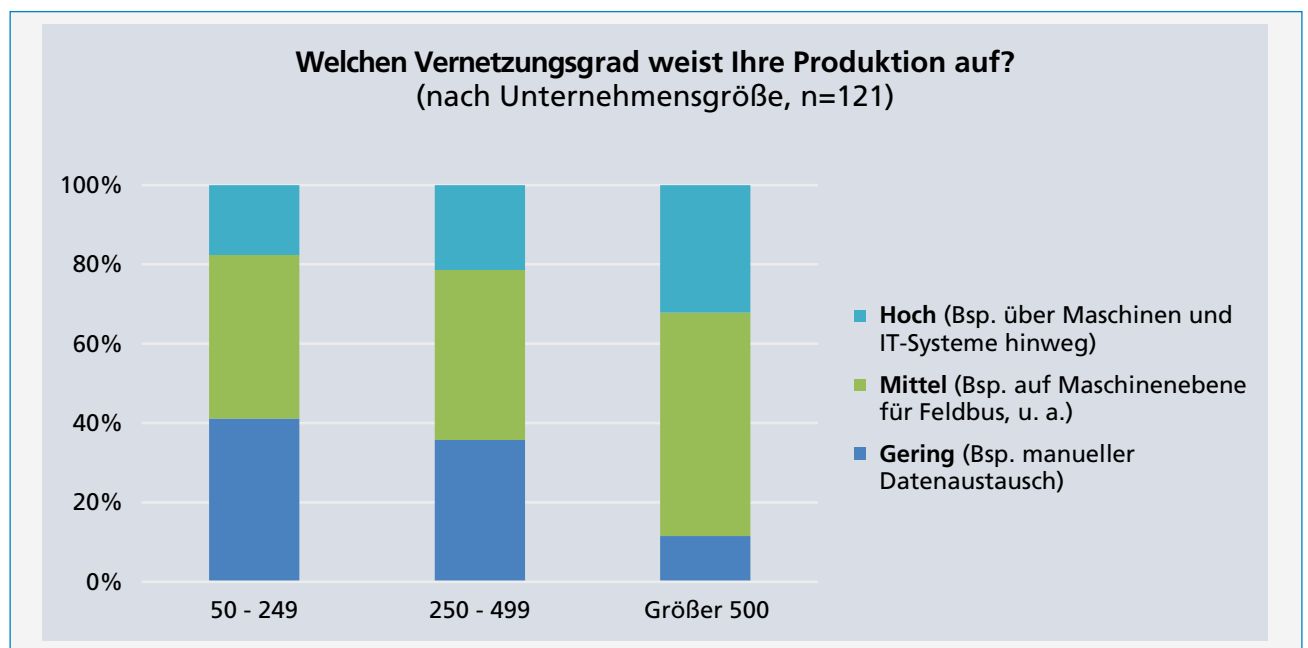


Abbildung 12: Vernetzungsgrad der Produktion nach Unternehmensgröße



weist, welcher beispielsweise auf Maschinenebene stattfindet. Jedes dritte Unternehmen (32,8%) hat einen hohen Vernetzungsgrad. Dieser geht über Maschinen und IT-Systeme hinaus. Lediglich 18,2% der Befragten gab an, in ihrem Unternehmen einen geringen Vernetzungsgrad, beispielsweise einen manuellen Datenaustausch, zu haben. Durch verschiedene Industrie 4.0-Initiativen, welche sich auf die Digitalisierung der Produktion fokussieren, ist davon auszugehen, dass sich der Trend zukünftig noch stärker hin zu einer systemübergreifenden Vernetzung entwickeln wird [13]. Im Gegensatz zum Automatisierungsgrad, bei welchem deutliche Unterschiede zwischen den Branchen bestehen, fallen diese für den Vernetzungsgrad geringer aus (vgl. Abbildung 11). Einen überdurchschnittlichen Vernetzungsanteil über Maschinen und IT-Systeme hinweg weist allerdings die Automobilindustrie auf (46%), gefolgt von der Medizintechnik (40%) und Prozessindustrie (40%). In der Automobilindustrie ist dies zum einen begründet durch die Abtaktung der gesamten Montage. Zum anderen ist eine Vernetzung von Daten notwendig, um eine Vielzahl von Zulieferern in globalen Wertschöpfungsketten einzubinden und eine Nachverfolgbarkeit

(engl. Traceability) der Produkte zu gewährleisten. Die Nachverfolgbarkeit, oftmals auch durch gesetzliche Vorgaben begründet, motiviert die Medizintechnik und Prozessindustrie. Ein geringer Vernetzungsgrad findet sich insbesondere im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau (25%). Diese Branche, insbesondere der Werkzeug- und Sondermaschinenbau, ist geprägt von kleinen Stückzahlen und oftmals Produktion in Losgröße Eins. Geprägt durch andere Produktionskonzepte ist deshalb hier oftmals ein manueller Austausch von Daten anzutreffen.

Ähnlich dem Automatisierungsgrad steigt auch der Vernetzungsgrad der Produktion mit zunehmender Unternehmensgröße an (vgl. Abbildung 12). Während Unternehmen bis 250 Mitarbeiter zu 41% auf einen manuellen Datenaustausch setzen, sind dies bei Unternehmen größer 500 Mitarbeiter nur noch 11%. Insbesondere bei großen Unternehmen findet sich auch mit knapp einem Drittel (32%) ein hoher Vernetzungsgrad über Maschinen und IT-Systeme hinweg. Dies zeigt besonders den hohen Unterstützungsbedarf kleiner und mittelständischer Unternehmen.





3.2. Große Erwartungen an Big Data

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass in produzierenden Unternehmen bereits eine Sensibilität für den Begriff Big Data besteht. Mehr als acht von zehn Studienteilnehmern (82%) gaben an, sich bereits mit dem Begriff auseinandergesetzt zu haben. Dies zeigt die Bedeutung von Big-Data-Analytik und den Strategien zu deren Umsetzung in Unternehmen (vgl. Abbildung 13). Zwar haben immer noch knapp 25% keine Strategie zur Einführung solcher Verfahren und 24% noch keine Entscheidung über die Einführung einer solchen Strategie getroffen. Aber immerhin planen beinahe 38% der Unternehmen eine Strategie und 14% haben bereits eine konkrete Strategie. Die Ergebnisse decken sich mit den »BARC

Big Data Use Cases« von 2015, wonach »13% der Industrieunternehmen Big-Data-Analysen als Teil in ihren Unternehmensprozessen« aufweisen, bei Pilotprojekten sogar 24% [5]. Es ist deshalb zu erwarten, dass dieser Wert zukünftig weiter steigt, wenn die Zahl der von Unternehmen umgesetzten Pilotprojekte steigt.

Etwas mehr als die Hälfte der Befragten befasst sich also bereits intensiv mit der Thematik Big Data. Diese starke Prominenz der Thematik zeigt sich auch in den großen Erwartungen, welche sich aus der Frage nach dem Nutzen von Big Data für das gesamte produzierende Unternehmen ergeben (vgl. Abbildung 14). Mehr als acht von zehn Unternehmen sehen

Abbildung 13: Strategie zur Einführung von Big-Data-Analytik

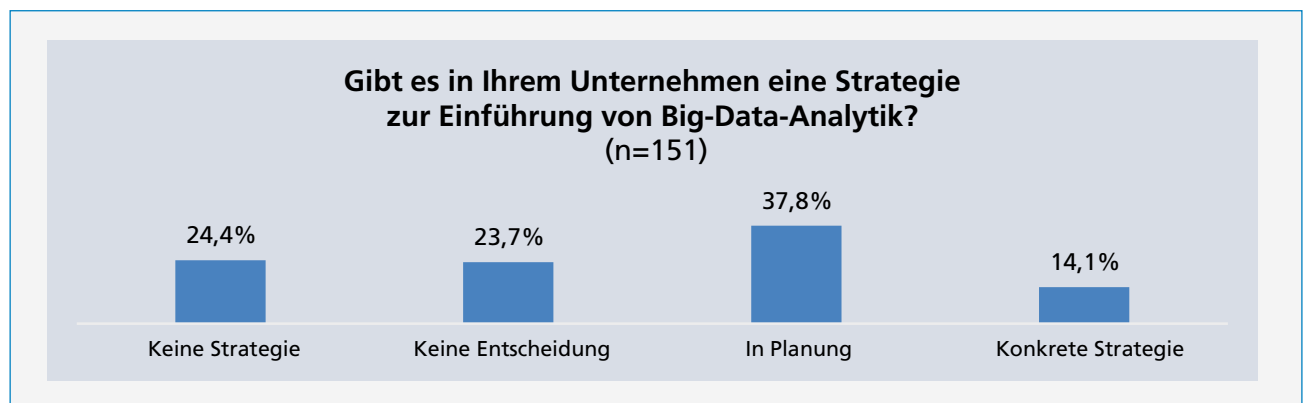
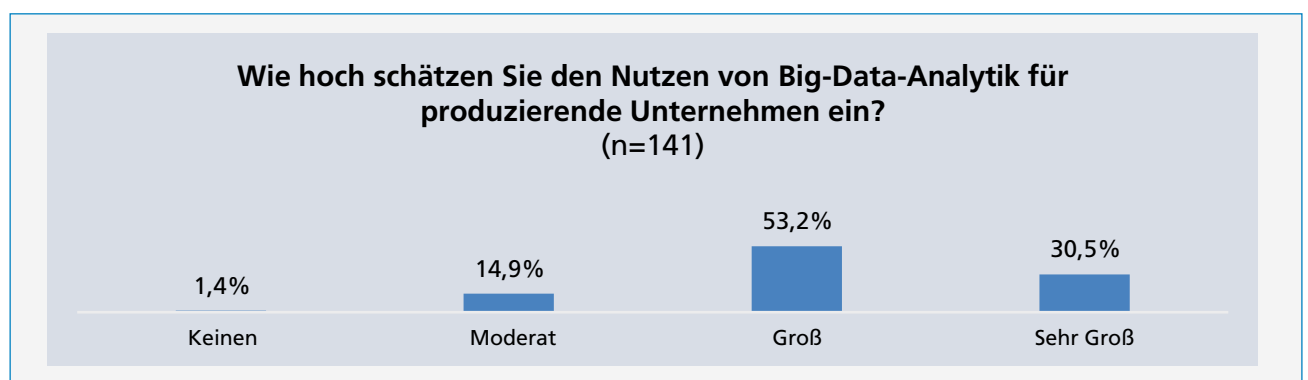


Abbildung 14: Nutzen von Big-Data-Analytik für produzierende Unternehmen



in Big-Data-Analysen einen großen (53,2%) oder sehr großen (30,5%) Nutzen. 14,9% erkennen in diesen Technologien noch einen moderaten Nutzen. Lediglich 1,4% erwarten keinen Nutzen für die produzierende Industrie. Die Ergebnisse zeigen deshalb ganz deutlich, dass Big Data als wichtiges Thema in der produzierenden Industrie wahrgenommen wird.

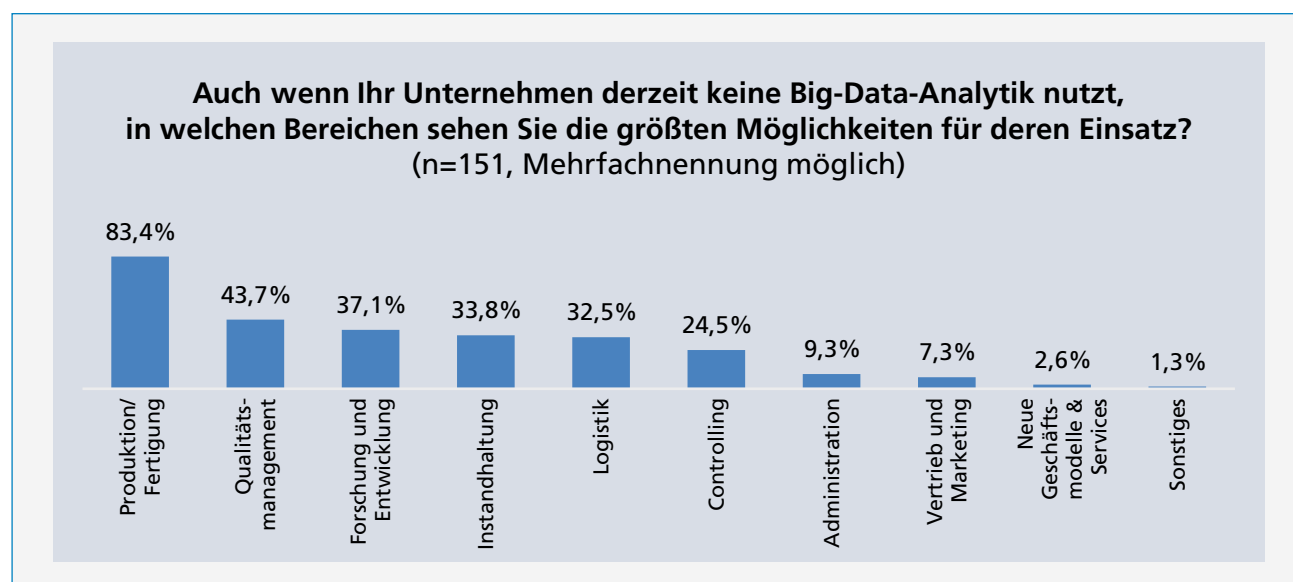
Aufbauend auf den Fortschritt der Big-Data-Strategie wurden die Teilnehmer nach dem zukünftigen Einsatzpotenzial von Big-Data-Analytik in verschiedenen Fachbereichen produzierender Unternehmen befragt (vgl. Abbildung 15). Es zeigt sich dabei, dass 83,4% der Befragten die größten Möglichkeiten für Datenanalysen in der Fertigung und Produktion sehen. Dieser Wert ist sicherlich dadurch beeinflusst, dass speziell produzierende Unternehmen befragt wurden – dennoch sehen auch andere Studien die Produktion als wichtigen Ein-

satzbereich für Big-Data-Analytik [5]. Mit einigem Abstand folgen das Qualitätsmanagement mit 43,7% und die Forschung und Entwicklung mit 37,1% als Fachbereiche mit großen Möglichkeiten. Des Weiteren sehen die Teilnehmer mit 33,8% die Instandhaltung, mit 32,5% die Logistik und mit 24,5% das Controlling als Fachbereiche mit Potenzialen durch Big-Data-Analysen. Genannt wurden außerdem die Administration (9,3%), Vertrieb und Marketing (7,3%) und Neue Geschäftsmodelle und Services (2,6%).

»Eine Strategie zur Einführung von Big-Data-Analytik ist von großer Wichtigkeit – auch wenn sich diese derzeit eventuell mehr auf die Speicherung der Daten für eine spätere Auswertung bezieht.«

Dr. Michael Zaun, Geschäftsführer
gwK Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH

Abbildung 15: Einsatzbereiche für Big-Data-Analytik







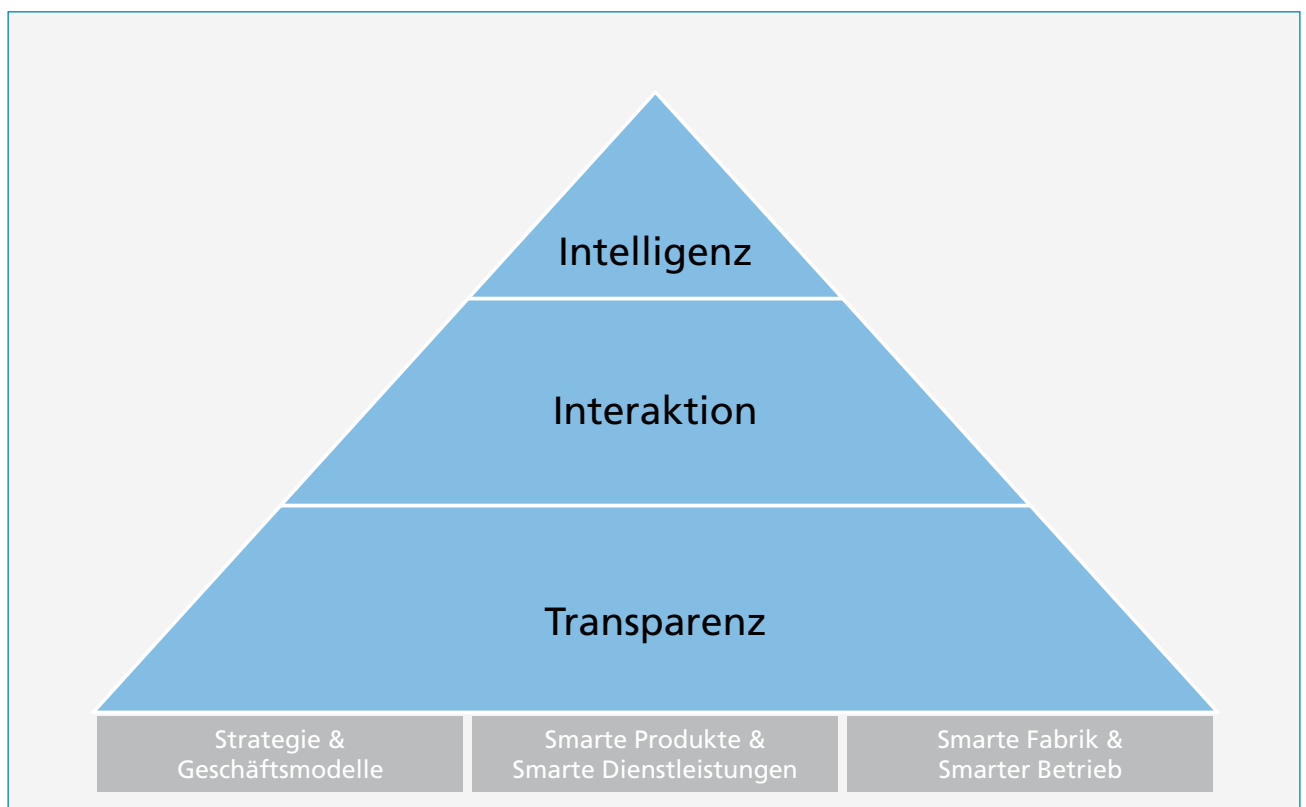
4. POTENZIALE VON BIG-DATA-ANALYTIK

Zur Ermittlung der erwarteten Potenziale von Big-Data-Analytik im Produktionsumfeld wurden den Teilnehmern sechs konkrete Einsatzbereiche vorgestellt (vgl. Abbildung 17). Dabei zeigt sich, dass die Befragten über alle Anwendungsbereiche hinweg einen überdurchschnittlichen Einfluss erwarten. Insbesondere zeigt sich in den drei Bereichen »Echtzeitanalysen und Simulationen«, »Transparenzsteigerung« und »Effizientere Planungsprozesse« die Erwartung eines hohen bis sehr hohen Einflusses. Vergleicht man diese Bereiche mit dem dreistufigen Industrie 4.0-Reifegradmodell (vgl. Abbildung 16), so zeigt sich, dass besonders die erste Ebene der Trans-

»Transparenz ist in erster Linie die vollständige Verfügbarkeit der erforderlichen Informationen, um Entscheidungen schnell und gesichert treffen zu können.«

Michael Kornhuber
Geschäftsführer, delgate UG & Co. KG

Abbildung 16: Industrie 4.0-Reifegradmodell





parenz von den Befragten sehr positiv bewertet wird. Dies ist insofern hervorzuheben, als dass anhand des Pyramiden-Modells durch Anwendungsbereiche auf den Ebenen Interaktion und Intelligenz noch weitaus mehr Vorteile für Anwender zu erwarten sind. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass Transparenz für den Menschen am besten nachvollziehbar ist und die Grundlage für faktenbasierte Entscheidungen bildet. Es liegt deshalb im Interesse jedes Entscheiders, Transparenz zu gewährleisten, um die eigenen Entscheidungen zu optimieren und die eigene Position nachhaltig zu sichern. Wie wichtig Transparenz über Prozess- und Zustandsdaten ist, zeigt auch

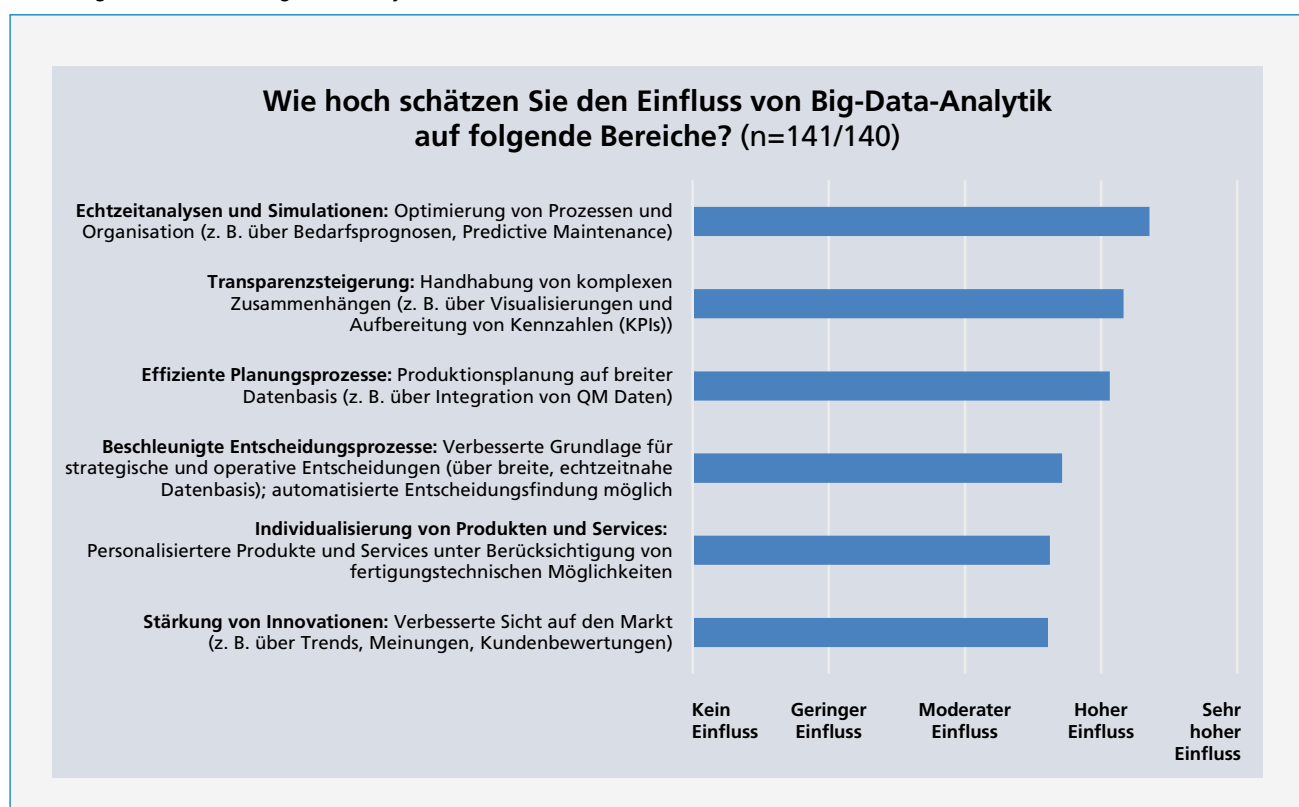
beispielhaft die Digitalisierungs-Lösung für Temperierprozesse Logotherm 4.0 der gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik [38].

Effiziente Planungsprozesse:

Produktionsplanung auf breiter Datenbasis

Wenngleich der Anwendungsbereich »Effiziente Planungsprozesse« vom Durchschnitt der Befragten sehr positiv bewertet wird, ist es auffällig, dass 30% der Befragten aus Großunternehmen nur einen geringen bis moderaten Einfluss

Abbildung 17: Einfluss von Big-Data-Analytik auf Einsatzbereiche





erwarten (vgl. Abbildung 18). Gerade Großunternehmen jedoch wird oftmals mangelnde Effizienz bei Planungsprozessen unterstellt [39]. Die Betrachtung der Branchen bezogen auf die Großunternehmen (vgl. Abbildung 19) zeigt, dass ins-

besondere im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau (40%) sowie in der Elektro- und Elektronikindustrie (36%) viele Befragten nur einen geringen bis moderaten Einfluss sehen. Die IT und Kommunikationstechnik ist ein Sonderfall, bei

Abbildung 18: Einsatzbereich Effiziente Planungsprozesse

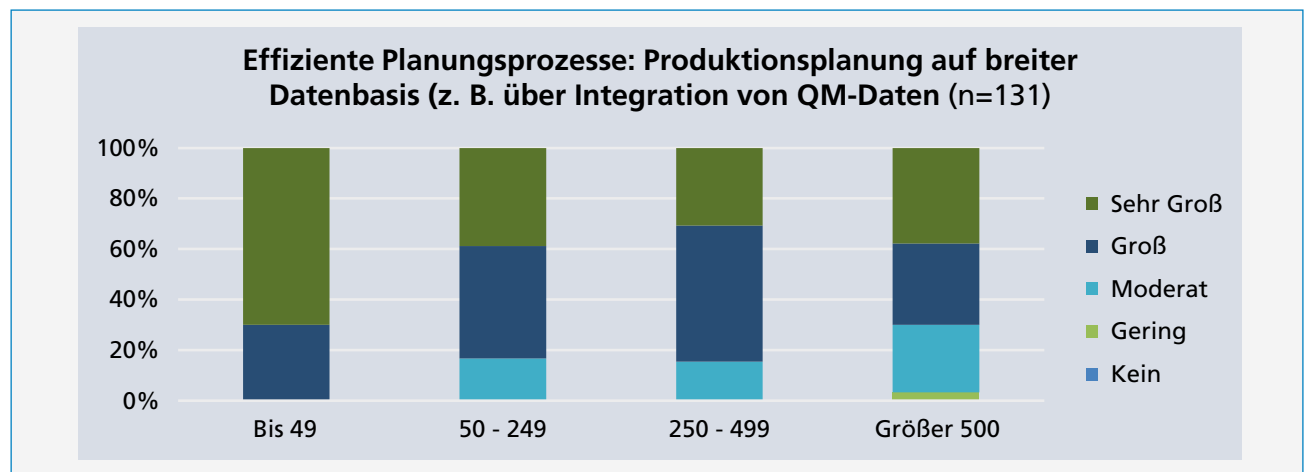
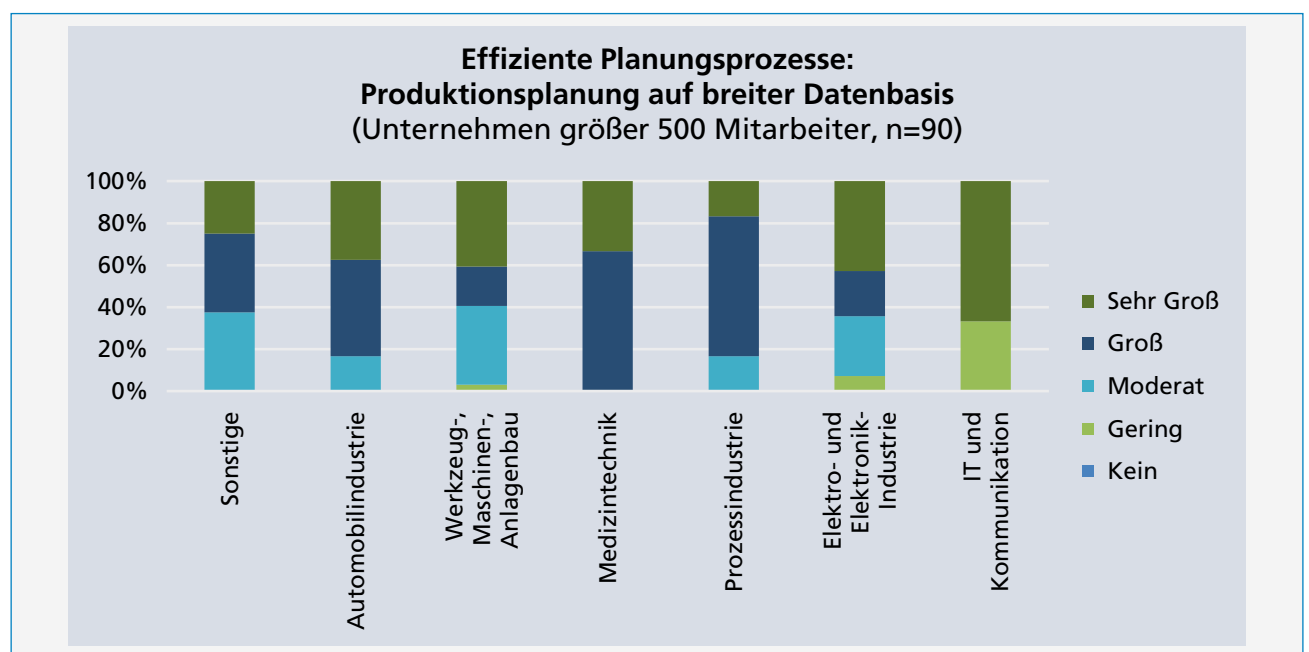


Abbildung 19: Einsatzbereich Effiziente Planungsprozesse, Unternehmen größer 500 Mitarbeiter



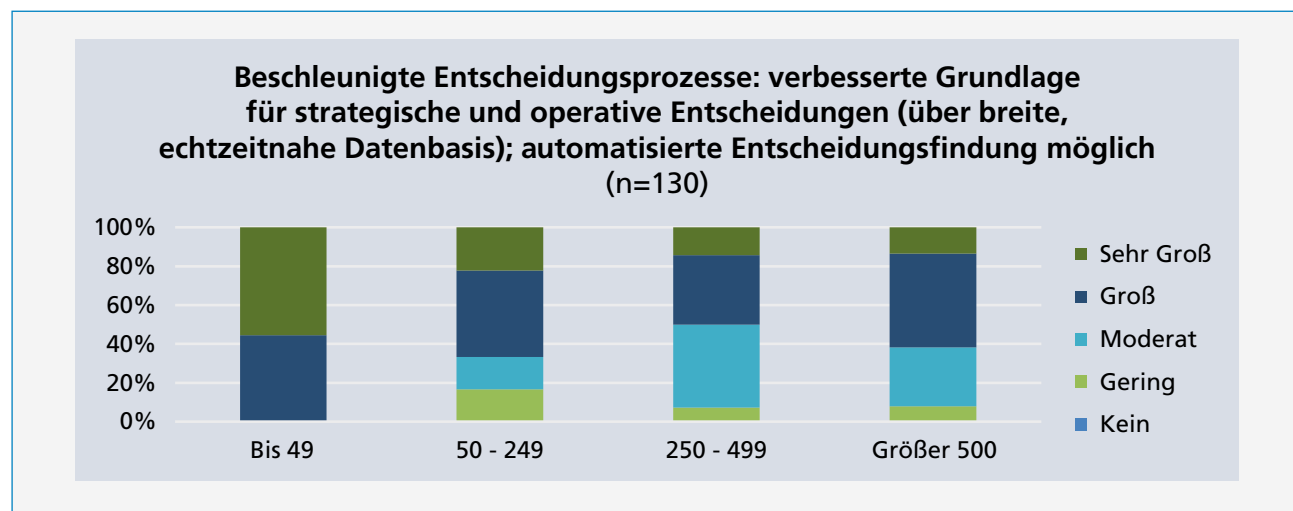
welchem sich sehr große (67%) und geringe Zustimmung (33%) gegenüberstehen. In der Prozessindustrie und Automobilindustrie sieht nur ein niedriger Anteil der Befragten einen geringen bis moderaten Einfluss (17%), wohingegen in der Medizintechnik alle Befragten der Meinung sind, dass ein großer bis sehr großer Einfluss existiert. Die hohen Zustimmungswerte zur Effizienzsteigerung von Planungsprozessen durch Big Data in der Medizintechnik sowie der Automobilindustrie und Prozessindustrie ist vermutlich mit der dort vorherrschenden Komplexität zu erklären. Während sich diese bei der Medizintechnik maßgeblich auf das Produkt bezieht, umfasst sie in der Prozessindustrie insbesondere die großtechnischen Anlagen und in der Automobilindustrie die Komplexität der Werke. Zu erwähnen ist dabei, dass sich in der Elektro- und Elektronikindustrie sowie im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau ein eher gegensätzliches Stimmungsbild mit einer Vielzahl von Skeptikern ergibt (36% bzw. 40%). Auch diese Branchen sind mit einer steigenden Komplexität konfrontiert [1]. Darüber hinaus zeigen auch erste Pilotprojekte den Nutzen von Big-Data-Lösungen für Planungsprozesse. So verdeutlichen einerseits erfolgreiche Predictive-Maintenance-Beispiele bei ZF Friedrichshafen oder Kaeser, dass ungeplante Stillstandszeiten reduziert werden können und damit das geplante Produktionsprogramm mit weniger Ausfällen abgearbeitet werden

kann [40, 41]. Andererseits können auch Produktionsplanung und Anlagenplanung intelligent unterstützt werden, wie beispielsweise SCHOTT in der Schweiz in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA zeigt [42].

Beschleunigte Entscheidungsprozesse: Verbesserte Grundlage für strategische und operative Entscheidungen

Der Anwendungsbereich beschleunigter Entscheidungsprozesse, wonach Daten eine verbesserte Grundlage für strategische und operative Entscheidungen bilden, zeigt eine interessante Auffälligkeit hinsichtlich der Unternehmensgrößen (vgl. Abbildung 20). Während für Unternehmen mit mehr als 50 Mitarbeitern die Zustimmungswerte für einen großen bis sehr großen Einfluss bei 50-66% liegen, gehen alle Befragten (100%) in kleinen Unternehmen davon aus, dass hier ein großer bis sehr großer Einfluss vorliegt. Dies ist insofern auffällig, als dass kleinen Unternehmen und besonders Startups eigentlich flache Hierarchien und schnelle Entscheidungsprozesse nachgesagt werden. So gaben im Deutschen Startup Monitor 2016 33,9% der Befragten an, nur eine Hierarchiestufe zu haben – 95,3% haben maximal drei Hierarchiestufen. Auch sahen nur 6% der Befragten interne Organisation und Prozesse als maßgebliche Herausforderung an [43]. Dennoch wird von der Mehrheit der Befragten aus Unternehmen mit

Abbildung 20: Einsatzbereich Beschleunigte Entscheidungsprozesse



weniger als 50 Mitarbeitern hier ein sehr großer Einfluss gesehen. Gleichzeitig stammt die Mehrheit dieser Befragten aus der IT und Kommunikationstechnik, also einer Branche mit einem enormen Wettbewerbs-, Innovations- und somit Entscheidungsdruck. Dass dieser Entscheidungsdruck zunehmend auch auf andere Branchen und Unternehmensgrößen einwirkt, zeigen existierende Studien [44]. Eine Mehrheit der Befragten war hier jedoch der Meinung, dass für Entscheidungen nicht die passenden Daten zur Verfügung stehen – ein klarer Ansatzpunkt für Big-Data-Analysen.

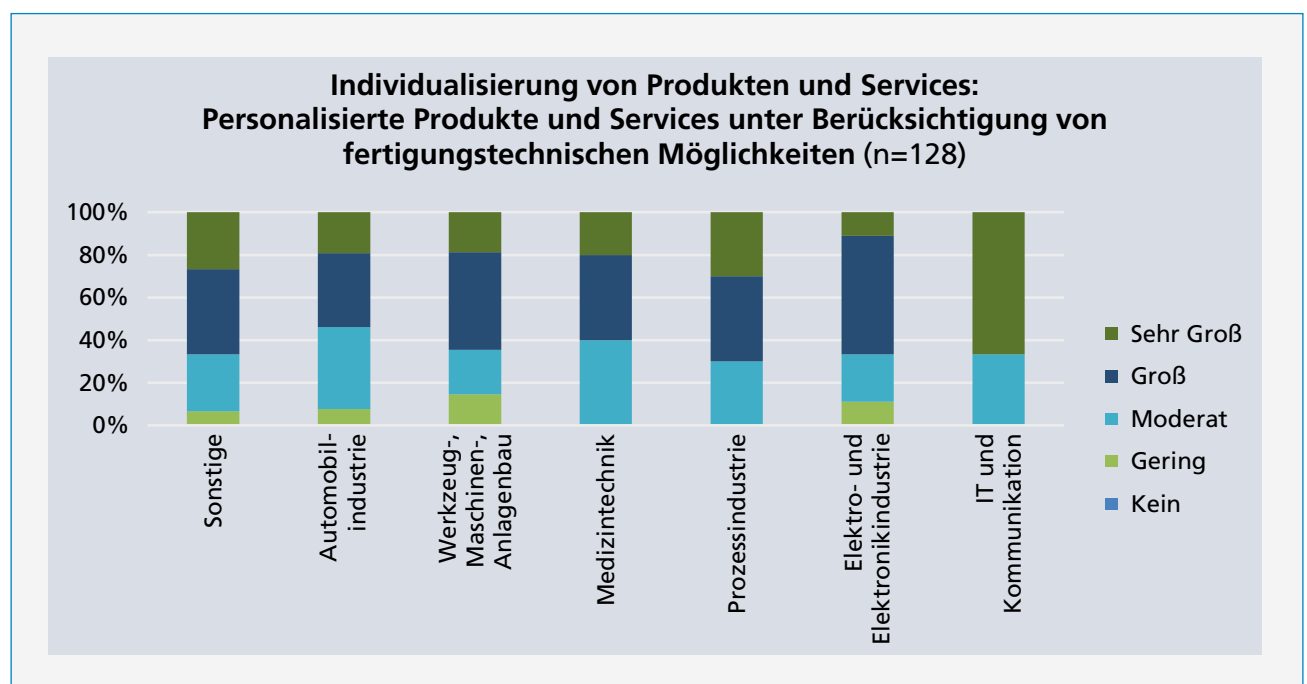
Individualisierung von Produkten und Services:

Personalisierte Produkte und Services unter Berücksichtigung von fertigungstechnischen Möglichkeiten

Für die Individualisierung von Produkten und Services erwarten die Befragten über alle Branchen hinweg einen mehrheitlich positiven Einfluss (vgl. Abbildung 21). Überwiegend Zustimmung findet das Anwendungsszenario in der IT und

Kommunikationstechnik (67% sehr groß). Eine weniger stark ausgeprägte Zustimmung findet sich in der Medizintechnik mit 60% und der Automobilindustrie mit 54% (groß bis sehr groß). Während die Medizintechnik als B2B-Geschäft (Unternehmen zu Unternehmen, engl. Business to Business) charakterisiert werden kann, bewegen sich die Automobilhersteller im B2C-Geschäft (Unternehmen zu Kunde, engl. Business to Customer). Gerade im schnelllebigen B2C-Geschäft ist es deshalb verwunderlich, dass das Potenzial der Individualisierung in der Automobilindustrie am niedrigsten eingeschätzt wird. Insbesondere deshalb, weil die Differenzierungsstrategie der deutschen Premiumhersteller auf individuelle Produkte ausgerichtet ist. Andere B2C-Branchen wie der Handel sehen in der Nutzung von Big Data für die Produkt- und Serviceindividualisierung ein deutlich höheres Potenzial und setzen diese Technologien bereits gezielt ein [5]. Da davon auszugehen ist, dass auch die Automobilindustrie an kundenindividuellen Produkten und Services interessiert ist, mangelt es hier ge-

Abbildung 21: Einsatzbereich Individualisierung von Produkten und Services



benenfalls an geeigneten Pilotprojekten oder Unterstützungsangeboten durch Forschungsinstitute und Dienstleister. Wenig überraschend ist die große Zustimmung in der IT und Kommunikationstechnik. Branchengrößen wie Microsoft oder Google setzen bereits massiv Big-Data-Analytik ein, um Produkte und Services zu individualisieren.

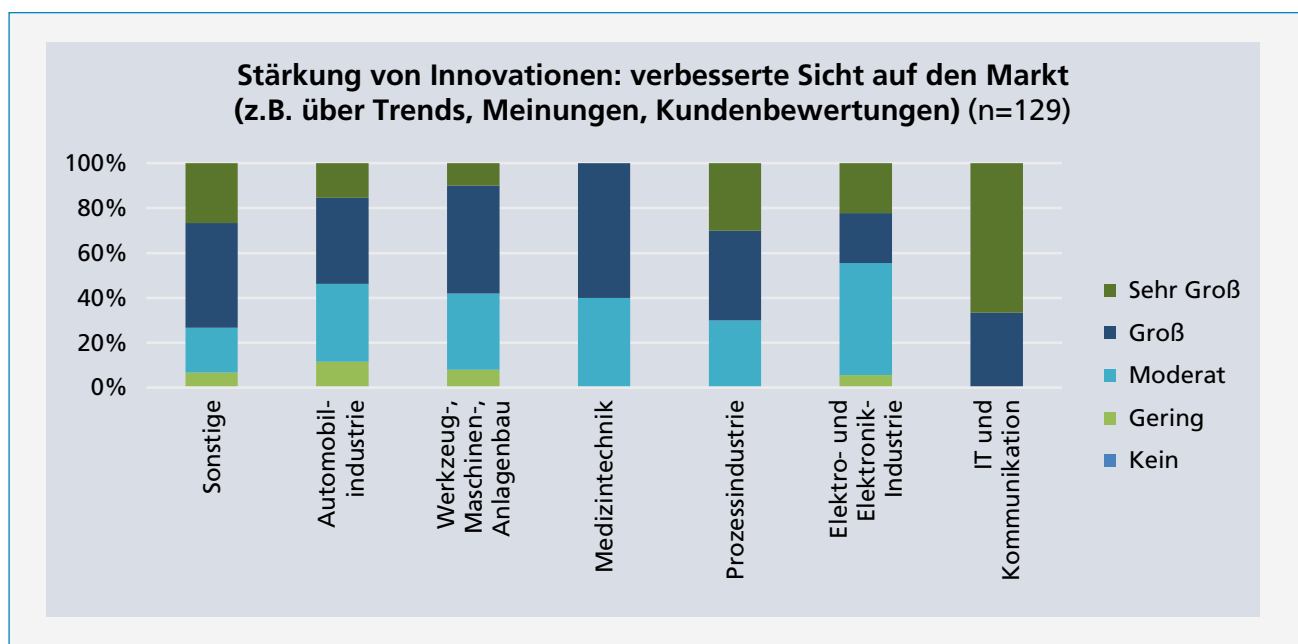
Stärkung von Innovationen:

Verbesserte Sicht auf den Markt

Wie beim Anwendungsbereich Individualisierung von Produkten und Services zeigt sich auch bei der Stärkung von Innovationen durch eine verbesserte Sicht auf den Markt eine mehrheitlich positive Erwartung der Befragten (vgl. Abbildung 22). Mit wiederum 67% sehr großer Zustimmung sticht die IT und Kommunikationstechnik heraus. Auch hier liegt die Schlussfolgerung nahe, dass dies in der derzeit schon großflächigen Anwendung begründet ist [5]. So nutzen beispielsweise Facebook oder Google ihre Nutzerdaten nicht nur zur zielgruppengerechten Werbung, sondern auch umfassend dafür, ihre

Nutzer und damit Kunden besser einzuschätzen und die eigenen Produkte und Services dahingehend weiterzuentwickeln [45]. Dass dieses Vorgehen nicht nur für die IT-Branche interessante Services ermöglicht, zeigt beispielsweise die kundenorientierte Weiterentwicklung des Angebots der Daimler-Tochter Fleetboard [46]. Vergleichsweise gering fällt die Zustimmung in der Elektro- und Elektronikindustrie aus – nur 44% gehen hier von einem großen bis sehr großen positiven Einfluss aus. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt in der starken Ausrichtung der deutschen Elektro- und Elektronikindustrie auf komplexe Baugruppen für das B2B-Geschäft. Dadurch sind deren Produkte weniger marktgetrieben und häufig kundenindividuell. Nichtsdestotrotz bieten sich auch hier interessante Chancen, die eigenen Geschäftsmodelle durch bessere Marktkennntnisse um zusätzliche Services zu erweitern – SEW-EURODRIVE hat dies beispielsweise schon erkannt und verfolgt erste Pilotprojekte [47]. Diese Potenziale gelten darüber hinaus auch besonders für den Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau.

Abbildung 22: Einsatzbereich Stärkung von Innovationen



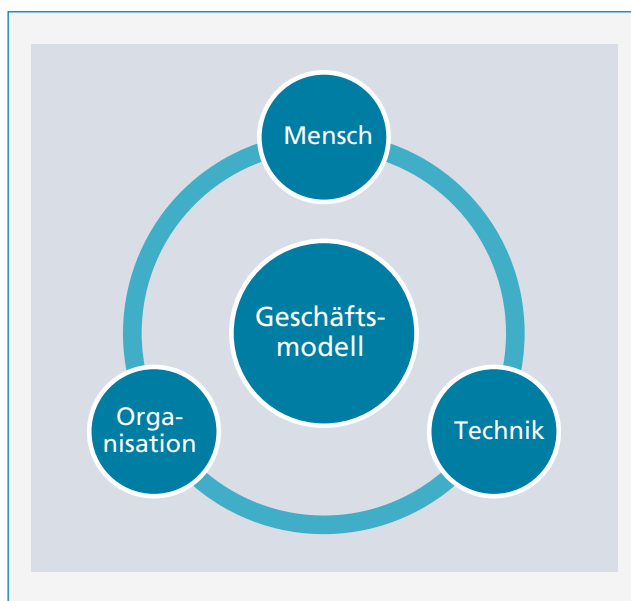




5. WIE SICH PRODUZIERENDE UNTERNEHMEN VERÄNDERN

Unternehmen können als soziotechnisches System beschrieben werden. Diese Systeme beruhen auf der Interaktion zwischen Mensch, Technik und Organisation, die in einer Abhängigkeit zueinander stehen. Werden neue Technologien und Verfahren eingebracht, entsteht nur dann der gewünschte Erfolg, wenn alle Dimensionen – Mensch, Technik und Organisation – betrachtet und entsprechend berücksichtigt werden [48]. Durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung wird es für Unternehmen zudem wichtiger, auch die eigene Geschäftstätigkeit und Positionierung im Wettbewerbsumfeld zu hinterfragen [49]. Als vierte Betrachtungsdimension kommen deshalb die Geschäftsmodelle der Unternehmen hinzu. (vgl. Abbildung 23)

Abbildung 23: Veränderungsdimensionen



»Die großen Veränderungen durch Big-Data-Analysen betreffen alle Branchen und Unternehmensgrößen.«

Dr. Michael Zaun, Geschäftsführer
gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH

Bezüglich Veränderungen in produzierenden Unternehmen waren sich nahezu sämtliche Umfrageteilnehmer einig: 93,6% der Befragten rechnen damit, dass sich durch die Einführung von Big-Data-Analytik die Anforderungen und Aufgaben in Unternehmen verändern werden. Um diese Veränderungen zu konkretisieren, wurden Hypothesen gebildet, welche die vier Dimensionen (Mensch, Technik, Organisation und Geschäftsmodell) eines Unternehmens näher untersuchen.

»Auf den Maschinen- und Anlagenbau kommt aufgrund seiner Doppelrolle – Anwender und Ausstatter – ein besonderer Druck durch die Digitalisierung und Big Data zu.«

Dr. Moritz Hämmerle
Projektleiter Future Work Lab, Fraunhofer IAO



5.1. Veränderung der Arbeit für den Menschen

Je mehr Aufgaben von intelligenten IT Systemen in Unternehmen übernommen werden, desto mehr Wissen geht bei den Mitarbeitern verloren.

Diese These, wonach das Wissen von Mitarbeiter in ihrem Unternehmen verloren geht, wenn diverse Aufgaben von intelligenten IT-Systemen übernommen werden, wird kontrovers betrachtet (vgl. Abbildung 24). Sowohl bei großen als auch kleinen und mittleren Unternehmen aller Branchen gibt es Befürworter und Ablehner der These, wobei letzte in Summe mit 59% (Zustimmung) leicht in der Mehrheit sind. Zustimmung

Abbildung 24: Wissensverlust bei Mitarbeitern durch intelligente IT-Systeme

»Gerade in Unternehmen, wo es auf die langjährige Erfahrung von Mitarbeitern ankommt, ist es wichtig, diese mit möglichen Algorithmen zu verknüpfen. Dieses Erfahrungswissen abzubilden ist sicher eine der größten Schwierigkeiten.«

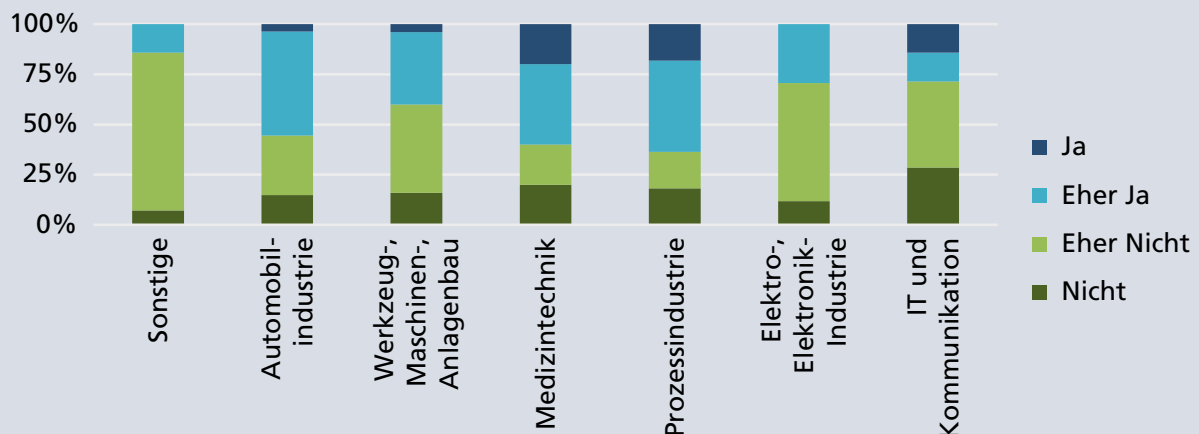
Heinrich Kocks, Betriebsleiter, IAVF Antriebstechnik GmbH

»Der Technologische Wandel hat die Arbeit in jeder Industriellen Revolution drastisch verändert – das war bereits im 19. Jahrhundert der Fall und die Veränderungen durch die vierte Industrielle Revolution werden ebenfalls disruptiv sein. Dennoch wird der Mensch durch die Einführung von Big-Data-Analytik nicht ersetzt.«

Thilo Zimmermann

Projektleiter Future Work Lab, Fraunhofer IPA

Zustimmungswerte zur These: Je mehr Aufgaben von intelligenten Systemen in Unternehmen übernommen werden, desto mehr Wissen geht bei den Mitarbeitern verloren (n=131)



findet die These besonders in der Automobilindustrie (56%), der Medizintechnik (60%) und der Prozessindustrie (63%). Im Automobilsektor und der Prozessindustrie sind gegebenenfalls durch einen generell höheren Automatisierungsgrad und die immer komplexer werdenden Prozesse erste Erfahrungen im Verlust von Erfahrungswissen gemacht worden. Die hohe ablehnende Quote der These im IT- und Kommunikationssektor (72%) sowie in der Elektro- und Elektronikindustrie (71%) unterstützen diese Annahme. Mitarbeiter in diesen Bereichen lernen durch die Implementierung und Entwicklung von intelligenten Systemen derzeit mehr hinzu. Die aufstrebende Bedeutung dieser Branche ist daher, bezogen auf diese These, gegensätzlich zur Automobil- und Prozessindustrie.

Wenn die Digitalisierung und die Vernetzung in der Produktion weiter voranschreiten, dann ändern sich die notwendigen Qualifikationen der Mitarbeiter.

Eindeutig sehen die Befragten, dass sich infolge der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion die Qualifikationen der Mitarbeiter ändern werden (vgl. Abbildung 25). 98,6% stimmten dieser These zu oder eher zu. In kleinen und mittleren Unternehmen bis 49 Mitarbeiter wurde die These sogar mit 82% mit einem klaren »Ja« be-

»Unternehmen reagieren bisher nur begrenzt auf die Veränderungen der notwendigen Qualifikationen. Innovationslabore wie das Future Work Lab bieten hier große Chancen, Lernen, Erleben und praktisches Umsetzen in einem Umfeld anzubieten.«

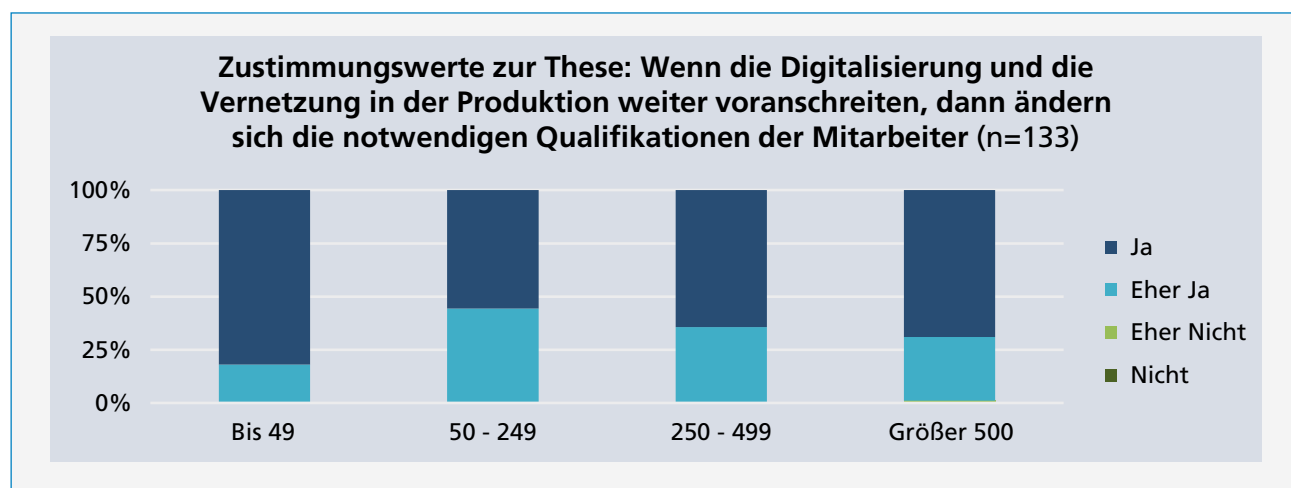
Dr. Moritz Hämmerle

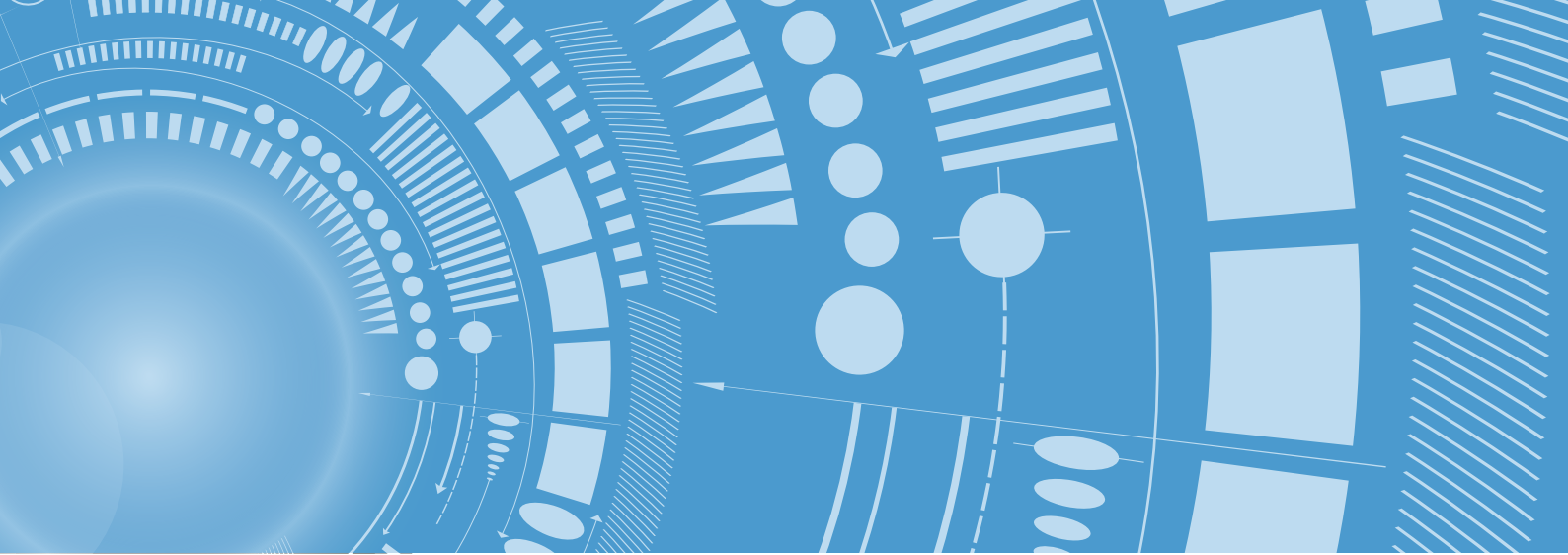
Projektleiter Future Work Lab, Fraunhofer IAO

antwortet. Besonders bei diesen kleinen Unternehmen können unter lang etablierten Firmen verstärkt Kompetenzen in den neuen digitalen Technologien fehlen. Zum anderen ist denkbar, dass Startups mit eben diesen Kompetenzen bereits Erfahrungen gemacht haben und somit die These bestätigen.

Im Zuge der Implementierung dieser neuen Technologien werden manche Aufgaben ganz ersetzt, bei anderen erhält der Mensch Unterstützung. Neue Aufgaben werden entstehen und erfordern daher neue Qualifikationen von Mitarbeitern [50]. Die größte Veränderung wird dabei sein, dass der Mensch zunehmend mit digitalen Werkzeugen kollaboriert. Auch die zunehmende Analyse von Daten erfordert neue Kenntnisse in den Bereichen Mathematik, Statistik, IT und entsprechendem Domänenwissen.

Abbildung 25: Veränderungen der notwendigen Qualifikationen von Mitarbeitern





5.2. Veränderung der Technik und Prozesse

Je früher man Wartungen und Instandhaltungen einplanen kann, desto effizienter können Maschinen und damit Produktionen betrieben werden.

Ein häufig genanntes Anwendungsszenario für Big-Data-Analytik stellt Predictive Maintenance dar. Gerade in der Produktion, respektive Fertigung, besteht ein großes Potenzial, welches durch die intelligente Auswertung von Maschinen und Umgebungsdaten ausgenutzt werden kann. Branchenunabhängig stimmten hier die Befragungsteilnehmer der These zu, wonach die Produktion effizienter betrieben werden kann, je früher Wartungen und Instandhaltungen eingeplant werden können (vgl. Abbildung 26). Besonders größere Unternehmen ab 50 Mitarbeiter stimmten der These eindeutig mit Ja zu (durchschnittlich 70%). Dies zeigt deutlich, dass Unternehmen aller Größen und Branchen mit Veränderungen durch Anwendungen wie Predictive Maintenance rechnen. Wie aus den beschriebenen Potenzialen abzuleiten ist, liegt in diesen Veränderungen eine große bis sehr große Möglichkeit, die Zielfaktoren der Produktion (Zeit, Kosten, Qualität, Flexibilität) positiv zu beeinflussen.

»Durch die intelligente Vernetzung der Daten können wir heute viel früher eingreifen.«

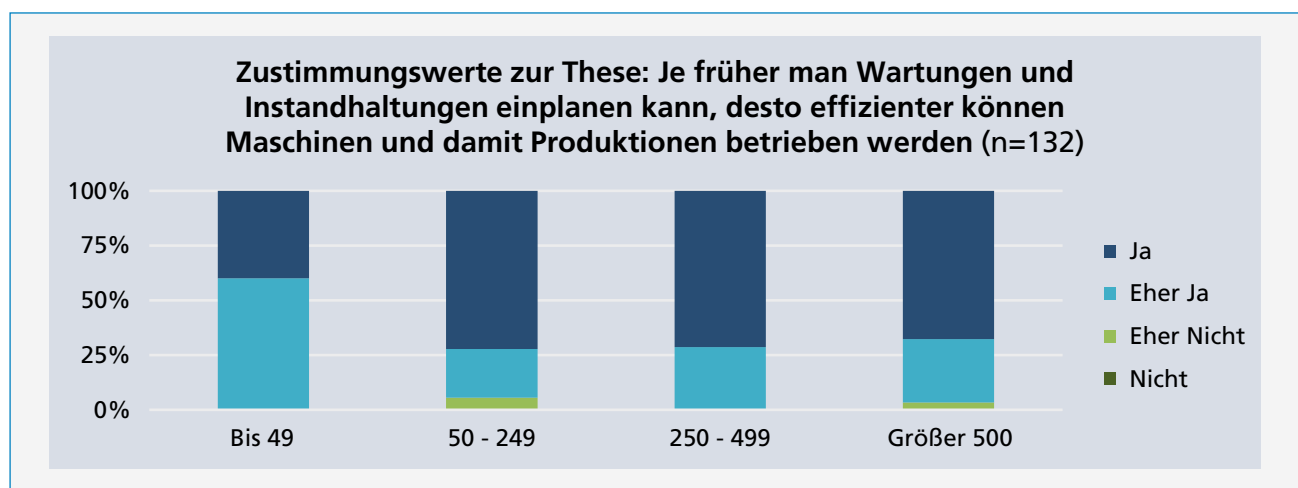
Thomas Kaeser, Geschäftsführer
Kaeser Kompressoren SE [41]

Verschiedene Unternehmen, wie SEW-EURODRIVE [51] oder Kaeser [41], beschäftigen sich derzeit bereits mit Technologien im Bereich Predictive Maintenance und haben erste Erfolge erzielt. Ungeplante Stillstandszeiten aufgrund von Verschleiß und nicht rechtzeitig durchgeführten Wartungen konnten somit minimiert werden.

Je mehr Daten analysiert werden, desto besser wird die Qualität von Prozessen und Produkten.

Eine Schlüsseleigenschaft von Big Data liegt in der möglichst echtzeitnahen Auswertung einer Vielzahl und Vielfalt an Daten. Unternehmen erwarten mit geeigneten Analysetechniken eine Veränderung in der Qualität von Prozessen und Produkten. Die Teilnehmer aller Unternehmensgrößen sind sich einig, dass die Qualität besser wird, je mehr Daten analysiert

Abbildung 26: Effizienter Betrieb durch frühzeitig geplante Wartungen und Instandhaltungen





werden (vgl. Abbildung 27). Bei den größeren Unternehmen ab 250 Mitarbeiter gibt es jedoch eine leichte Skepsis (14%, 10% ablehnende Haltung).

Unterschiede zeigen sich bei der Betrachtung der Branchen (vgl. Abbildung 28). Stark überzeugt von der These ist besonders die IT- und Kommunikationsbranche (80% Ja, 20% eher

Ja). Durch ihre Erfahrung in der Auswertung von Daten sieht die Branche sicherlich am deutlichsten, welche Veränderungen möglich sind, was sich auch in der Einschätzung des Potenzials gezeigt hat. Des Weiteren ist auch die Prozessindustrie stark von der These überzeugt (100% eher Ja). Zurückzuführen ist das sicherlich auf die hochkomplexen Prozesse, welche zum Teil heute noch nicht vollständig verstanden sind. Mit einer

Abbildung 27: Qualitätsverbesserungen durch Datenanalyse nach Unternehmensgröße

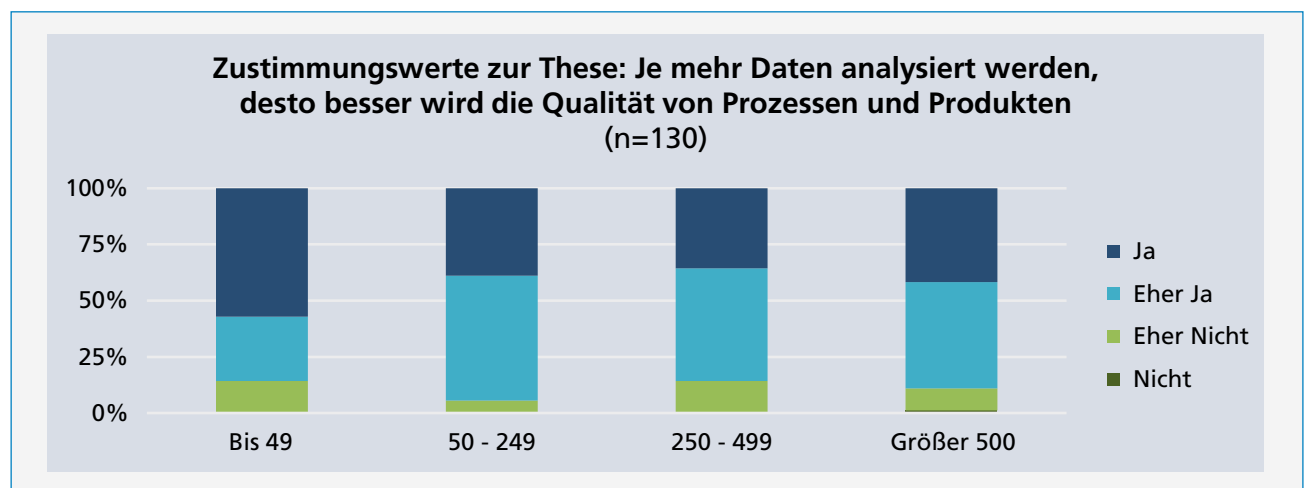
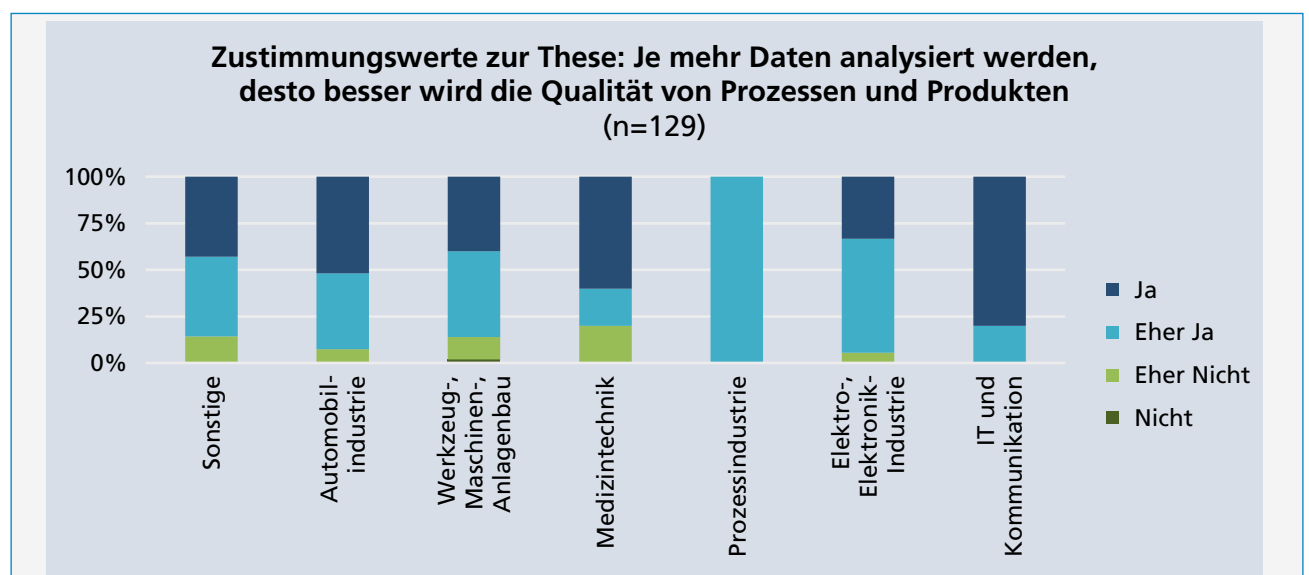


Abbildung 28: Qualitätsverbesserungen durch Datenanalyse nach Branche



Analyse auf einer breiten Datenbasis können hier sicher weitere Fortschritte erzielt werden. Uneinigkeit herrscht dagegen in der Medizintechnik. Obwohl ein Großteil von 80% die These bejaht, sehen 20% kein Potenzial in der Auswertung von immer mehr Daten.

»Massendaten verändern Geschäftsprozesse«

Gerd Jährling, Senior Solution Architect Big Data
Capgemini Deutschland GmbH [52]

Sicherlich muss bei der hier genannten These beachtet werden, welche Daten herangezogen werden und wie diese Verwendungen finden. Besonders in der Medizintechnik muss mit den zum Teil hochsensiblen Daten, beispielsweise von Patienten, speziell verfahren werden.

Daten auszuwerten und effizient zu nutzen. Unterschiedliche Dokumente und Datenformate bereiten bei der Interaktion mit Kooperationspartner generell einen Mehraufwand und es kann zu Inkompatibilitäten beim Datenaustausch kommen [53].

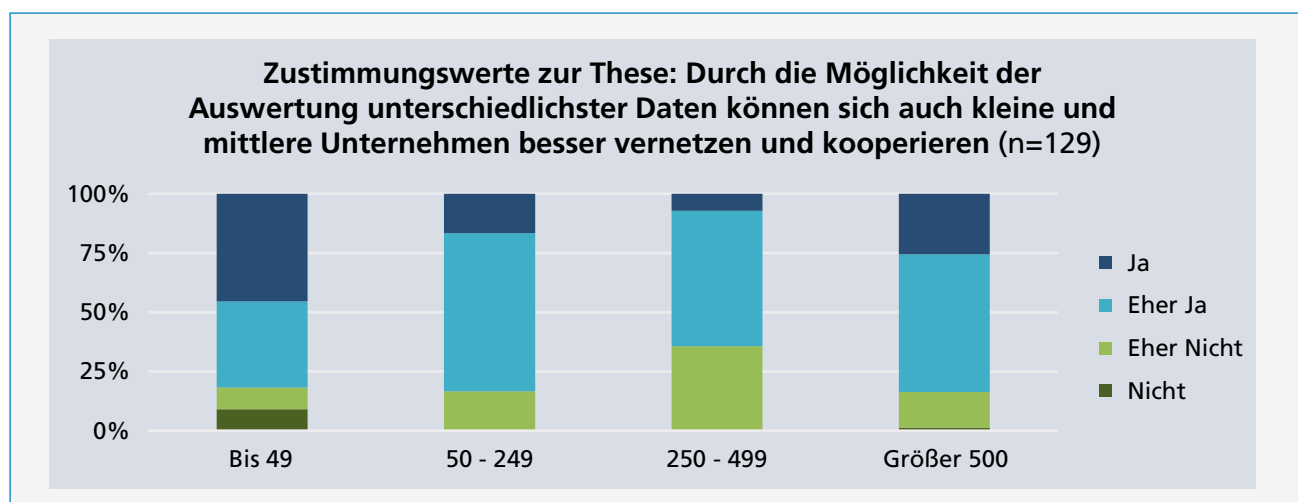
5.3. Veränderung der Organisation

Durch die Möglichkeit der Auswertung unterschiedlichster Daten können sich auch kleine und mittlere Unternehmen besser vernetzen und kooperieren.

Nach Ansicht der Studienteilnehmer kommt es durch Big-Data-Analytik zu Veränderungen in der Vernetzung und Kooperation von kleinen und mittleren Unternehmen (vgl. Abbildung 29). Big-Data-Analytik ermöglicht es, unterschiedlichste

Der Großteil der Unternehmen glaubt, dass sich dieser Wandel vollziehen wird. Besonders große Firmen mit mehr als 500 Mitarbeitern stimmten der These mit 84% zu. Kleine und mittlere Unternehmen sehen diesen Wandel ebenfalls, jedoch gibt es hier mit 18 bis 36% deutlich mehr Skeptiker. Erklärbar ist das zum einen dadurch, dass größere Unternehmen bereits Vorzüge aus der internen Vernetzung kennen und sich hier einheitliche Datenstandards bewährt haben. Kleineren Unternehmen fehlen häufig geeignete Anwendungsbeispiele, um die Möglichkeiten einer Vernetzung ohne Umstellung der

Abbildung 29: Bessere Vernetzung sowie Kooperation kleiner und mittelständischer Unternehmen





eigenen Systeme zu erkennen. Erste Dienstleister bieten hierfür bereits Plattformen an, auf denen sich, wie im Virtual Fort Knox (VFK), Anbieter und Nutzer von Software vernetzen können. Das VFK bietet dabei den Vorteil, dass »produzierende Unternehmen unkompliziert und kostengünstig in die Welt der digitalen Produktion einsteigen oder sich an den steigenden Bedarf vernetzter und flexibler Produktion anpassen« [54]. Eine weitere digitale Plattform zur Vernetzung und Integration aller Schritte entlang der Wertschöpfungskette bietet AXOOM. Ähnlich dem Virtual Fort Knox bietet auch die AXOOM-Plattform die Möglichkeit, Maschinen verschiedener Hersteller anzubinden. Sie kann durch Softwarelösungen erweitert werden [55].

Mit der Vernetzung von Dienstleistungen anderer Unternehmen verändert sich der Handlungsspielraum von kleinen und mittelständischen Unternehmen auf dem Markt, ohne dass sie dabei selbst Softwarelösungen entwickeln müssen. Sie können neue Aufträge erzielen, indem sie ein breiteres Kooperationsnetzwerk nutzen und attraktiver für neue Kunden sind.

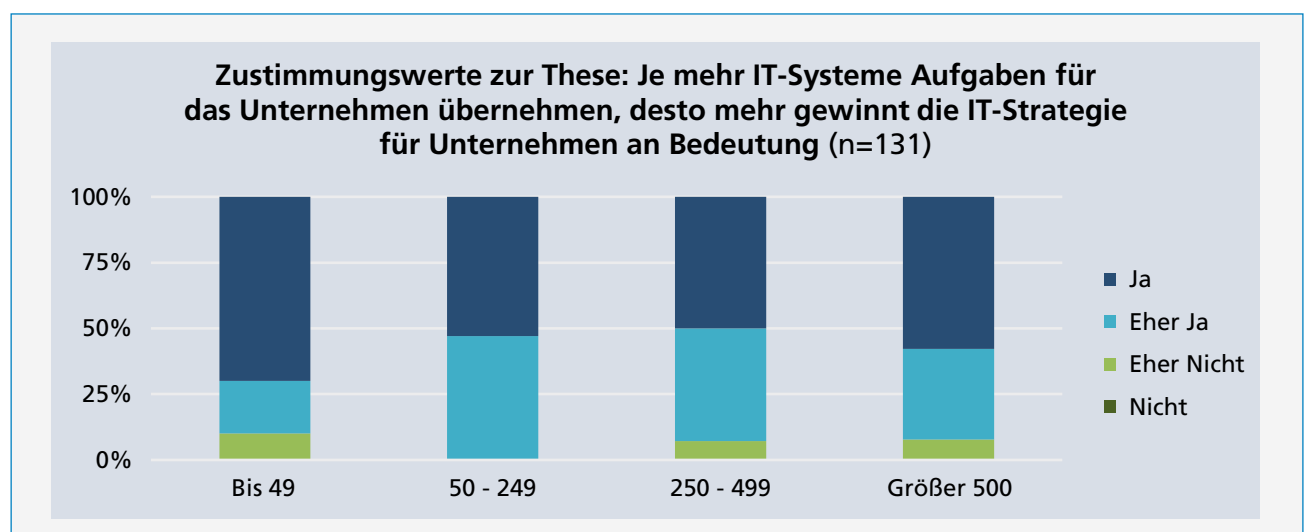
Je mehr IT-Systeme Aufgaben für das Unternehmen übernehmen, desto mehr gewinnt die IT-Strategie für Unternehmen an Bedeutung.

Bei der Bedeutung der IT-Strategie für das eigene Unternehmen sind sich die Befragungsteilnehmer durchweg einig (vgl. Abbildung 30). Mehr als 50% gehen stark davon aus, dass deren Bedeutung zunimmt, nahezu alle stimmen dem eher zu (Ausnahme 7% der Unternehmen über 250 Mitarbeiter). Dies ist auf einen massiven Anstieg an digitalen und vernetzten IT-Systemen sowohl direkt in der Produktion, als auch im indirekten Bereich zurückzuführen. Um geeignete IT-Systeme bedarfsgerecht auswählen zu können, diese gegebenenfalls zu programmieren oder anzupassen, bedarf es einer Veränderung in der IT-Strategie.

»Mit dem wachsenden Portfolio der CIOs werden auch die IT-Abteilungen immer stärker als strategische Funktion betrachtet.«

The Economist Intelligence Unit [56]

Abbildung 30: Bedeutung der IT-Strategie





»Innerhalb nur weniger Jahrzehnte veränderte sich der Verantwortungsbereich und das Entscheidungsfeld des CIO vom Abteilungsleiter Rechenzentrum zum Innovationsmanager.«

Prof. Dr. Helmut Krcmar, Professor am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, TU München [57]

Dank der Vielzahl an Innovationen, die heute aus IT-Technologien entstehen, ergeben sich nicht nur neue Produkte, es kommt auch zu Veränderungen im Geschäftsmodell der Firmen. Insbesondere neue Geschäftsmodelle basieren auf digitalen Strukturen und müssen daher große Beachtung finden. Dies ist nur zu erreichen, wenn sich Unternehmen stärker auf die IT-Strategie fokussieren. Veränderungen in der Aufbaustruktur, welche die Bedeutung der IT-Strategie hervorheben, sind daher unumgänglich.

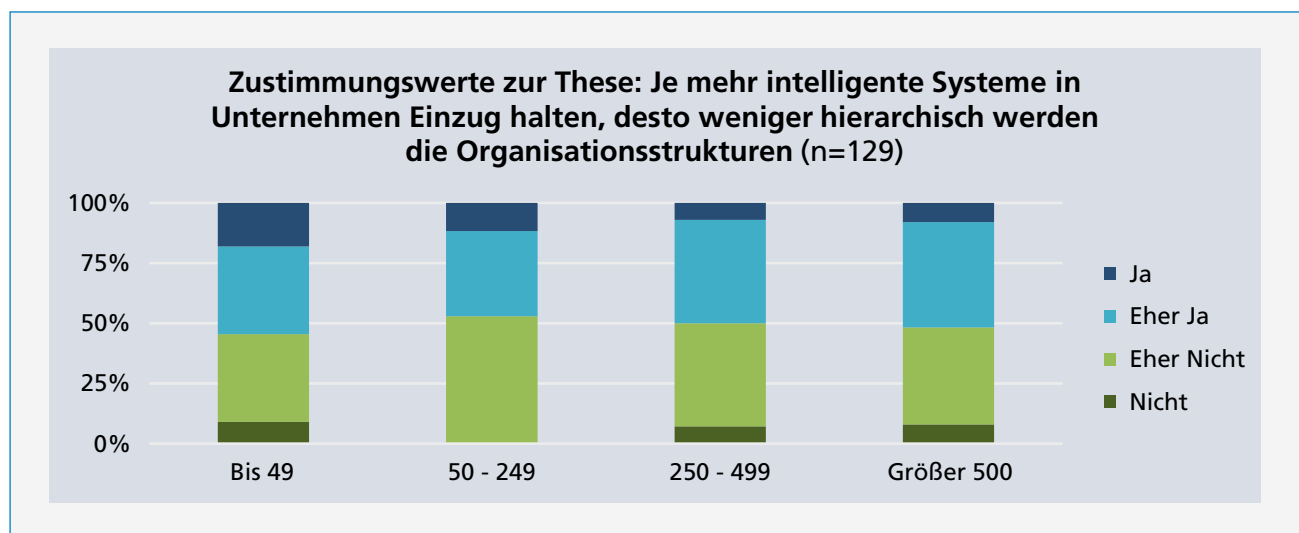
Je mehr intelligente Systeme in Unternehmen Einzug halten, desto weniger hierarchisch werden die Organisationsstrukturen.

Dieser These liegt die Annahme zugrunde, dass der Einsatz von intelligenten Systemen in Unternehmen für Veränderungen in der Aufbauorganisation der Unternehmen sorgen. Es ist durchaus als kontrovers anzusehen, ob die verwendete Technologie eines Unternehmens Einfluss auf die Organisationsstruktur haben kann. Umso interessanter sind die erfassten Rückmeldungen dazu: Die Befragungsteilnehmer haben eine geteilte Meinung zu der These. Bezogen auf die Unternehmensgröße lässt sich kein Trend erkennen (vgl. Abbildung 31). So liegen die Zustimmungswerte zwischen 54% (bis 50 Mitarbeiter) und 50% (50 – 500 Mitarbeiter). Lediglich die

»Wissensarbeiter müssen in Zukunft effizienter zusammenarbeiten. Hierarchien sind dafür heute nicht mehr zielführend.«

Sabine Bendiek, Vorsitzende der Geschäftsführung Microsoft Deutschland GmbH [58]

Abbildung 31: Hierarchieveränderungen durch intelligente IT-Systeme nach Unternehmensgröße





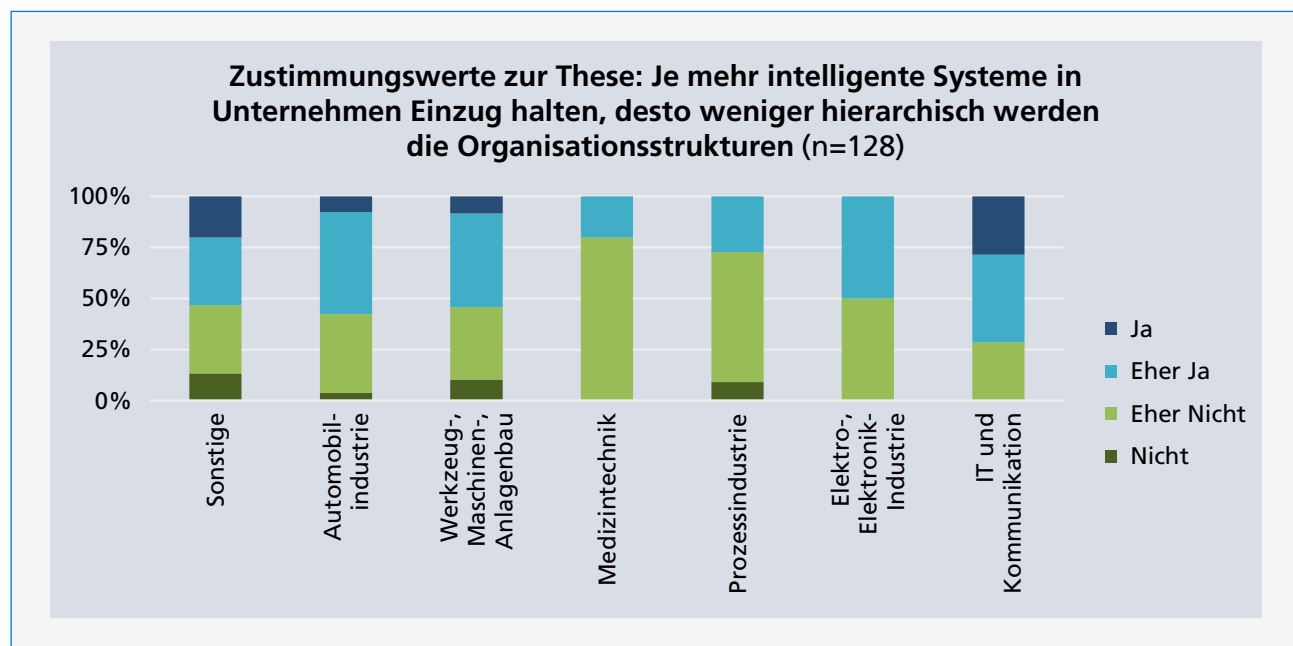
Betrachtung der branchenspezifischen Ergebnisse (vgl. Abbildung 32) zeigt, dass die Medizintechnik und Prozessindustrie die These stark ablehnen (80%, 73%). Komplexe und stark automatisierte Anlagen, besonders in der Prozessindustrie, lassen hier vermutlich weniger Spielraum zur Anpassung der Aufbauorganisation. Hingegen zeigen IT- und Kommunikationsunternehmen mit 72% Zustimmung, dass Veränderungen und eine Abflachung von Hierarchien möglich sind. Giersberg führt hier als Beispiel Microsoft Deutschland an, wobei festgestellt wurde, dass sich Hierarchien bei Wissensarbeit als nicht effizient erweisen [58]. Auch der in der Automobilindustrie sowie im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau feststellbare Trend schließt auf eine Veränderung in der Aufbauorganisation. Automatisierte Produktionen sind hier sicher ein Grund für diese Annahme. Bei automatisierten Entscheidungsfindungen werden hier die Hierarchieebenen aufgeweicht und Mitarbeiter können direkt auf das System reagieren.

5.4. Veränderung des Geschäftsmodells

Je besser die Datenintegration zwischen Unternehmen, desto mehr kann man sich auf eigene Kernkompetenzen konzentrieren.

Den Wandel zu einem Fokus auf die eigenen Kernkompetenzen durch eine bessere Datenintegration zwischen Unternehmen sehen die meisten Unternehmen (vgl. Abbildung 33). Hier sind es speziell die kleineren Unternehmen bis 250 Mitarbeiter, die von dieser These überzeugt sind. Historisch bedingt fokussieren sich kleine und mittlere Unternehmen oft ausschließlich auf ihre Kernkompetenzen. Mit der Einführung digitaler Werkzeuge zur Vernetzung von Unternehmen tun sich diese Unternehmen oftmals schwer, da sie häufig individuelle Speziallösungen verwenden [53, 59]. Gerade deshalb sehen vermutlich kleinere Unternehmen mit geeigneten Big-Data-Anwendungen die Möglichkeit, sich weiter auf ihre

Abbildung 32: Hierarchieveränderungen durch intelligente IT-Systeme nach Branche



»Big-Data-Analysen führen zu disruptiven Veränderungen in den Geschäftsmodellen der Unternehmen – Produktionsdaten werden zunehmend wichtiger für Trendanalysen, Energieeinsparungspotenziale, Predictive Maintenance und die Integration entlang der Wertschöpfungskette.«

Dr. Michael Zaun, Geschäftsführer
gwk Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH

»Es werden spezialisierte Hubs entstehen, welche sich auf eine Aufgabe oder einen Fertigungsschritt konzentrieren und Anlagen bei Bedarf zuschalten können. Diese Hubs werden wahrscheinlich globale Kapazitäten an Lieferanten verkaufen.«

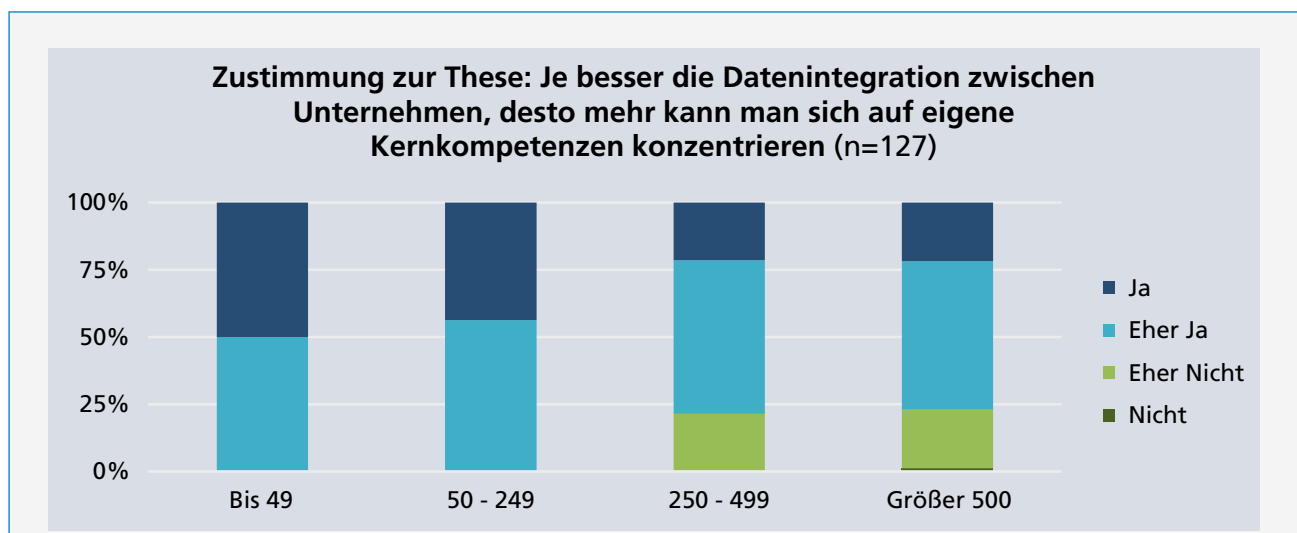
Michael Kornhuber, Geschäftsführer
delgate UG & Co. KG

Kernkompetenzen konzentrieren zu können, ohne verstärkt Data-Analytics-Kompetenzen aufbauen zu müssen.

Große Unternehmen sehen ebenfalls die Stärkung der Kernkompetenz. Jedoch lehnen 21% der Unternehmen über 250 Mitarbeiter die These eher ab. Grund dafür kann die Diversifizierung größerer Unternehmen sein. Oft liegen Kernkompetenzen in verschiedenen Bereichen, wobei diese durch umfangreiche indirekte Bereiche unterstützt werden. Dennoch

muss davon ausgegangen werden, dass Big-Data-Analysen zukünftig Unternehmen dabei unterstützen, die richtigen Antworten auf Fragen zu finden, mit denen die Kernkompetenzen gestärkt werden. Somit kann ein Unternehmen sein Geschäftsmodell effektiver auf seine Kernkompetenzen ausrichten, womit ein wirtschaftlicher Vorteil im globalen Wettbewerbsumfeld erzielt werden kann.

Abbildung 33: Konzentration auf Kernkompetenzen durch verbesserte Datenintegration



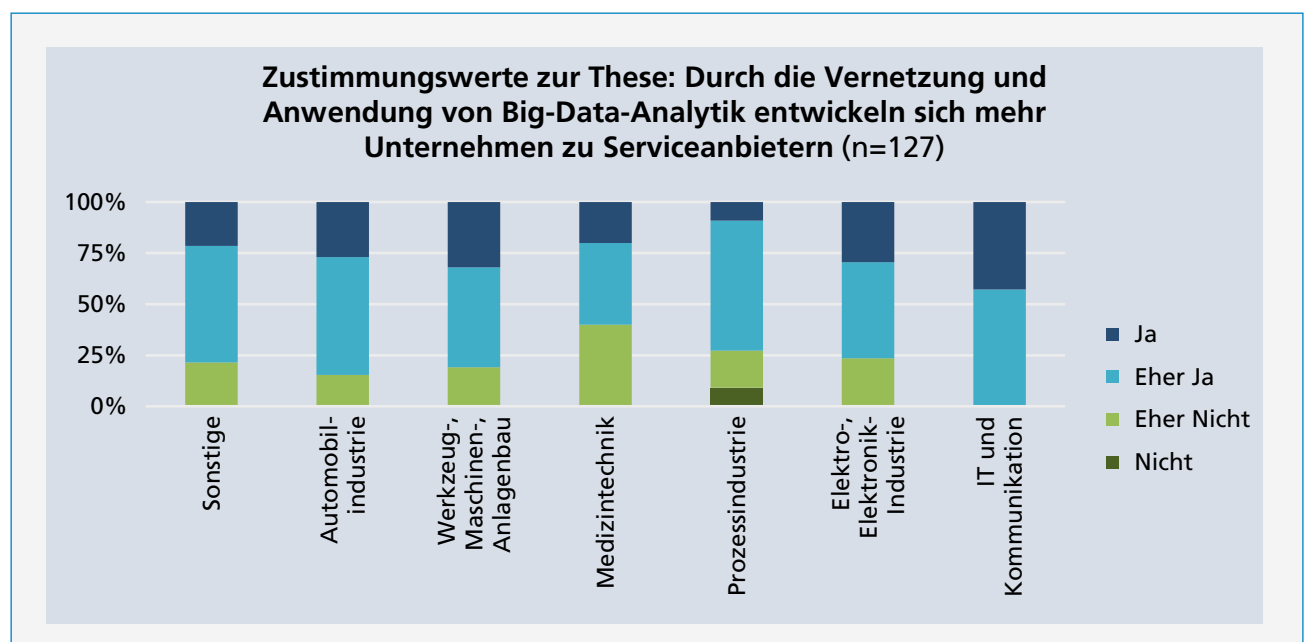
Durch die Vernetzung und Anwendung von Big-Data-Analytik entwickeln sich mehr Unternehmen zu Serviceanbietern.

Mit der fortschreitenden Vernetzung und der Anwendung von Big-Data-Analytik entwickeln sich nach Ansicht der Befragungsteilnehmer mehr Unternehmen zu Serviceanbietern (vgl. Abbildung 34). Die Zustimmungsrate liegt, bezogen auf die Unternehmensgröße, nahezu gleich hoch bei etwa 80%. Dies spiegelt sich auch in der Betrachtung der Branchen wider. Lediglich die Medizintechnik mit 60% und die IT- und Kommunikationsbranche mit 100% weichen davon ab.

Big-Data-Anwendungen erlauben es Unternehmen in Zukunft, Bedarfe und Kapazitäten besser kommuniziert zu können. Gemeinsam mit der bereits aufgezeigten Veränderung in der Fokussierung auf Kernkompetenzen können Unternehmen beispielsweise als Dienstleister für spezielle Fertigungsverfahren auftreten. Gleichzeitig können Serviceanbieter ge-

nutzt werden, um mit Hilfe von Big Data Fernwartung zu betreiben. Ein Beispiel für den Wandel vom Hersteller eines Produkts hin zum Dienstleister ist das Carsharing-Unternehmen car2go von Daimler. Daimler agiert hier nicht mehr nur als reiner Hersteller der Fahrzeuge, sondern erweitert sein Geschäftsmodell als Serviceanbieter für Mobilitätslösungen. Dabei profitiert Daimler sowohl als Serviceanbieter sowie als Hersteller. Mit den Sensoren im Auto entsteht eine Datenmasse, die (in Zukunft) echtzeitnah Daten bereitstellt, die analysiert werden können. Damit kann unter anderem das Wartungsintervall bedarfsgerecht angepasst werden und das Nutzungsverhalten für Forschungs- und Entwicklungszwecke genutzt werden [60]. Auch der Kompressor-Hersteller Kaeser liefert ein Beispiel aus dem Maschinen- und Anlagenbau mit seinem Produkt »Air as a Service«. Kaeser tritt hier nicht mehr als Gerätebauer auf, sondern vertreibt Leistung, konkret Druckluft, als Full-Service-Dienstleistung an seine Kunden. Notwendig hierfür sind eine exakte Abstimmung und Steuerung der Kompressoren – und damit eine ausreichende und qualitativ hochwertige Datenbasis sowie intelligente Analysetechnologien [41].

Abbildung 34: Entwicklung von Unternehmen zu Serviceanbietern





**Effizienz und
Arbeitsplatz**
Nutzen der ERM
Montageablauf

- Fehlerfreie Montage
- Vermeidung von Verschleiß und Ausfall
- Keine Einwirkung auf die Fertigung
- Geringe und variable Kosten
- Die Fertigung wird flexibler und effizienter

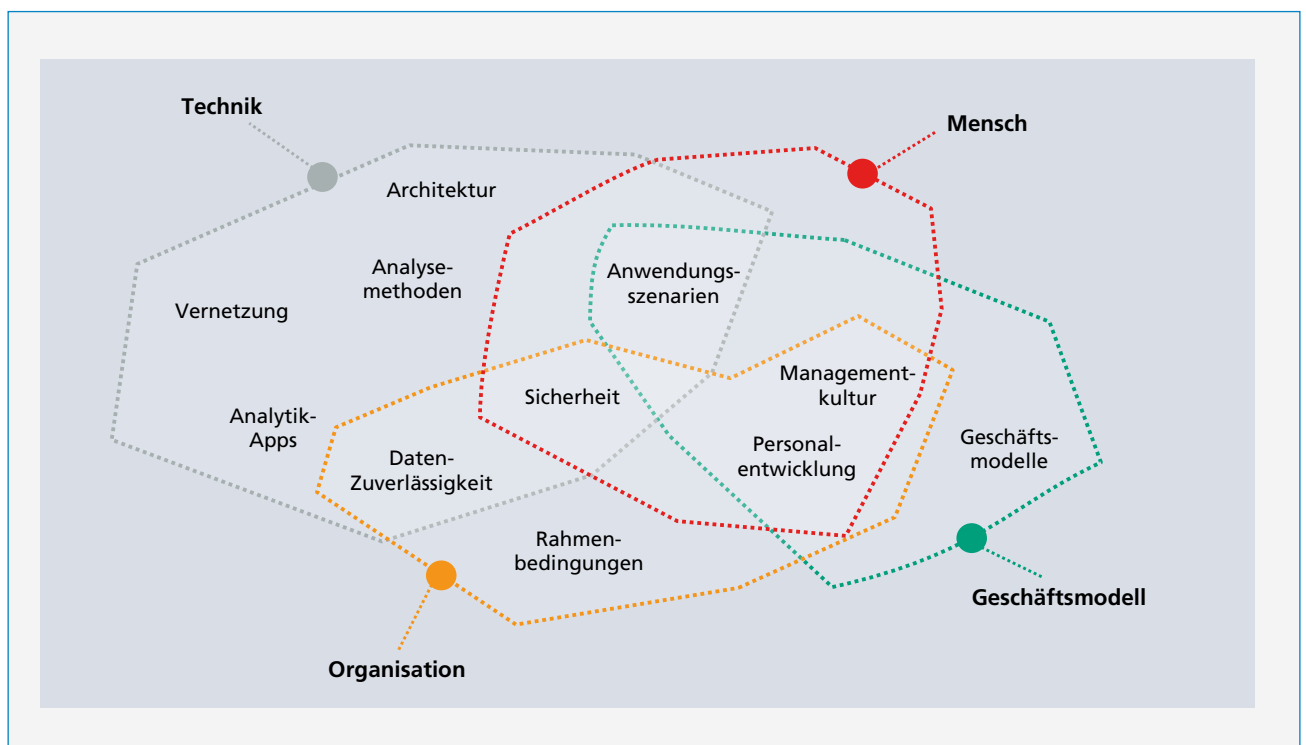
6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus den aufgezeigten Veränderungsdimensionen Mensch, Technik, Organisation und Geschäftsmodell (vgl. Kapitel 5) werden in diesem Kapitel Entwicklungsfelder identifiziert und darauf aufbauende Unterstützungsangebote abgeleitet. Ziel ist es, Entwicklungsfelder für Unternehmen sowie den dazugehörigen Forschungsbedarf aufzuzeigen. Darüber hinaus werden Unterstützungsangebote aufgezeigt, welche insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen bei der Adressierung dieser Entwicklungsfelder unterstützen.

6.1. Entwicklungsfelder – Bedarfe für die Industrie

Abbildung 35 zeigt die Zuordnung der nachfolgenden Entwicklungsfelder zu den Veränderungsdimensionen Mensch, Technik, Organisation und Geschäftsmodell. Dabei ist klar zu erkennen, dass die den Menschen betreffenden Entwicklungsfelder Schnittmengen mit allen weiteren Veränderungsdimensionen aufweisen. Das unterstreicht auch weiterhin die Wichtigkeit des Menschen, trotz oder gerade wegen der Einführung von Big-Data-Analysen.

Abbildung 35: Zuordnung der Entwicklungsfelder zu den Veränderungsdimensionen (in Anlehnung an [61])



Personalentwicklung

Die Ergebnisse der Befragung zeigen klar, dass über alle Branchen und Unternehmensgrößen hinweg mit einer Veränderung der Anforderungen an Mitarbeiter gerechnet wird. Auch eine Umfrage in der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg zeigt, dass die Unternehmen einen starken Wandel der Berufsbilder erwarten [62]. Zum einen betrifft dies grundlegende IT-Kompetenzen, um den zunehmenden Umgang mit digitalen Werkzeugen zu ermöglichen. Zum anderen bedingt eine zunehmende Analyse von Daten auch erweiterte Kenntnisse in den Bereichen Mathematik, Statistik und IT, welche der Mitarbeiter mit entsprechendem Domänenwissen verknüpfen muss. Das neu entstehende Berufsbild des Data Scientist, dessen Kernaufgabe es ist, durch die Zusammenführung und Analyse verschiedener Datenquellen Antworten auf komplexe Fragestellungen zu finden, führt diese Kompetenzen zusammen.

»Wichtig sind Lern- und Qualifizierungsangebote, bei denen Mitarbeiter das theoretische Wissen direkt in der digitalisierten Praxis umsetzen können.«

Dr. Moritz Hämmerle
Projektleiter Future Work Lab, Fraunhofer IAO

Unternehmen werden deshalb geeignete Weiterbildungskonzepte erarbeiten müssen, um ihre Mitarbeiter auf diese neuen Herausforderungen vorzubereiten. Hierbei ist es notwendig, neben theoretischen Grundlagen im Themenfeld der Datenanalyse auch praxisnahe Erprobungen des erlernten Wissens zu ermöglichen. Festo, ein Hersteller von Automatisierungskomponenten, hat darauf bereits reagiert und bildet Mitarbeiter in der eigenen Lernfabrik mehrmals jährlich weiter, um innovative Prozesse und Technologien zu erlernen [63]. Die

Mitarbeiter müssen auf Basis solcher Weiterbildung in der Lage sein, Verfahren und Methoden auf eigene Fragestellungen übertragen zu können, und damit die sinnvolle Analyse von Daten auch im eigenen Arbeitsfeld zu nutzen. Zusätzlich sind auch Schulen, Hochschulen und Universitäten gefragt, die Ausbildung des Nachwuchses an veränderte Gegebenheiten anzupassen. Auch die Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025 sieht hier einen wichtigen Handlungsbedarf und hat ein Kompetenzprofil für Ingenieurinnen und Ingenieure der Zukunft erarbeitet [64].

Managementkultur

Um langfristig global wettbewerbsfähig zu bleiben ist es unumgänglich, disruptive Wettbewerbsvorteile durch eine intelligente Auswertung von Daten zu nutzen. Hierzu ist es notwendig, das eigene Geschäftsmodell vollumfänglich zu verstehen und darauf aufbauend in einem strukturierten Prozess neue Geschäftsmodelle zu entwickeln [13]. Eine erfolgreiche Transformation der Unternehmen hin zu einer intelligenten Nutzung vieler Datenquellen kann jedoch nur gelingen, wenn diese vom Top-Management gefördert und gefordert wird. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Bewusstsein der zunehmenden Bedeutung der IT-Strategie sowie der intelligenten Nutzung von Daten und damit einer Big-Data-Strategie vorhanden ist. Erste Unternehmen reagieren bereits darauf mit Einrichtung der Verantwortlichkeiten des Chief Data Officer (CDO). Dieser trägt im Unternehmen die Verantwortung für die Gewinnung und Nutzung von Daten – und damit dem wichtigsten Baustein für digitale Geschäftsmodelle. Die Wichtigkeit zeigt sich auch daran, dass der CDO oftmals direkt an den Chief Executive Officer (CEO, dt. Geschäftsführer) berichtet. Führende Unternehmen wie General Electric oder die Ford Motor Company haben bereits in den letzten Jahren CDOs ernannt, um wirtschaftliche Vorteile aus den Unternehmensdaten zu ziehen.

Die Verantwortung für die Weiterentwicklung der IT-Strategie hingegen liegt mehrheitlich beim Chief Information Officer (CIO), welcher die IT-Systeme und deren Architektur im Unternehmen verantwortet. Die Ergebnisse der Studie zeigen klar, dass alle Teilnehmer eine zunehmende Bedeutung der IT-Strategie erwarten – dem CIO kommt deshalb eine ebenso große Wichtigkeit zu. Unterschiede bestehen jedoch dahingehend, dass sich Beratungsunternehmen wie McKinsey, Boston Consulting Group oder Accenture schon seit vielen Jahren mit der Entwicklung von IT-Strategien befassen. Strategien zur intelligenten Nutzung von Daten und zum Aufbau datenbasierter Geschäftsmodelle sind jedoch noch weniger verbreitet. Lediglich große Unternehmen in Deutschland, wie Daimler oder Audi, beschreiben hier als Chief Digital Officer bezeichnete Positionen, um die Transformation vom reinen Automobilhersteller hin zu einem Mobilitäts- und Serviceanbieter zu ebnet [65]. Entsprechend besteht hier einerseits für Unternehmen der produzierenden Industrie ein wichtiger Handlungsbedarf, um basierend auf den eigenen Daten eine Strategie zu deren intelligenter Nutzung sowie zur Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle zu erarbeiten. Andererseits sind auch die anwendungsorientierte Forschung und Beratungsunternehmen gefragt, innovative Ansätze zu entwickeln, um IT-Strategie und Daten-Strategie in einer gemeinsamen Big-Data-Strategie zu kombinieren.

»Mit der heutzutage erzeugten, umwerfend großen Masse an Daten, wird eine Vorstandsposition in Unternehmen erforderlich, die das Management der Unternehmensdaten überwacht. Die Rolle des Chief Data Officers ist es dabei, Daten als Firmenvermögen zu managen.«

H.O. Maycotte, CEO

Umbel [übersetzt aus dem Englischen 66]

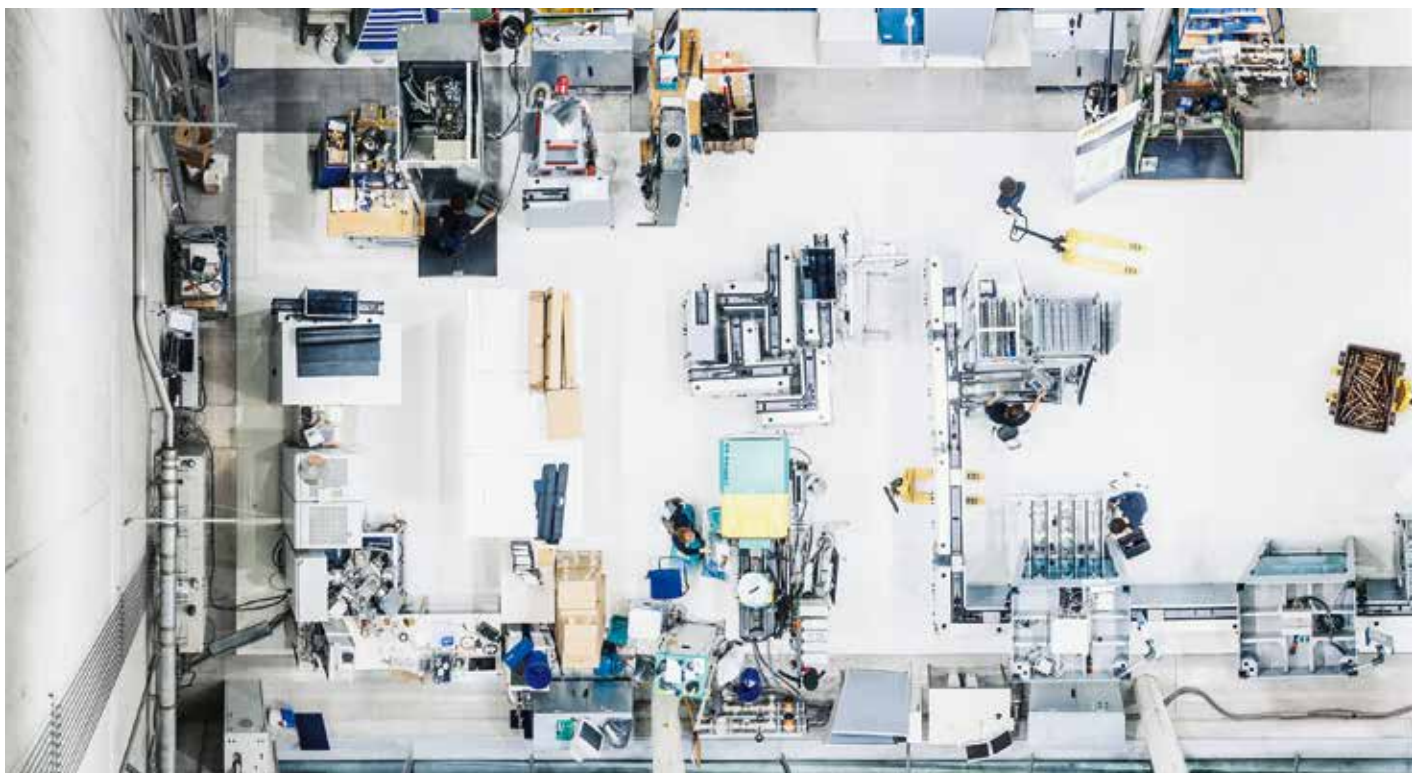
Daten-Zuverlässigkeit

Insbesondere wenn vielfältige Daten genutzt werden, um automatisiert Handlungsbedarf abzuleiten oder Entscheidungen zu treffen, ist eine hohe Zuverlässigkeit der zugrundeliegenden Daten notwendig. Die Zuverlässigkeit gliedert sich dabei in zwei Handlungsfelder: Datenquellen und Datenspeicherung. Um Daten gezielt nutzen zu können, müssen sie anwendungsspezifisch eine hinreichende Genauigkeit aufweisen. Fehlerhafte Daten, wie sie beispielsweise durch falsche Einstellungen an einem Sensor entstehen, müssen erkannt und entsprechend behandelt werden. Hierfür sind geeignete Verfahren zu entwickeln, um die Plausibilität der Daten automatisiert zu prüfen. Darüber hinaus ist es auch denkbar, fehlerhafte Daten zukünftig durch selbstlernende Algorithmen zu korrigieren. Einen weiteren Schritt hinsichtlich der Validierung von Datenquellen stellt die Selbstbeschreibung im Konzept der Verwaltungsschale dar, welche unter anderem eine Beschreibung aller Fähigkeiten und Merkmale einer Entität enthält [67]. Damit kann sichergestellt werden, dass Daten aus jener Datenquelle stammen, die angegeben ist. Hierfür ist neben der Identifikation, beispielsweise über die Selbstbeschreibung, auch die Aushandlung eines Sicherheitsprofils notwendig. Dieses Sicherheitsprofil beschreibt die Schutzlevel einzelner Daten und legt damit fest, welche Daten zwischen welchen Kommunikationspartnern übertragen werden [67]. Das Konzept der Selbstbeschreibung zur Identifikation sowie notwendige Sicherheitsmaßnahmen sind vereint im Konzept der Cyber-Physischen Systeme [13]. Da es sich hierbei derzeit mehrheitlich um konzeptuelle Überlegungen handelt, bieten sich für Unternehmen in diesem Feld große Chancen, mit anwendungsnahen, einfachen Implementierungen dieser Konzepte neue Geschäftsmodelle zur zuverlässigen Anbindung und Validierung von Datenquellen aufzubauen.



Werden erfasste Daten gespeichert und verarbeitet, muss deren Integrität sichergestellt werden. Es spielt dabei keine Rolle, ob die Daten zentral (z.B. Cloud-Plattformen) oder dezentral (z.B. Edge-Devices) gespeichert werden. Ansätze hierfür bieten sich mit neuartigen Technologien wie NoSQL-Datenbanken, die jedoch in die jeweilige IT-Architektur und IT-Anwendungen der Unternehmen integriert werden müssen – die Wichtigkeit einer ganzheitlichen IT-Strategie zeigt sich auch hier. Während relationale Datenbanken meist die vier Operationen Erstellen, Lesen, Aktualisieren und Löschen (engl. Create Read Update Delete – CRUD) unterstützen, setzen NoSQL-Datenbanken oftmals nur auf Erstellen und Lesen. Neue Datensätze werden dabei hinzugefügt oder angehängt, es werden jedoch keine vorhandenen Datensätze aktualisiert oder gelöscht. Dieses Konzept wird auch als unveränderbare Datenbanken bezeichnet (engl. Immutable Database). Neben der Integrität der Daten muss auch sichergestellt werden, dass die Daten jederzeit für Analysen zur Verfügung stehen –

nur so steht der automatisierten Entscheidungsfindung eine aktuelle Datenbasis zur Verfügung. Von den Unternehmen sind deshalb geeignete Technologien und Strategien zu entwickeln, um Daten zuverlässig zur Verfügung zu stellen. Einerseits umfasst dies neue Technologien wie Time-sensitive Networks, um Antwortzeiten bei der Netzwerkübertragung von Daten zu garantieren. Andererseits sind hierfür auch die grundlegenden Eigenschaften von Big-Data-Technologien notwendig, beispielsweise verteilte Dateisysteme und Fehler-toleranz.



Vernetzung

Die Studienteilnehmer aller Unternehmensgrößen sind sich einig, dass die Qualität von Produkten und Prozessen verbessert werden kann, je mehr Daten analysiert werden. Um diese Daten jedoch echtzeitnah zur Verfügung zu stellen, ist eine hinreichende Vernetzung und Integration der Daten über Maschinen und IT-Systeme hinweg notwendig. Insbesondere im Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau sowie in Unternehmen bis 250 Mitarbeiter besteht hier Nachholbedarf. Eine maßgebliche Herausforderung bei der Steigerung des Vernetzungsgrads wird es dabei sein, bestehende Produktionsanlagen und IT-Systeme kosteneffizient anzubinden. Hierfür werden offene Schnittstellen und standardisierte Datenaustauschformate zunehmend wichtiger. Dabei wird es nicht darum gehen, in einem einzigen Datenmodell alle Möglichkeiten abzubilden – vielmehr geht es darum, Standards herstellerunabhängig und flexibel zu gestalten, um zukünftige Erweiterungen und Anpassungen mit geringem Aufwand integrieren zu können.

»Die allgemeine Dateninfrastruktur in Unternehmen ist oft noch unzureichend, es bestehen zu viele inkompatible Systeme.«

Heinrich Kocks, Betriebsleiter
IAVF Antriebstechnik GmbH

Ansätze für solche offenen Integrationsplattformen zeigen beispielsweise der Manufacturing Services Bus des Virtual Fort Knox oder der Info Hub der AXOOM-Plattform [54, 55].



Architektur

Während das Entwicklungsfeld der Vernetzung den Zugriff auf verschiedene Datenquellen adressiert und das nachfolgende Entwicklungsfeld Analysemethoden die anschließende Auswertung der Daten, bildet die Architektur das Bindeglied zur Speicherung und Bereitstellung der Daten sowie eine Laufzeitumgebung für Analysemethoden. Geeignete Architekturen von Big-Data-Systemen zeichnen sich dabei insbesondere dadurch aus, dass sie sehr gut horizontal skalierbar sind, Daten partitioniert und repliziert werden sowie das System Fehlertoleranz aufweist. Oftmals werden zum Aufbau solcher Systeme OpenSource-Tools und -Frameworks verwendet. Populäre Beispiele sind Apache Hadoop oder Apache Spark. Diese Technologien werden auch von großen Softwareunternehmen in eigene Produkte integriert, beispielsweise ist Apache Spark Bestandteil von IBM Bluemix und Apache Hadoop in SAP HANA integriert. Eine weitere wichtige Fragestellung in Bezug auf die Architektur wird sein, ob Daten zentral (z.B. Cloud-Plattformen) oder dezentral (z.B. Edge-Devices) gespeichert und verarbeitet werden. In der Zukunft werden sich hier sicherlich Mischformen ergeben – dezentrale Datenvorverarbeitung und zentrale Weiterverarbeitung der Daten. Um diese dezentrale Kommunikation zu ermöglichen, ist jedoch eine zuverlässige Vernetzung aller Komponenten sicherzustellen, wie im vorherigen Entwicklungsfeld dargestellt wurde.

Im Zusammenhang mit Big-Data-Architekturen wird häufig auch von Data Lakes gesprochen. Während Data Warehouses strukturierte und aufbereitete Daten speichern, wird mit Data Lakes die Schema-freie Speicherung von Daten unabhängig ihrer Strukturierungsgrades ermöglicht. Knapp die Hälfte der Teilnehmer der BARC-Studie »Hadoop und Data Lakes« sind davon überzeugt, dass das Konzept der Data Lakes sehr wertvoll ist und auch als Voraussetzung datengetriebener Unternehmen angesehen werden kann [68]. General Electric kom-

биниiert in der Plattform Predix das Konzept des Data Lakes mit einer Ausführungsumgebung für Datenanalysen und Services – lokal auf Edge-Devices wie auch zentral in einer Cloud-Plattform. Mit Cloud Foundry bildet auch hier eine OpenSource-Toolsammlung die Basis der Plattform. Predix wird von General Electrics Kunden beispielsweise genutzt, um Predictive-Maintenance-Strategien für große heterogene Maschinenparks umzusetzen [69].

Sicherheit

Zu Recht sehen viele Unternehmen im Zuge der digitalen Transformation in der IT-Sicherheit ein hohes Risiko. Die Bedeutung der IT-Sicherheit ist bereits heute sehr hoch – und wir zukünftig noch steigen. Mitarbeiter müssen deshalb sensibilisiert und IT-Sicherheitsmaßnahmen in der Unternehmenskultur verankert werden. IT-Sicherheit, die in Deutschland stark gesetzlich geschützt ist, bietet deutschen Unternehmen jedoch auch die Möglichkeit, diese global als Mehrwert zu vermarkten und dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Neben der IT-Sicherheit kommt bei der Verarbeitung personenbezogener Daten auch dem Datenschutz eine große Bedeutung zu [13]. Das zeigen auch die Diskussionen rund um die Einführung der neuen EU-Datenschutz-Grundverordnung, welche bis Mai 2018 in deutsches Datenschutzrecht auf Bund- und Länderebene überführt werden muss [70]. Kritiker bemängeln daran, dass auch die EU-Datenschutz-Grundverordnung keine einheitlichen Regelungen für Big-Data-Analysen (im Kontext der Verordnung als Profiling bezeichnet) vorschreibt. Es wird lediglich festgelegt, dass ausschließlich automatisiert getroffene Entscheidungen nicht zulässig sind, wenn diese für eine Person rechtlich bindend sind oder diese in erheblicher Weise beeinträchtigt [71]. Hier besteht also weiterer Handlungsbedarf für die Politik, klare rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Einstweilen müssen Unternehmen für jeden Anwendungsfall prüfen, ob personenbezogene Daten verarbeitet werden und gegebenenfalls datenschutzrechtliche Vorgaben beachten.



Analysemethoden

Um große und heterogene Datenmengen echtzeitnah analysieren zu können, sind einerseits geeignete Algorithmen notwendig, andererseits müssen diese den Anwendern auch möglichst intuitiv zugänglich gemacht werden. Während neue Algorithmen oftmals in der Grundlagenforschung der Mathematik, Statistik und Informatik entwickelt werden, bietet sich für die anwendungsorientierte Forschung und Unternehmen die Möglichkeit, existierende Algorithmen und Verfahren auf konkrete Anwendungsszenarien für einzelne Branchen anzupassen. So sind beispielsweise für Predictive Maintenance spezifische Verschleißmodelle einzelner Komponenten und Anlagen notwendig – eine erfolgreiche Umsetzung mittels einer Plattform zeigt beispielsweise Heidelberger Druckmaschinen gemeinsam mit USU [72]. Verfahren des Maschinellen Lernens oder der Künstlichen Intelligenz können helfen, diese Modelle effizienter aufzubauen und Abnutzungsvorräte, Standzeiten oder Prozessparameter vorherzusagen [13]. Freifahrende fahrerlose Transportsysteme wiederum benötigen Algorithmen, um Objekte und Menschen zu erkennen und zu unterscheiden sowie diesen gezielt ausweichen zu können [73]. Wird dagegen von Robotern Schüttgut gegriffen («Griff in die Kiste»), müssen Objekte nicht nur erkannt und unterschieden werden, sondern es muss darüber hinaus auch gelernt werden, ob die Strategie zum Griff auch erfolgreich war [74, 73]. Einen vereinfachten Zugang zu Algorithmen bieten die zunehmend verfügbaren OpenSource-Frameworks wie Google TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit oder Facebook Caffee2. Diese sollten gezielt auch in die Personalentwicklung und IT-Strategie integriert werden, um für die Mitarbeiter im Unternehmen zugänglich zu werden.

»IT-Sicherheitssysteme werden einen hohen Stellenwert genießen, da eine vernetzte Produktion und Gesellschaft anfällig für Hackerangriffe sein wird. Erfolgreiche Angriffe könnten im wirtschaftlichen Kontext eine neue Tragweite erlangen und mehr Schaden anrichten als in der heutigen Zeit.«

Michael Kornhuber, Geschäftsführer
delgate UG & Co. KG

Analytik-Apps

Wie bereits im Entwicklungsfeld Analysemethoden aufgegriffen, ist es neben der Entwicklung geeigneter Analysemethoden auch wichtig, diese möglichst intuitiv zugänglich zu machen – insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen sowie Unternehmen aus IT-fremden Branchen [75]. Diese sind oftmals nicht an Algorithmen interessiert, sondern an konkreten Softwaretools, die ihre Geschäftsprozesse unterstützen und Entscheidungen optimieren. Hier bieten sich Geschäftspotenziale für Softwareunternehmen, indem Algorithmen zur Datenaufbereitung und Datenanalyse zunehmend in branchenspezifische Applikationen integriert und somit den Anwendern zugänglich gemacht werden. Auch die anwendungsorientierte Forschung ist hier gefragt, innovative digitale Services für den Mittelstand zu entwickeln. Ein interessanter Ansatz hierfür sind Analytik-Apps, welche Analysen abgeschlossen, übertragbar und einfach handhabbar abbilden. Dieser modulare Ansatz hat zum Ziel, Implementierungsaufwand und Kosten zu reduzieren sowie die Suche und Auswahl geeigneter Analysemethoden zu optimieren [75].

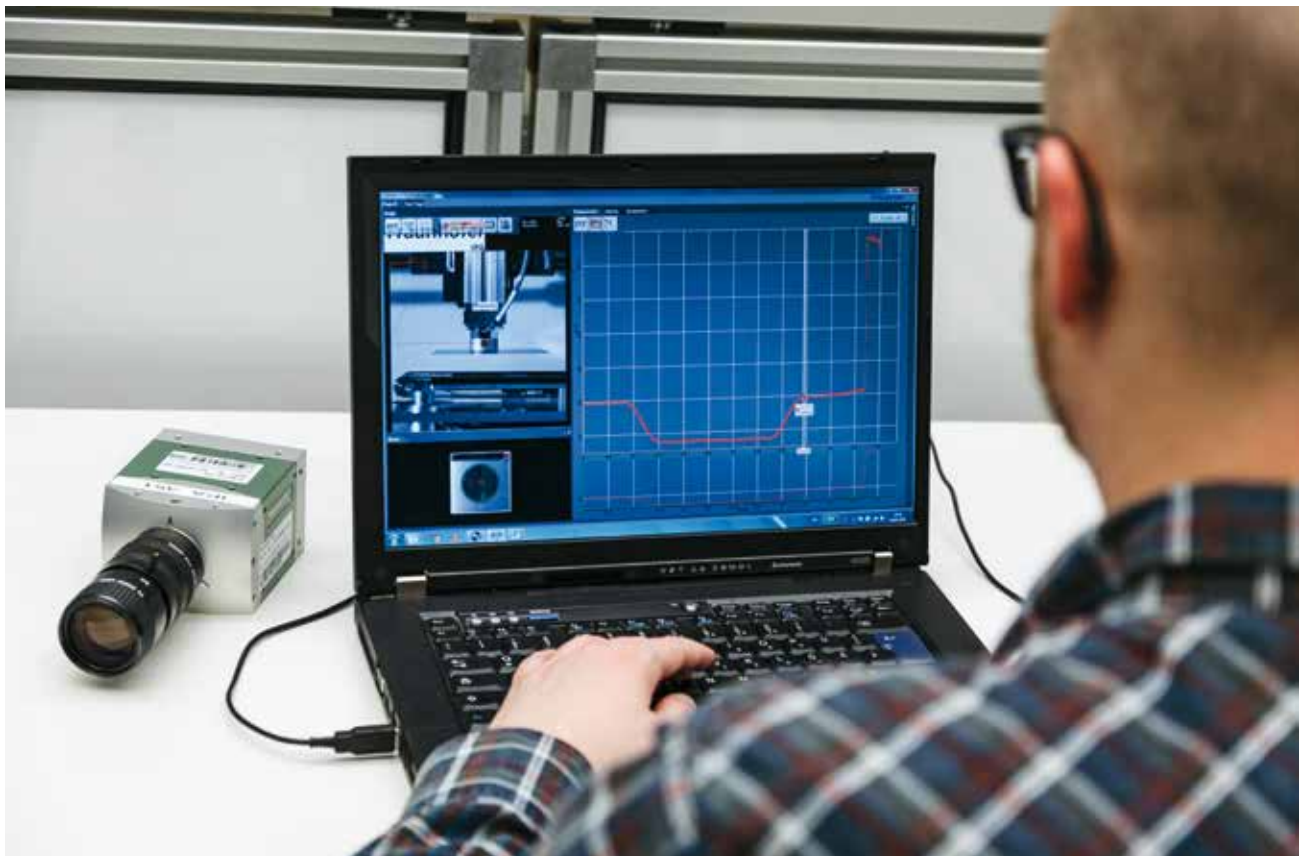
Während diese Analytik-Apps dafür geeignet sind, eine intuitive Erstellung neuer Analysen zu ermöglichen, ist es ebenso wichtig, entwickelte Algorithmen auch für Endanwender aus anderen Branchen zugänglich zu machen. Ein Beispiel ist die im Projekt eApps4Production entwickelte Lösung für die Holzbearbeitung, welche Maschinen-, Werkzeug- und Auftragsdaten verknüpft, um daraus die Standzeiten von Werkzeugen zu prognostizieren und Verfahrwege der Werkzeuge zu optimieren [76]. Die 365Active App von 365FarmNet hingegen ermöglicht Landwirtschaftsbetrieben eine Entscheidungsunterstützung zur Optimierung des Maschinen- und Materialeinsatzes [77].

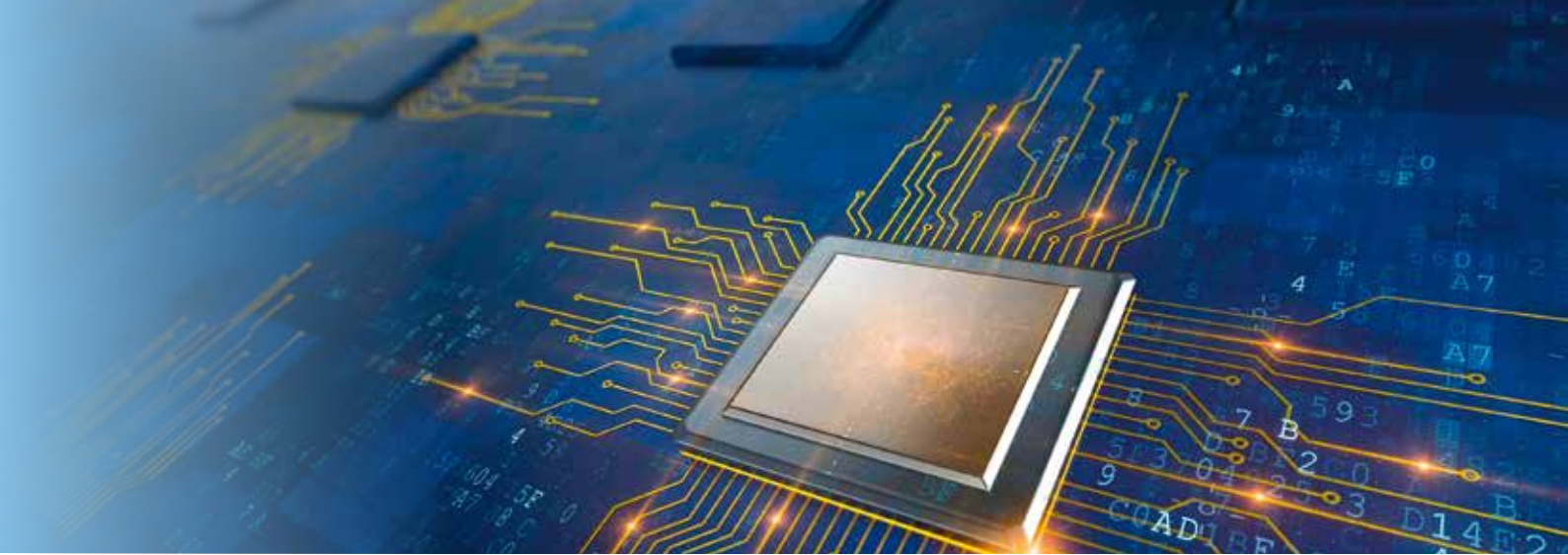
Trotz intuitiver Softwaretools ist dennoch ein grundlegendes Verständnis der Datenanalyse sowie umfassendes Domänen-

wissen beim Anwender notwendig, um die Daten zu verstehen und die Analyseergebnisse nachvollziehen zu können. Beispielsweise können einzelne Datenfelder je nach Kontext verschiedene Bedeutungen haben. Eine hohe Bedeutung wird deshalb auch zukünftig dem Verständnis und der Aufbereitung von Daten zukommen – insbesondere, wenn diese für automatisierte Entscheidungsprozesse genutzt werden.

»Die Analytik muss plausibel und validiert sein.«

Heinrich Kocks, Betriebsleiter
IAVF Antriebstechnik GmbH





Geschäftsmodelle

Die überwiegende Zahl der Befragungsteilnehmer geht davon aus, dass sich mit der fortschreitenden Vernetzung und Anwendung von Big-Data-Analytik Unternehmen mehr und mehr zu Serviceanbietern entwickeln. Während derzeitige Geschäftsmodelle der produzierenden Industrie auf die eigenen Produkte und Kunden, die mit diesen erreicht werden sollen, fokussiert sind, müssen digitale Geschäftsmodelle einen wesentlich breiteren Gestaltungshorizont adressieren. Es geht dabei um die Gestaltung und Partizipation in Ökosystemen, die idealerweise als Plattform konzipierte Produkte und Services, komplementäre Produkte sowie Dienstleistungen anderer Anbieter umfassen und auch den Kunden selbst als Wertschöpfungspartner mit einbeziehen. Dabei wird der Aspekt der Wertschöpfung durch Daten und Wissen in naher Zukunft eine zentrale Rolle spielen. Um im globalen Wettbewerbsumfeld auch zukünftig bestehen zu können, müssen produzierende Unternehmen die eigene Geschäftstätigkeit und Positionierung des Unternehmens regelmäßig hinterfragen und kontinuierlich Geschäftsmodell-Innovationen entwickeln. Eine der meistgenutzten Methoden hierfür ist das Business Model Canvas [49, 78].

Derzeit passen eine Vielzahl an Unternehmen ihre Geschäftsmodelle an neue Gegebenheiten an und versuchen sich damit Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Der Triebwerkshersteller Rolls-Royce bietet seinen Kunden beispielsweise mit TotalCare einen Service, der mit Echtzeitdaten aus den verbauten Triebwerken vorausschauend Wartung und Instandhaltungen einplant, die anschließend von Rolls Royce durchgeführt werden. Damit entwickelt sich Rolls-Royce vom reinen Hersteller zu einem Anbieter von Mobility-as-a-Service [79]. Disruptive Ansätze, wie das Collaborative-Prinzip, nutzt hingegen Local Motors. Der Automobilhersteller setzt auf die massive Einbindung von Kunden und Zulieferern, um mit Open-Innovation die Entwicklungszeit und -kosten zu minimieren [80]. Weitere Beispiele sind auch der Studie »Geschäftsmodell-Innovationen durch Industrie 4.0« zu entnehmen [81],

Anwendungsszenarien

Welches durchweg hohe Potenzial Unternehmen durch die Einführung von Big-Data-Analytik erwarten, hat sich an der Bewertung verschiedener Anwendungsszenarien gezeigt. Praxisnahe Anwendungsszenarien helfen dabei, den Nutzen greifbar zu machen und zu verdeutlichen. Eine maßgebliche Herausforderung, welche sowohl die anwendungsorientierte Forschung als auch Unternehmen gegenüber ihren Kunden betrifft, wird deshalb sein, innovative Lösungen mit möglichst geringen Hürden bei der Umsetzung von Big-Data-Analysen zu entwickeln. Dass Unternehmen verstärkt in Anwendungsszenarien denken, zeigen auch die Ergebnisse der Studie »Industrie 4.0: Entwicklungsfelder für den Mittelstand« [61]. Inspirationen für zukünftige Anwendungsszenarien können die Unternehmen der produzierenden Industrie dabei auch von anderen Branchen wie dem Handel oder dem Dienstleistungssektor gewinnen, in denen bereits vielfältige Anwendungsmöglichkeiten zu finden sind [31]. Darüber hinaus helfen auch die Demonstratoren der Unterstützungsangebote (vgl. Kapitel 6.2), Anwendungsszenarien im Kontext der Produktion als Inspiration zur Entwicklung eigener Applikationen aufzuzeigen.



Rahmenbedingungen

Um Big-Data-Analysen in der produzierenden Industrie zu etablieren und damit deutschen Unternehmen eine erfolgreiche Positionierung im globalen Wettbewerb zu ermöglichen, müssen von der Politik entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden [13]. Dies umfasst einerseits Fragen des Datenschutzes, wie sie bereits im Entwicklungsfeld Sicherheit thematisiert wurden. Andererseits erfordern insbesondere autonome Systeme neue gesetzliche Regelungen, wenn Entscheidungen ohne menschliches Zutun getroffen werden. Wie schwer eindeutige Regelungen hierfür sind, zeigt eine aktuelle Novelle des Straßenverkehrsgesetzes in Deutschland – zwar wird automatisiertes Fahren grundsätzlich erlaubt, der Mensch behält jedoch letztlich die Verantwortung, was eine Autonomie des Fahrzeugs ausschließt [82]. Hinderlich für digitale Geschäftsmodelle sind außerdem länderspezifische Regelungen – Initiativen wie der »digital single market« der EU-Kommission sind deshalb sehr zu begrüßen, um zumindest europaweit einen einheitlichen Rechtsrahmen zu schaffen [13]. Zusammenfassend wird es in Bezug auf die rechtlichen Rahmenbedingungen einerseits notwen-

»Rechtliche Rahmenbedingungen sind eine der maßgeblichen Hürden bei der Einführung von Big-Data-Analytik.«

Michael Kornhuber, Geschäftsführer
delgate UG & Co. KG

»Veränderungen muss es außerdem bei Haftungsfragen geben. Wer haftet für Entscheidungen, die von intelligenten Systemen getroffen werden?«

Heinrich Kocks, Betriebsleiter
IAVF Antriebstechnik GmbH

dig sein, Freiheiten hinsichtlich der Analyse (auch personenbezogener) Daten zu schaffen und andererseits einzelne Sachverhalte wie beispielsweise Haftungsfragen weiter zu konkretisieren.



6.2. Unterstützungsangebote für produzierende Unternehmen

In Deutschland hat sich eine Vielzahl von Unterstützungsangeboten gebildet und etabliert, um Unternehmen bei der Bewältigung der genannten Entwicklungsfelder zu fördern. Eine Auswahl dieser Unterstützungsangebote mit dem Schwerpunkt kleine und mittelständische Unternehmen in Baden-Württemberg ist nachfolgend aufgeführt. Darüber hinaus existieren einige dieser Initiativen auch auf nationaler Ebene sowie weitere Angebote auf europäischer Ebene, beispielsweise I4MS.

Fraunhofer-Allianz Big Data

Die Fraunhofer-Allianz Big Data ist ein Zusammenschluss von 29 Fraunhofer-Instituten mit branchenübergreifender Kompetenz zur Umsetzung von Big-Data-Strategien, Softwareentwicklung und datenschutzgerechten Big-Data-Systemen. Darüber hinaus wird ein umfangreiches Schulungsprogramm zur Qualifizierung von Mitarbeitern angeboten. Unter den Mitgliedsinstituten findet sich mit dem Fraunhofer IPA (Stuttgart), Fraunhofer IFF (Magdeburg), Fraunhofer IML (Dortmund), Fraunhofer IPK (Berlin) und Fraunhofer IPT (Aachen) auch umfangreiches Expertenwissen für die produzierende Industrie. Weitere Informationen:

www.bigdata.fraunhofer.de

Applikationszentrum Industrie 4.0

Das Applikationszentrum Industrie 4.0 am Fraunhofer IPA und dem IFF der Universität Stuttgart ist eine Innovationsumgebung, um Industrie 4.0-Anwendungen zu erforschen und bedarfsgerecht weiterzuentwickeln. Das Konzept sieht dabei eine enge Zusammenarbeit zwischen angewandter Forschung und produzierender Industrie vor. Der inhaltliche Schwerpunkt umfasst die Entwicklung von Anwendungsszenarien, basierend auf vernetzten Systemen und der intelligenten Nutzung erzeugter Daten. Weitere Informationen:

www.ipa.fraunhofer.de/industrie-40_applikationszentrum

Future Work Lab

Das Future Work Lab, beheimatet in der ARENA2036 auf dem Campus der Universität Stuttgart, ist ein Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik. Anhand verschiedener Anwendungsszenarien wird die Industriearbeit der Zukunft aufgezeigt. Eine umfangreiche Lernwelt vermittelt dabei Strategien zur Umsetzung neuer Technologien im Unternehmen sowie zur Vermittlung notwendiger Kompetenzen an die Mitarbeiter. Eine Besonderheit des Future Work Lab ist die Einbindung aller Beteiligten an diesem Veränderungsprozess, also Unternehmen, Mitarbeiter, Betriebsräte, Forscher und die Politik. Weitere Informationen:

www.futureworklab.de

Industrie 4.0-Testumgebungen für KMU – I4KMU

Die Nationale Kontakt- & Koordinierungsstelle »Industrie 4.0-Testumgebungen für KMU – I4KMU« begleitet kleine und mittelständische Unternehmen auf dem Weg in das digitale Industriezeitalter. Hierfür wurden Testumgebungen identifiziert und ein Förderprogramm ins Leben gerufen, um kleine und mittelständische Unternehmen bei der Weiterentwicklung von Produkten und Dienstleistungen gemeinsam mit den Testumgebungen zu unterstützen. Unter den Testumgebungen finden sich auch hier genannte Unterstützungsangebote wie das Applikationszentrum Industrie 4.0 oder das Smart Data Innovation Lab. Weitere Informationen:

www.i4kmu.de

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart unterstützt über zwei Anlaufstellen in Stuttgart und Karlsruhe insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen sowie Handwerksbetriebe bei verschiedenen Themen rund um die Digitalisierung. Arbeitsgebiete sind dabei Produktionstechnik und -prozesse, Intelligente Mobilität, Intelligente Gebäude und das Gesundheitswesen. Unterstützt werden Unternehmen durch Qualifizierungsangebote für Mitarbeiter, Demonstration innovativer digitaler Lösungen sowie die Begleitung von gemeinsamen Umsetzungsprojekten mit den Unternehmen.



Für die Produktionstechnik und –prozesse stehen dabei insbesondere vernetzte Lösungen im Fokus. Im Rahmen der BMWi-Förderinitiative »Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse« finden sich weitere Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren auch in anderen Regionen Deutschlands. Weitere Informationen:

www.digitales-kompetenzzentrum-stuttgart.de

Scouting

Das Scouting-Angebot der Allianz Industrie 4.0 des Landes Baden-Württemberg hat zum Ziel, kleine und mittelständische Unternehmen bei der Identifikation von Anforderungen und Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Einführung vernetzter Lösungen zu unterstützen. Dabei wird das bestehende Lösungsportfolio der Unternehmen weiterentwickelt und um neue Konzepte ergänzt. Vor der Beratung und Qualifizierung der Unternehmen wird über ein Profil-Abgleich sichergestellt, dass Schwerpunkte des Unternehmens und Scout zueinander passen. Die Allianz Industrie 4.0 veranstaltet darüber hinaus auch den Wettbewerb »100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg«, welcher bereits innovative Ideen zur Analyse von Produktionsdaten ausgezeichnet hat. Weitere Informationen:

www.i40-bw.de/de/scouting-der-richtige-einstieg-in-die-industrie-4-0

www.i40-bw.de/de/100-orte-fuer-industrie-4-0-in-baden-wuerttemberg/

Smart Data Innovation Lab

Das Smart Data Innovation Lab bietet Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Möglichkeit, eine Big-Data-Infrastruktur auf dem aktuellen Stand der Technik (vgl. Technologien in Kapitel 2.1) kostenfrei zur nicht-kommerziellen Analyse und Erforschung industrieller Daten zu nutzen. Es wird somit ein unkomplizierter Einstieg in die Welt der Datenanalyse ermöglicht und über themenspezifische Communities der Austausch zwischen den Projekten gefördert.

Weitere Informationen: www.sdil.de

Smart Data Solution Center Baden-Württemberg

Das Smart Data Solution Center Baden-Württemberg hat das Ziel, kleinen und mittelständischen Unternehmen in Baden-Württemberg den Zugang zu Technologien zu erleichtern, um aus Big Data einen Mehrwert und damit Smart Data zu generieren. Zu diesem Zweck wird mit einer vierstufigen Potenzialanalyse gearbeitet, an deren Ende die Unternehmen in der Lage sein sollen, zu entscheiden, ob sich die Nutzung der Daten wirtschaftlich lohnt und welche Werkzeuge hierfür notwendig sind. Weitere Informationen:

www.sdsc-bw.de

Die Zuordnung der Unterstützungsangebote zu den Entwicklungsfeldern ist mit Ausnahme der Rahmenbedingungen in Tabelle 2 dargestellt, da dieses Entwicklungsfeld maßgeblich die Politik betrifft. Bei dieser Zuordnung zeigt sich, dass es den Unternehmen zu empfehlen ist, je nach Entwicklungsfeld ein spezialisiertes Unterstützungsangebot auszuwählen.

Für die Personalentwicklung bieten sich insbesondere die Angebote der Fraunhofer-Allianz Big Data und des Future Work Labs an. Eine Veränderung der Managementkultur steht bei keinem Unterstützungsangebot im Fokus, wird jedoch ebenfalls von der Fraunhofer-Allianz Big Data adressiert. Auch die Daten-Zuverlässigkeit bildet keinen Fokus der Angebote, ist aber dennoch ein wichtiges Thema des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Stuttgart. Für die Weiterentwicklung der Vernetzung bietet sich insbesondere das Applikationszentrum Industrie 4.0 mit der Forschungsplattform Virtual Fort Knox an. Einen Schwerpunkt der Big-Data-Architekturen bietet das Smart Data Innovation Lab. Wenngleich die Sicherheit ein wichtiges Entwicklungsfeld darstellt, bildet sie kein Fokusthema der Unterstützungsangebote – dennoch wird das Thema Sicherheit von den Partnern der Fraunhofer-Allianz Big Data

und dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart aufgegriffen. Für die Entwicklung neuer Analysemethoden und Analytik-Apps eignen sich besonders die Angebote des Smart Data Innovation Lab und des Smart Data Solution Centers Baden-Württemberg. Auch die Fraunhofer-Allianz Big Data ist hier aktiv. Der Aufbau neuer Geschäftsmodelle mittels Smar-

ter Produkte und Smarter Dienstleistungen bildet den Arbeitsschwerpunkt der I4KMU-Initiative. Für die Entwicklung von Anwendungsszenarien bietet sich hingegen die Zusammenarbeit mit vier der genannten Unterstützungsangebote an: Applikationszentrum Industrie 4.0, Future Work Lab, I4KMU und Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart.

Tabelle 2: Unterstützungsangebote im Überblick

Entwicklungsfelder	Unterstützungsangebote							
	Fraunhofer-Allianz Big Data	Applikationszentrum Industrie 4.0	Future Work Lab	I4KMU	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart	Scouting	Smart Data Innovation Lab	Smart Data Solution Center BW
Personalentwicklung	●	◐	●	○	◐	◐	○	○
Managementkultur	◐	◐	◐	○	◐	◐	◐	◐
Daten-Zuverlässigkeit	◐	◐	○	◐	◐	◐	◐	◐
Vernetzung	◐	●	◐	◐	◐	◐	○	○
Architektur	◐	◐	◐	○	◐	○	●	◐
Sicherheit	◐	◐	◐	◐	◐	◐	○	◐
Analysemethoden	◐	○	○	◐	○	○	●	●
Analytik-Apps	◐	◐	◐	◐	◐	◐	●	●
Geschäftsmodelle	◐	◐	◐	●	◐	◐	○	◐
Anwendungsszenarien	◐	●	●	●	●	◐	◐	◐



CTMX		0.45	▲	+0.45%
FTR		-0.23	▼	-2.34%
CSCO		-1.01	▼	-1.89%
CHK		0.02	▲	
AAPL		+2.00	▲	
PRTG				
AMZN				
TSLA				
AVGO				
SIRI		-0.65		





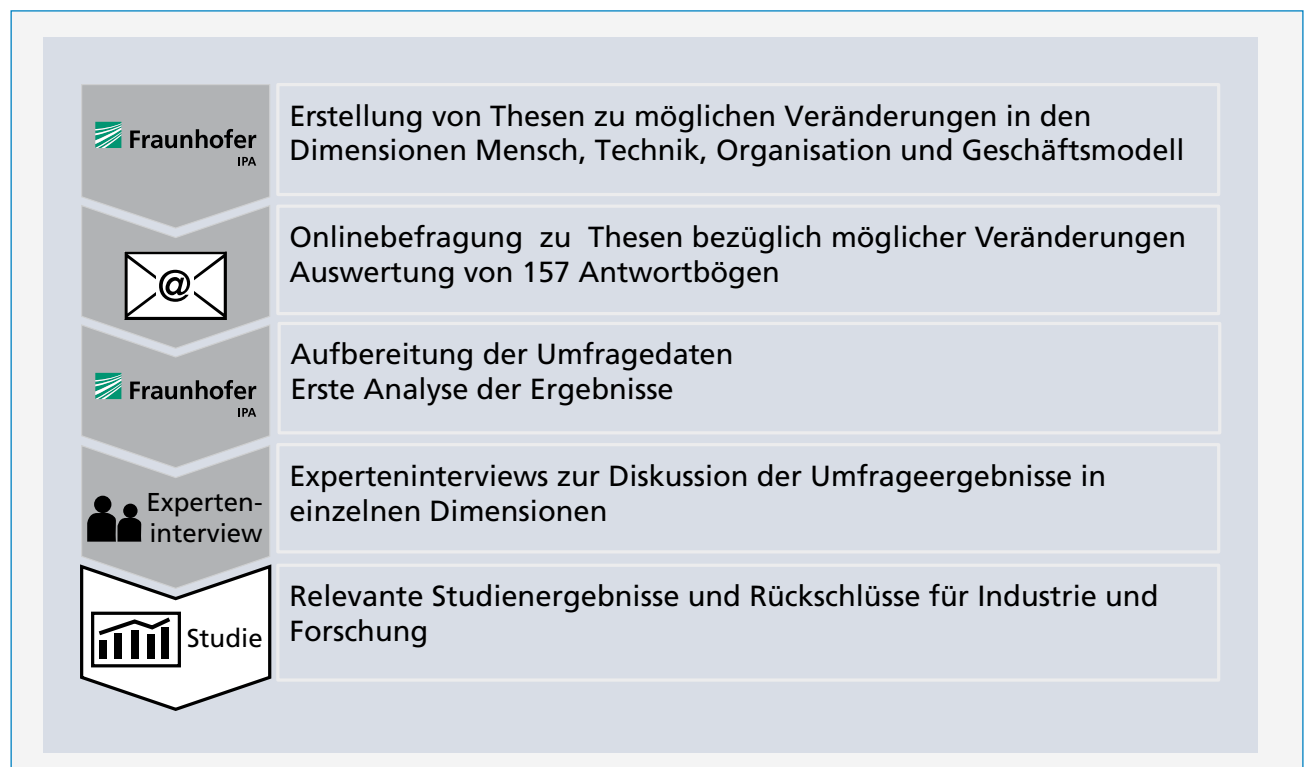
7. METHODIK DER STUDIE

7.1. Vorgehensweise

Die Studie besteht aus einem mehrgliedrigen Aufbau, welcher in Abbildung 36 skizziert ist. Zunächst wurde für die gezielte Betrachtung eines produzierenden Unternehmens dieses in vier Dimensionen aufgeteilt. Grundlage dafür ist das Mensch-Technik-Organisation-Konzept, welches ein Unternehmen als soziotechnisches System abbildet. Diese drei Dimensionen wirken gemeinsam auf das zu erfüllende Arbeitsziel ein. Ergänzend hinzu kommt die Dimension Geschäftsmodell. Dieses erfährt durch die massive Digitalisierung und Vernetzung eine immer höhere Bedeutung (vgl. Kapitel 5).

Für die vier Dimensionen wurden zunächst potentielle Veränderungen, welche durch den Einfluss von Big-Data-Analytik auftreten können, gesammelt und geeignete Hypothesen diskutiert und formuliert. Auf Grundlage der Hypothesen wurde ein standardisierter Fragenkatalog entwickelt und getestet. Dieser Fragenkatalog wurde in digitaler Form auf die Umfrage-Plattform SurveyMonkey gestellt und durchgeführt. Dazu wurden ca. 4.100 Fachleute aus der Industrie angeschrieben und zur Umfrageteilnahme eingeladen. Insgesamt nahmen an der Studie 157 Personen teil, was einer Rückläuferquote von 3,83% entspricht. Die Anzahl komplett ausgefüllter Fragebögen beläuft sich auf 133.

Abbildung 36: Vorgehensweise der Studie





Nach der Aufbereitung und Auswertung der Onlineergebnisse wurden erste Erkenntnisse gewonnen. Eine Auswahl an Ergebnissen wurde im Anschluss mit Fachexperten aus der Industrie diskutiert. Diese Interviewpartner, mit Expertenwissen in den jeweiligen Veränderungsdimensionen, analysierten die Ergebnisse kritisch und gaben dazu qualitative Aussagen. Weitere Bedarfe, Hürden und Herausforderungen konnten hier ebenfalls erörtert werden.

Die vorliegende Studie basiert wegen der zu geringen Anzahl an Teilnehmern je Unternehmensgröße und Branche nicht auf einer für gesamt Deutschland repräsentativen Stichprobe. Die Ergebnisse sind daher nicht in vollem Umfang verallgemeinerbar; eine Charakterisierung der Teilnehmer kann dem nachfolgenden Kapitel entnommen werden. Dennoch können auf Basis der Befragung Tendenzen und allgemeine Sichtweisen der produzierenden Unternehmen entnommen werden. Es können jedoch qualitative Hinweise aus den Ergebnissen ge-

zogen werden, welche es erlauben, weitere wissenschaftliche Schritte abzuleiten.

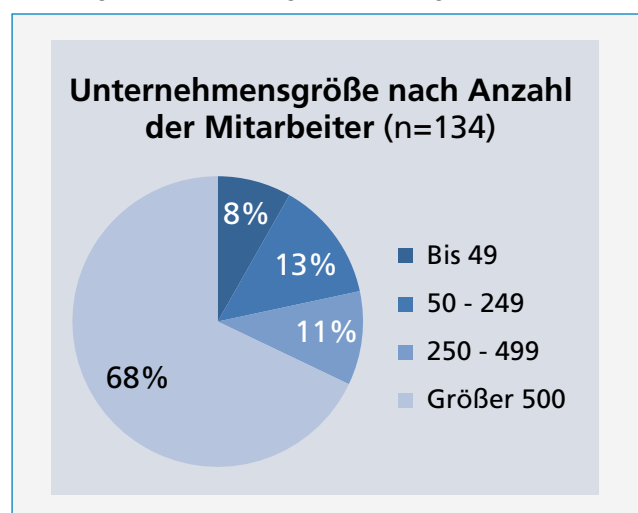
7.2. Teilnehmercharakterisierung Onlineumfrage

Das Teilnehmerfeld aus der Onlinebefragung sollte sich maßgeblich aus Unternehmen der produzierenden Industrie zusammensetzen, da hier der zu untersuchende Branchenkreis zu finden ist. Unternehmen sämtlicher Größen (nach Mitarbeiteranzahl) sollten befragt werden, um Aussagen sowohl für kleine und mittelständische Unternehmen, als auch für Großunternehmen treffen zu können. Bedarfe können somit nicht nur branchenspezifisch, sondern auch nach der Größe des Unternehmens festgemacht werden. Insbesondere der Unterschied zwischen kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie großen Unternehmen soll der Fokus dieser Studie sein.

Als Unternehmensgrößen wurde dazu die von der EU vorliegende Definition mit der Definition des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) kombiniert. Als kleine und mittelständische Unternehmen werden nach EU-Definition Unternehmen bezeichnet, die weniger als 250 Mitarbeiter und einen Umsatz geringer 50 Mio. Euro aufweisen. Unterteilt sind sie in kleinst (bis 9 Mitarbeiter), klein (bis 49 Mitarbeiter) und mittel (bis 249 Mitarbeiter). Das BMWi ergänzt diese Definition um Unternehmen bis 499 Mitarbeiter und einem Jahresumsatz unter 50 Mio. €. In dieser Studie wurden kleine und mittelständische Unternehmen in drei Gruppen unterteilt (bis 49 Mitarbeiter, 50-249 Mitarbeiter und 250 – 499 Mitarbeiter). Als vierte Gruppe wurden große Unternehmen ab 500 Mitarbeiter definiert.

Der größte Anteil der Umfrageteilnehmer stammt, mit einem Anteil von 68%, aus großen Unternehmen mit mehr als 500

Abbildung 37: Unternehmensgröße der Befragten



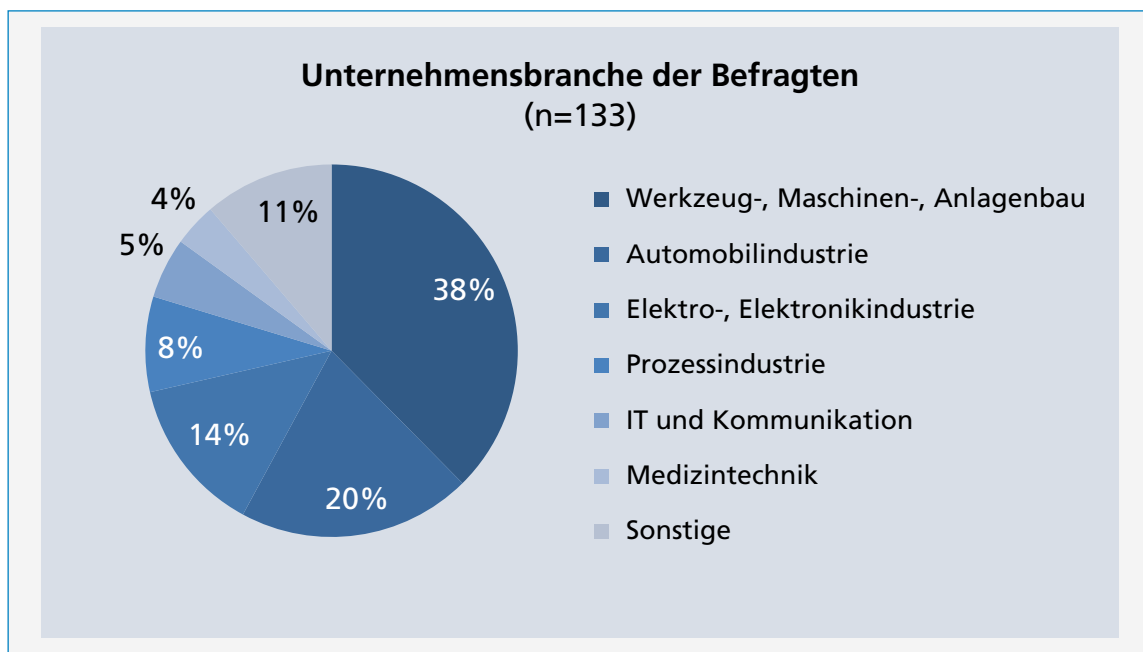
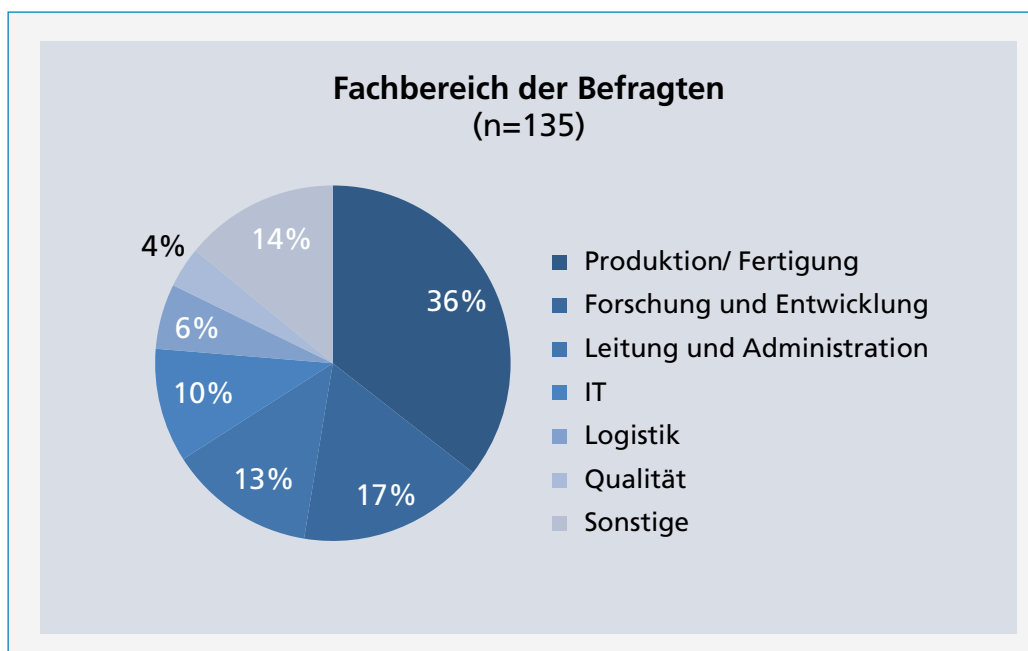


Abbildung 38: Unternehmensbranche der Befragten

Abbildung 39: Fachbereich der Befragten





Mitarbeitern (vgl. Abbildung 37). Kleine Unternehmen bis 49 Mitarbeiter sind mit 8% vertreten, Firmen mit 50 bis 249 Mitarbeiter mit 13%. Teilnehmer aus Unternehmen mit 250 bis 499 Mitarbeiter stellen einen Anteil von 11%. Branchenbezogen (vgl. Abbildung 38) ist der Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau mit 38% die größte Teilnehmergruppe, gefolgt von der Automobilindustrie mit 20%. Weitere teilnehmende Branchen waren die Elektro- und Elektronikindustrie (14%), Prozessindustrie (8%), IT und Kommunikation (5%) sowie die Medizintechnik (4%).

Die Befragungsteilnehmer unterscheiden sich weiter in ihrem Fachbereich (vgl. Abbildung 39). Hier sind sechs größere Gruppen auszumachen, wobei Teilnehmer aus der Produktion und Fertigung mit 36% die größte bilden. Zusammen mit den Führungskräften und Mitarbeitern aus Administration (13%) ist damit die Zielgruppe der Befragung sehr gut vertreten. Der Fachbereich Forschung und Entwicklung, der sich ebenfalls zunehmend mit der Vernetzung und der Nutzung von Daten (bspw. Nutzung von Produktdaten) auseinandersetzt, bildet mit 17% die zweitgrößte Gruppe. Nicht als Zielgruppe definiert, aber dennoch mit einer großen Bedeutung für die Umsetzung von Big-Data-Analysen, ist der IT-Bereich (10%). Außerdem waren Teilnehmer aus den Logistik- (6%) und Qualitätsbereichen (4%) an der Umfrage beteiligt.

7.3. Teilnehmercharakterisierung Experteninterviews

Nach der Auswertung der Onlinebefragung wurden die Ergebnisse aufbereitet. Zusammen mit weiteren konkretisierten Fragen wurden diese mit Experten aus der Wirtschaft und Wissenschaft diskutiert. Dazu wurden Fach- und Führungskräfte aus verschiedenen Branchen und Unternehmensbereichen, größtenteils keine Teilnehmer der Umfrage, in Experteninterviews zu einzelnen Veränderungsdimensionen befragt. Als Gesprächspartner konnten hier sowohl Personen aus der

Praxis (z.B. Projekt- und Betriebsleiter) als auch Geschäftsführer von kleinen und mittelständischen Unternehmen gewonnen werden. Auch die Einschätzungen von Vertretern der Wissenschaft flossen in die Studie ein.

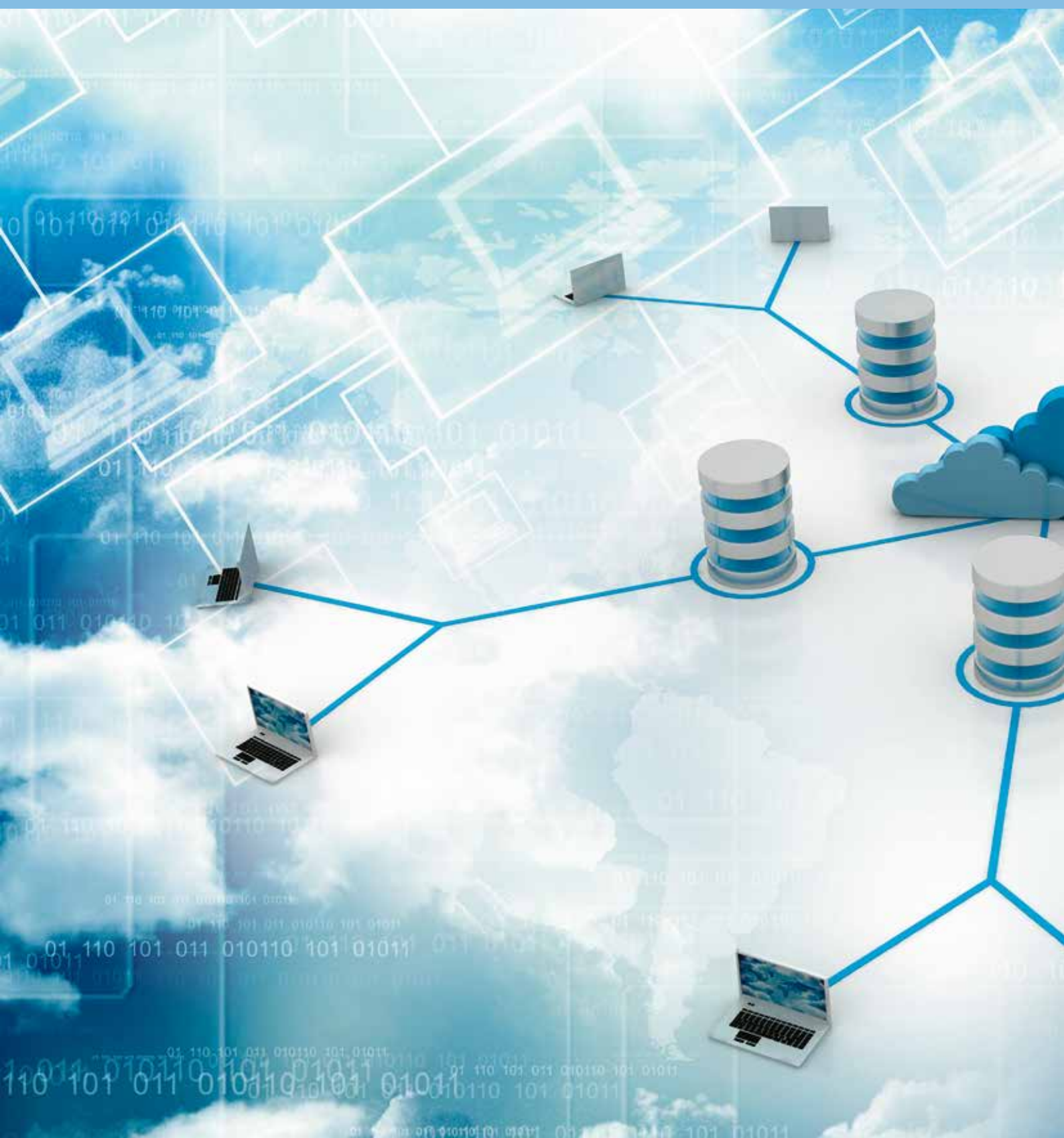
7.4. Verfügbarkeit des Forschungsdatensatzes

Der im Rahmen dieser Studie erarbeitete und damit deren Ergebnissen zugrundeliegende Forschungsdatensatz »Big-Data-Analytics: Data-driven optimization of manufacturing companies« ist unter Angabe des Digital Object Identifier (DOI) 10.5281/zenodo.581369 bei Zenodo unter der Lizenz Creative Commons-NonCommercial-ShareAlike (CC-BY-NC-SA 4.0) verfügbar. Neben dem deutschsprachigen Originaldatensatz ist auch eine englische Übersetzung vorhanden. Dabei wurden alle personenbezogenen Angaben der Teilnehmer entfernt.

Mit der Open-Access-Publikation des Forschungsdatensatzes unterstützen wir die »Open Access-Strategie 2020« der Fraunhofer-Gesellschaft und damit deren Ziel, Wissenschaft und ihre Ergebnisse einer größeren Zahl von Menschen einfacher zugänglich zu machen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus aller Welt bieten wir somit die Möglichkeit, unsere Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und in Form eigener Analysen und Auswertungen weiterzuentwickeln.

Forschungsdatensatz

Datenformat: .csv
 Datensätze: 157, davon 133 vollständig
 Sprachen: Deutsch, Englisch
 DOI: 10.5281/zenodo.581369
 Link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.581369>





8. VOLLSTÄNDIGE ÜBERSICHT DER VERÄNDERUNGEN

Nachfolgend sind die Befragungsergebnisse für die vier Veränderungsdimensionen Mensch, Technik, Organisation und Geschäftsmodell jeweils bezogen auf die Unternehmensgröße sowie die Branche im Überblick dargestellt.

8.1. Veränderungen nach Unternehmensgröße

8.1.1. Dimension Mensch

Abbildung 40: Zustimmungswerte zur These: Je mehr intelligente Datenauswertungen zum Einsatz kommen, desto weniger Entscheidungen werden vom Menschen getroffen (n=133)

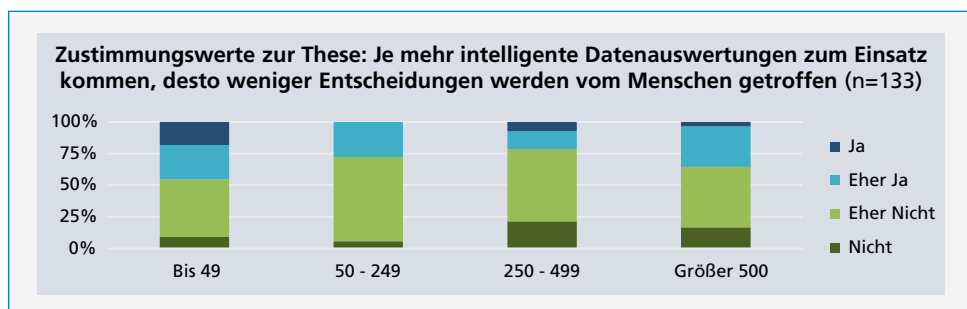


Abbildung 41: Zustimmungswerte zur These: Je mehr Aufgaben von intelligenten IT Systemen in Unternehmen übernommen werden, desto mehr Wissen geht bei den Mitarbeitern verloren (n=132)

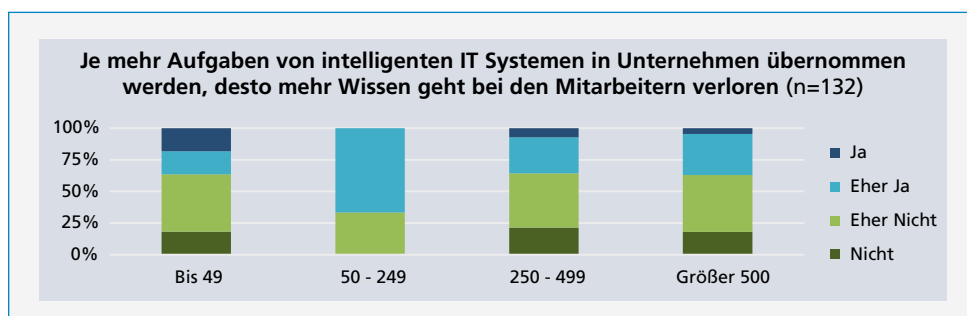


Abbildung 42: Zustimmungswerte zur These: Wenn die Digitalisierung und die Vernetzung in der Produktion weiter voranschreiten, dann ändern sich die notwendigen Qualifikationen der Mitarbeiter

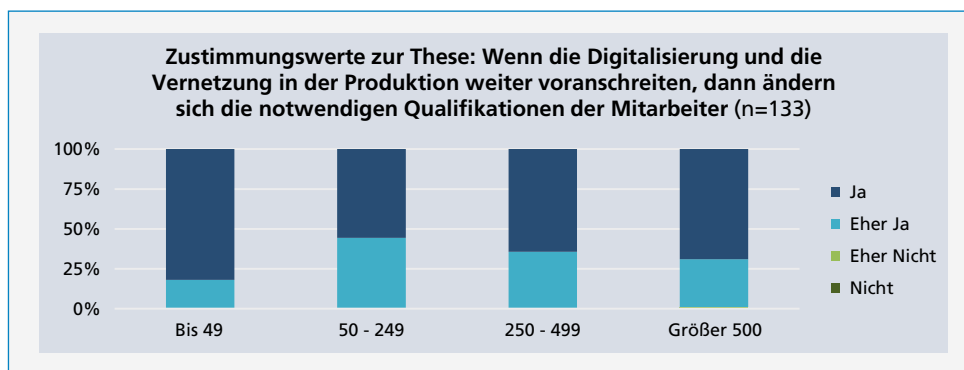
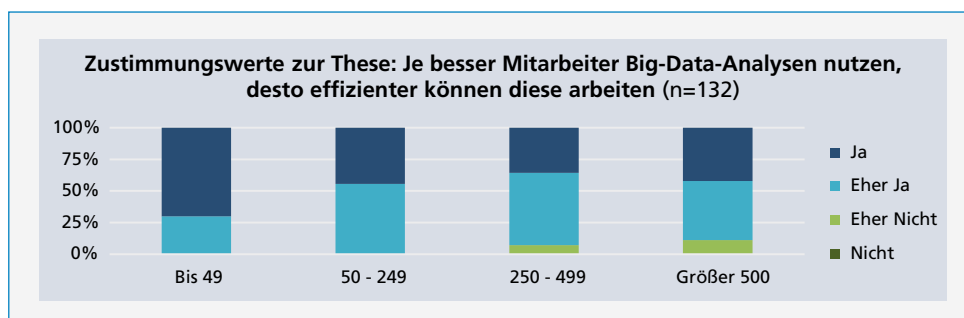


Abbildung 43: Zustimmungswerte zur These: Je besser Mitarbeiter Big-Data-Analysen nutzen, desto effizienter können diese arbeiten



8.1.2. Dimension Technik

Abbildung 44: Zustimmungswerte zur These: Wenn Maschinen umfassend digital miteinander vernetzt werden, dann kann die Produktion flexibler gestaltet werden

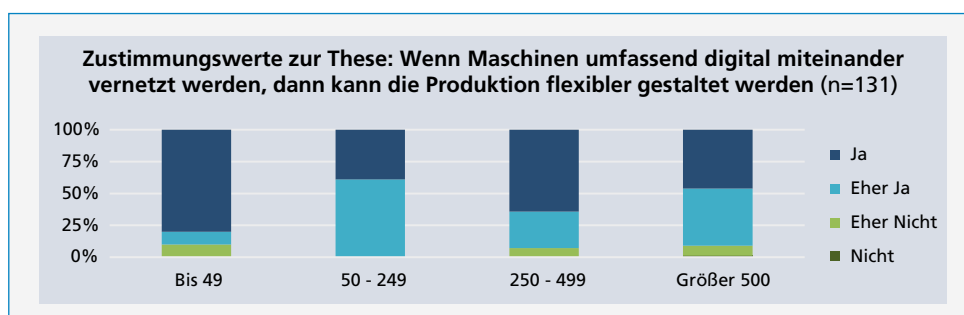


Abbildung 45: Zustimmungswerte zur These: Wenn Maschinen und Prozesse über Sensoren in einem digitalen Modell abgebildet werden, dann kann sich die Produktion über ihre Selbstwahrnehmung zu einem gewissen Grad selbst steuern und optimieren

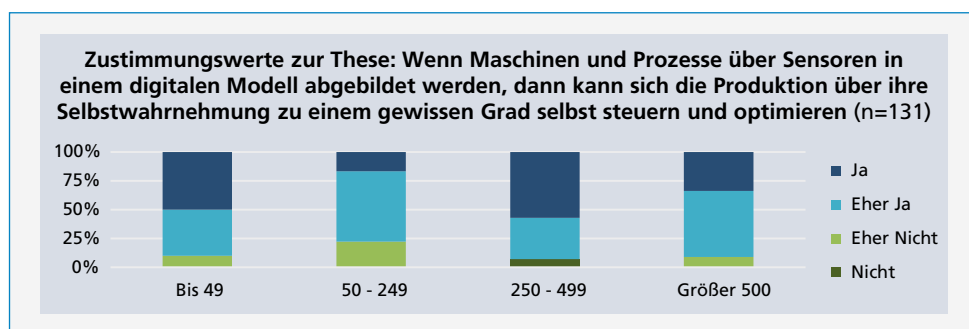


Abbildung 46: Zustimmungswerte zur These: Wenn Daten aus Produktion und Produkten (z. B. Prozess-/Qualitätsdaten) ausgewertet werden und der gesamte Produktlebenszyklus damit abgebildet wird, ist eine ganzheitliche Optimierung von Produkt und Produktion möglich

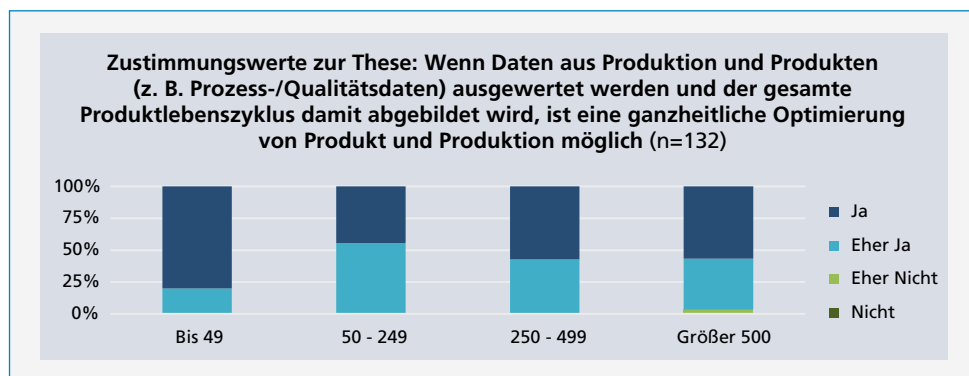


Abbildung 47: Zustimmungswerte zur These: Je mehr Daten analysiert werden, desto besser wird die Qualität von Prozessen und Produkten

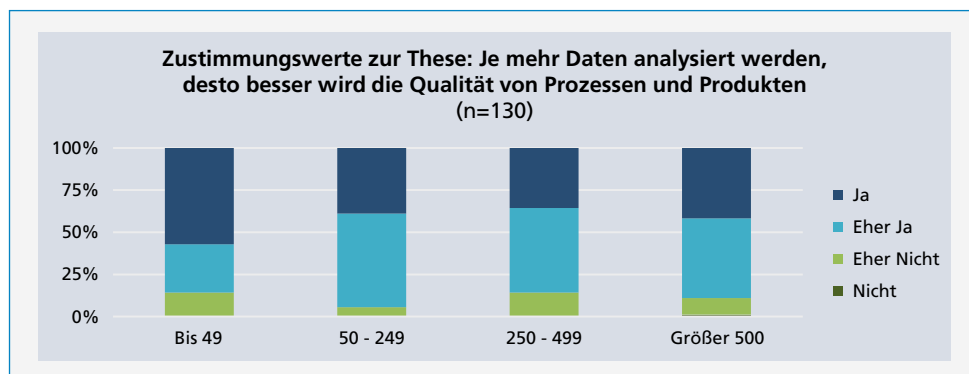


Abbildung 48: Zustimmungswerte zur These: Je früher man Wartungen und Instandhaltungen einplanen kann, desto effizienter können Maschinen und damit Produktionen betrieben werden

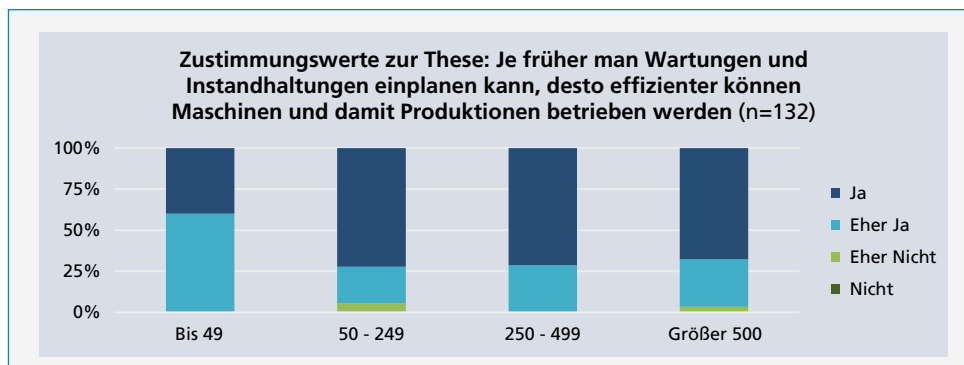
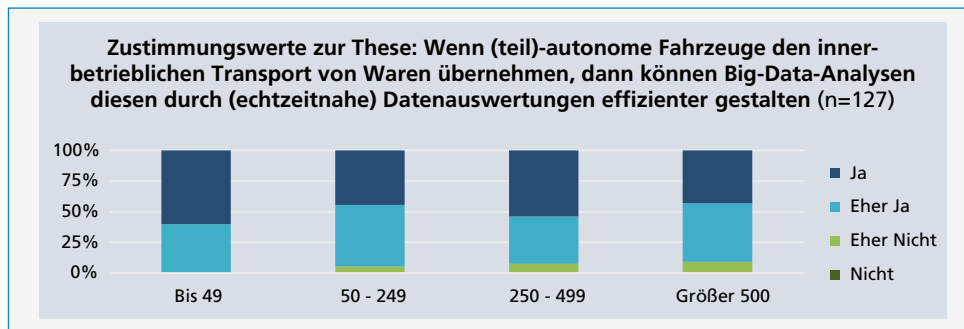


Abbildung 49: Zustimmungswerte zur These: Wenn (teil-)autonome Fahrzeuge den innerbetrieblichen Transport von Waren übernehmen, dann können Big-Data-Analysen diesen durch (echtzeitnahe) Datenauswertungen effizienter gestalten



8.1.3. Dimension Organisation

Abbildung 50: Zustimmungswerte zur These: Je mehr intelligente Systeme in Unternehmen Einzug halten, desto weniger hierarchisch werden die Organisationsstrukturen

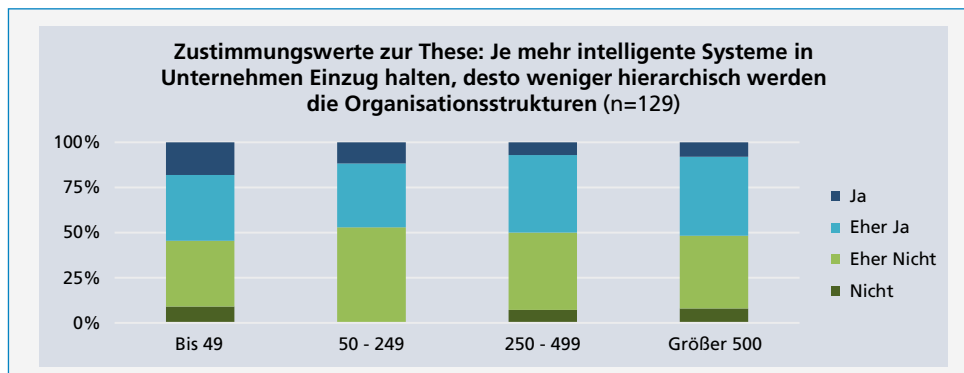


Abbildung 51: Zustimmungswerte zur These: Je höher die Datenintegration zwischen Unternehmen und Kooperationspartner, desto größer ist die Möglichkeit, Dienste an Dritte zu vergeben

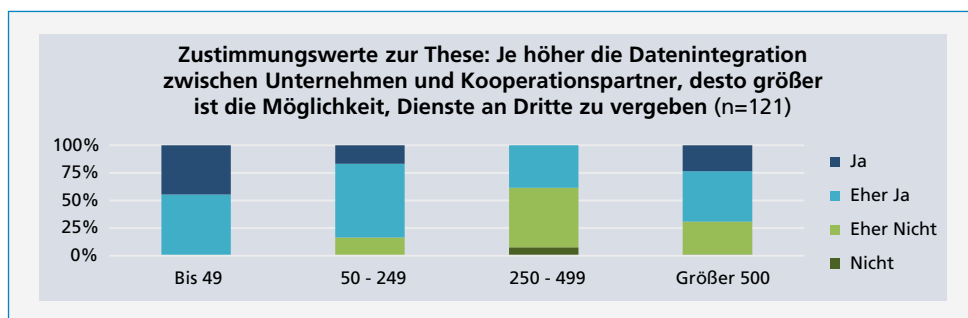


Abbildung 52: Zustimmungswerte zur These: Big-Data-Analysen werden in produzierenden Unternehmen zuerst entlang der Wertschöpfungskette zum Einsatz kommen

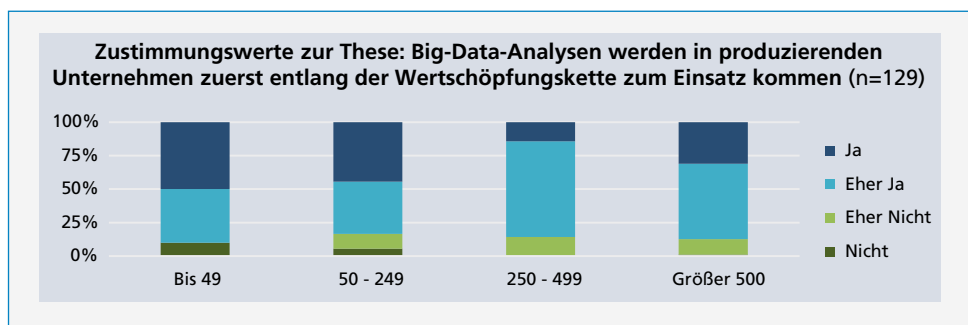


Abbildung 53: Zustimmungswerte zur These: Je mehr IT-Systeme Aufgaben für das Unternehmen übernehmen, desto mehr gewinnt die IT-Strategie für Unternehmen an Bedeutung

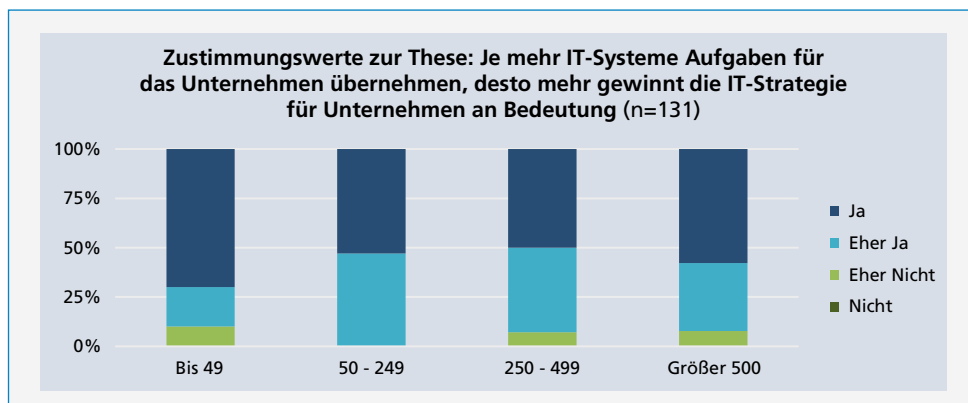


Abbildung 54: Zustimmungswerte zur These: Je mehr unterschiedliche Daten anfallen und analysiert werden können, umso größer wird die Transparenz von betrieblichen Strukturen und Prozessen

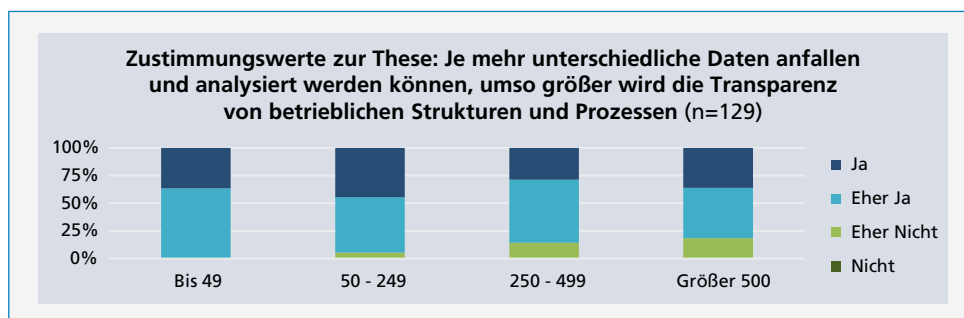
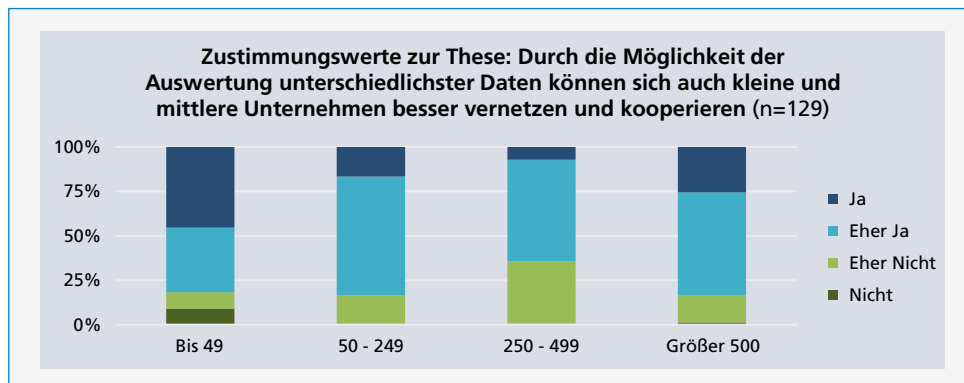


Abbildung 55: Zustimmungswerte zur These: Durch die Möglichkeit der Auswertung unterschiedlichster Daten können sich auch kleine und mittlere Unternehmen besser vernetzen und kooperieren



8.1.4. Dimension Geschäftsmodell

Abbildung 56: Zustimmungswerte zur These: Durch die Vernetzung und Anwendung von Big-Data-Analytik entwickeln sich mehr Unternehmen zu Serviceanbietern

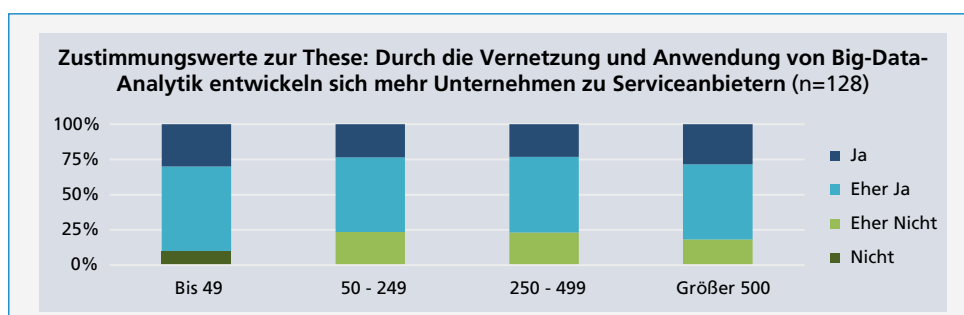


Abbildung 57: Zustimmungswerte zur These: Je größer der Vernetzungsgrad und die intelligente Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten, desto wahrscheinlicher ist eine Zentralisierung von Serviceanbietern

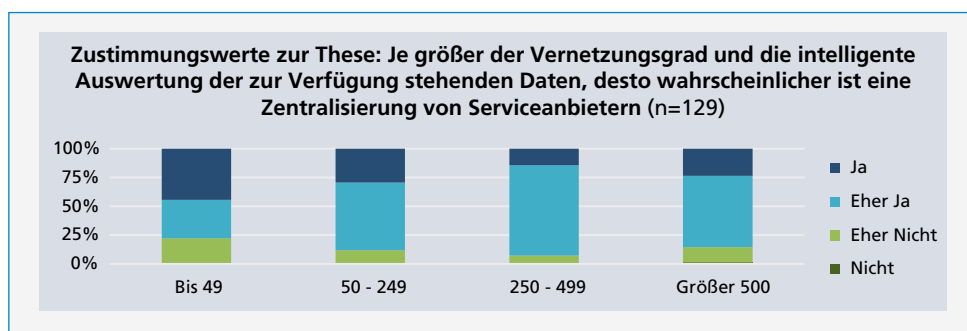


Abbildung 58: Zustimmungswerte zur These: Je größer die Vernetzung von kleinen und mittleren Unternehmen, desto größer ist die Chance, ihr Potenzial in den Markt zu bringen

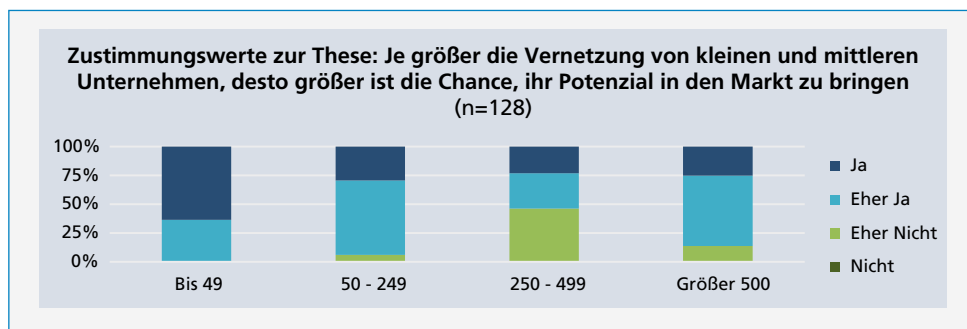
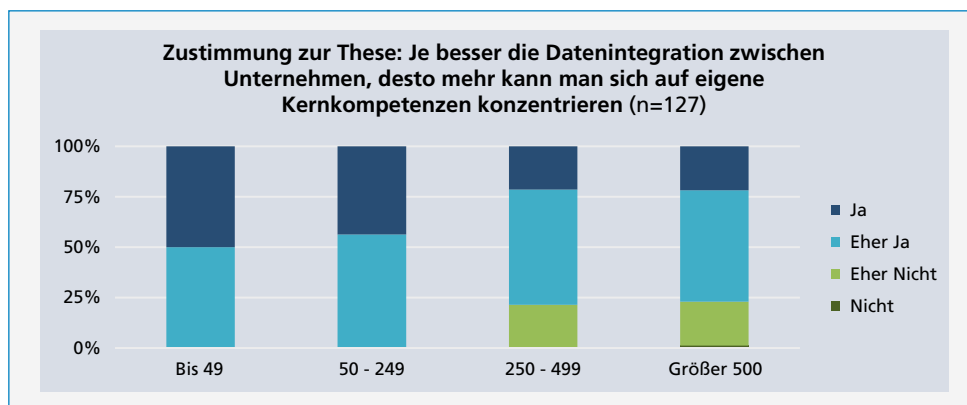


Abbildung 59: Zustimmungswerte zur These: Je besser die Datenintegration zwischen Unternehmen, desto mehr kann man sich auf eigene Kernkompetenzen konzentrieren



8.2. Veränderungen nach Branche

8.2.1. Dimension Mensch

Abbildung 60: Zustimmungswerte zur These: Je mehr intelligente Datenauswertungen zum Einsatz kommen, desto weniger Entscheidungen werden vom Menschen getroffen

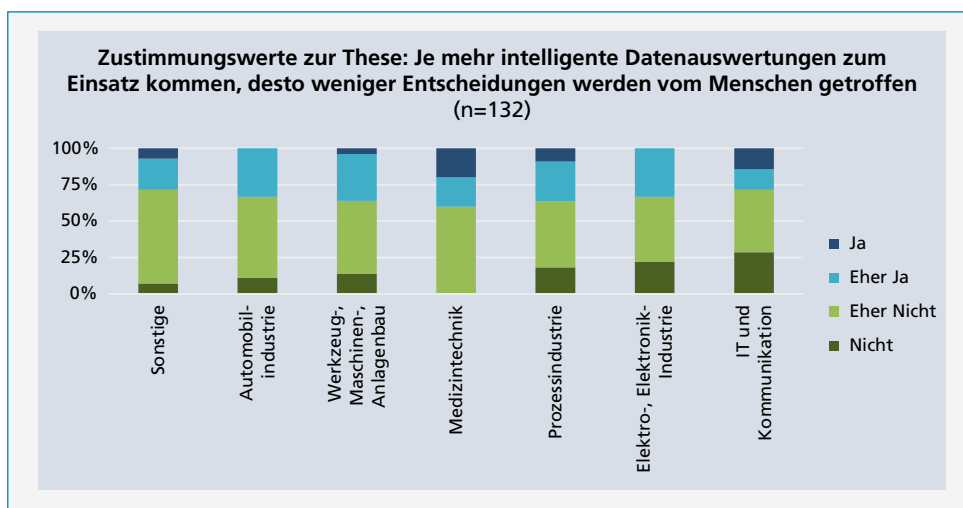


Abbildung 61: Zustimmungswerte zur These: Je mehr Aufgaben von intelligenten IT Systemen in Unternehmen übernommen werden, desto mehr Wissen geht bei den Mitarbeitern verloren

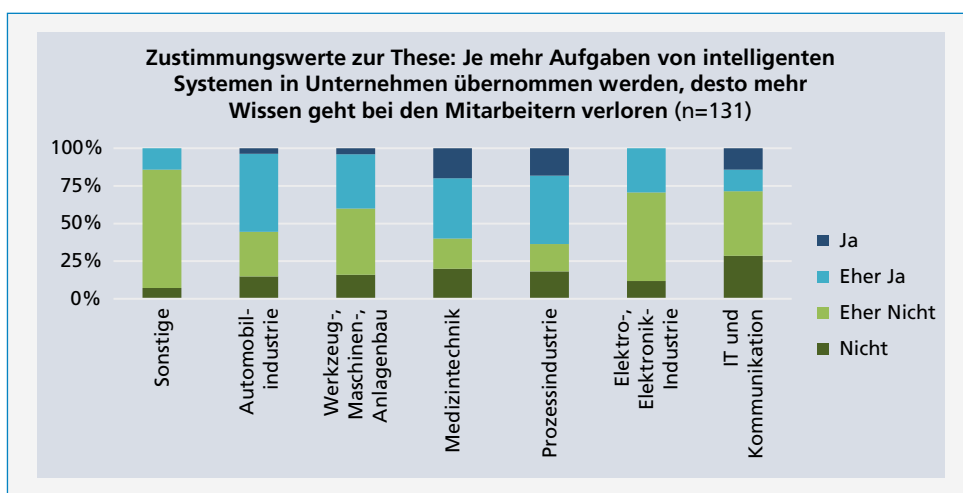


Abbildung 62: Zustimmungswerte zur These: Wenn die Digitalisierung und die Vernetzung in der Produktion weiter voranschreiten, dann ändern sich die notwendigen Qualifikationen der Mitarbeiter

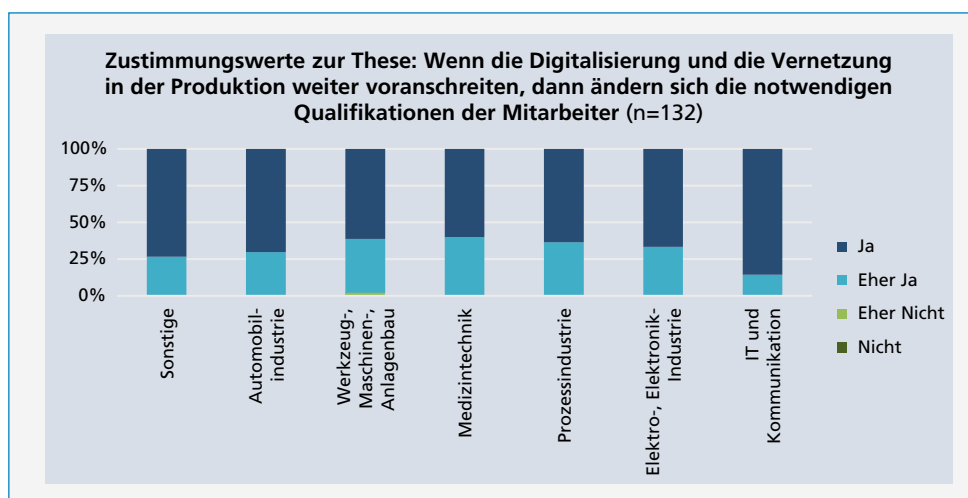
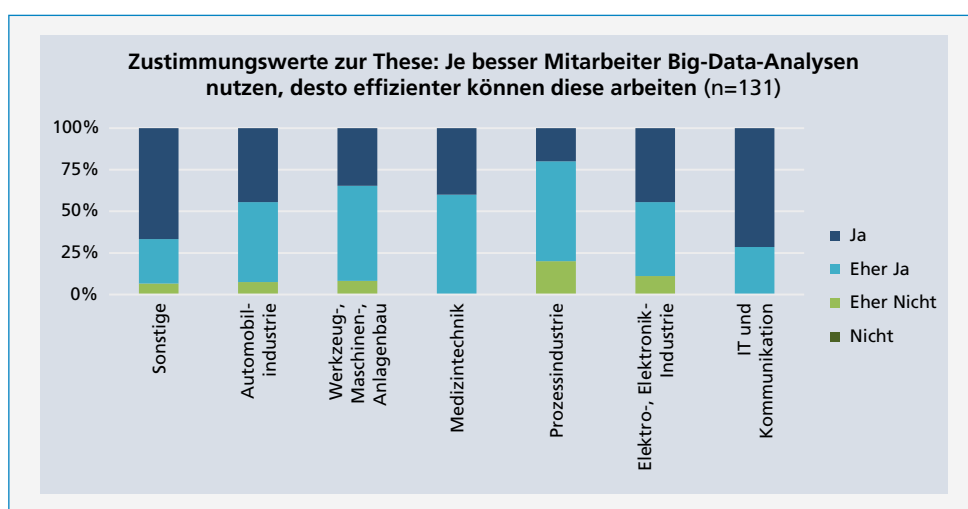


Abbildung 63: Zustimmungswerte zur These: Je besser Mitarbeiter Big-Data-Analysen nutzen, desto effizienter können diese arbeiten



8.2.2. Dimension Technik

Abbildung 64: Zustimmungswerte zur These: Wenn Maschinen umfassend digital miteinander vernetzt werden, dann kann die Produktion flexibler gestaltet werden

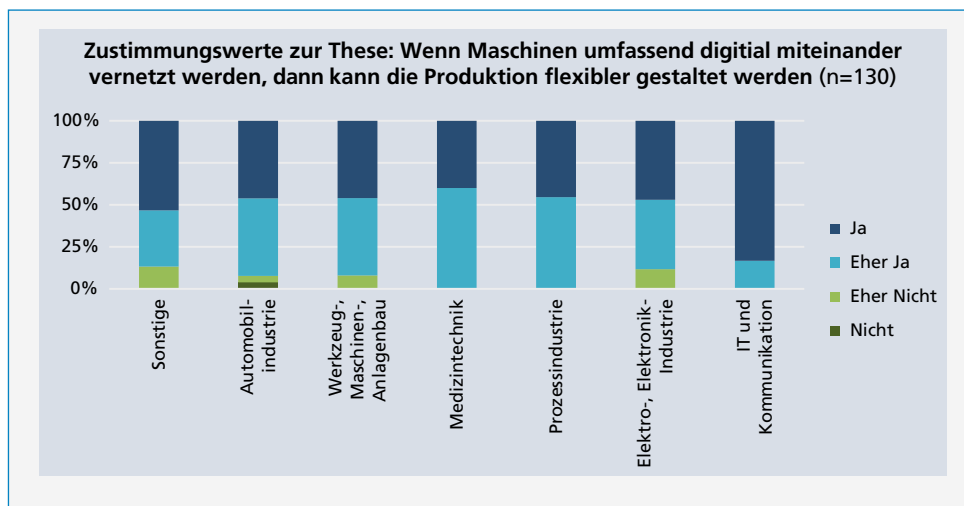


Abbildung 65: Zustimmungswerte zur These: Wenn Maschinen und Prozesse über Sensoren in einem digitalen Modell abgebildet werden, dann kann sich die Produktion über ihre Selbstwahrnehmung zu einem gewissen Grad selbst steuern und optimieren

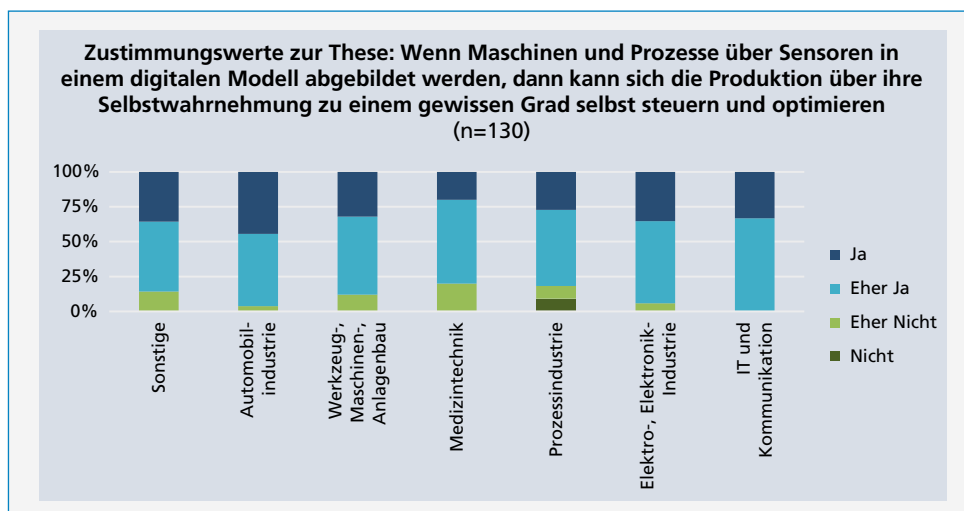


Abbildung 66: Zustimmungswerte zur These: Wenn Daten aus Produktion und Produkten (z.B. Prozess- und Qualitätsdaten) ausgewertet werden und der gesamte Produktlebenszyklus damit abgebildet wird, ist eine ganzheitliche Optimierung von Produkt und Produktion möglich

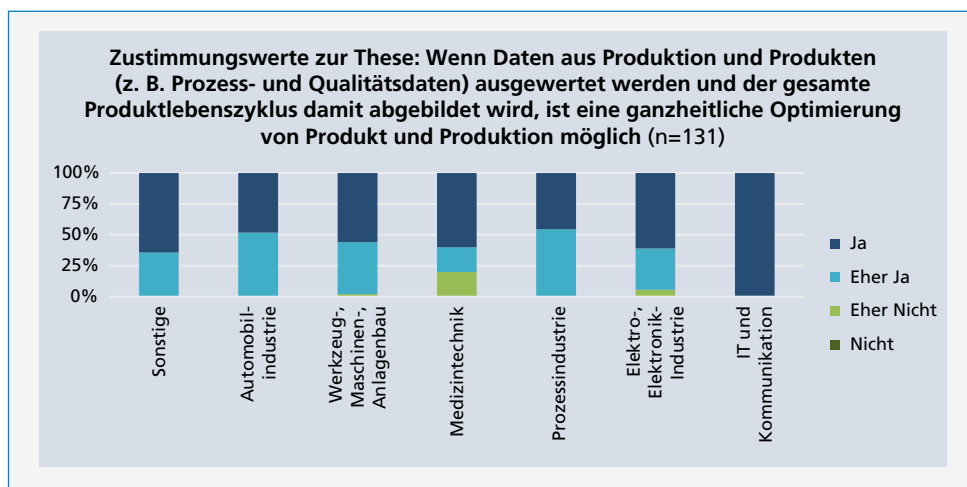


Abbildung 67: Zustimmungswerte zur These: Je mehr Daten analysiert werden, desto besser wird die Qualität von Prozessen und Produkten

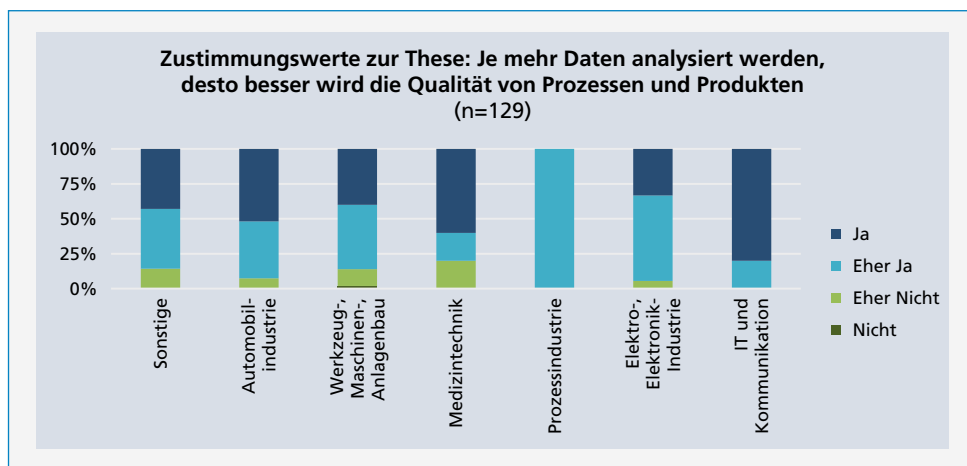


Abbildung 68: Zustimmungswerte zur These: Je früher man Wartungen und Instandhaltungen einplanen kann, desto effizienter können Maschinen und damit Produktionen betrieben werden

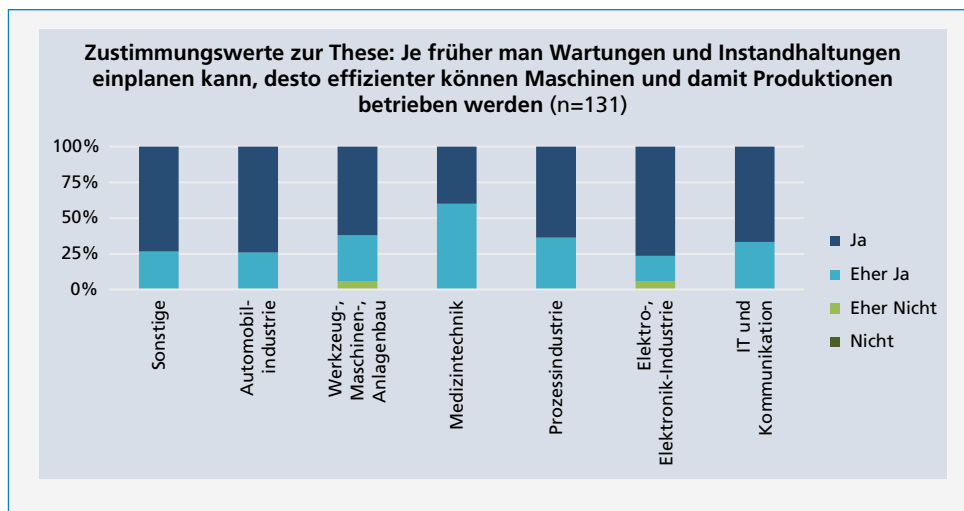
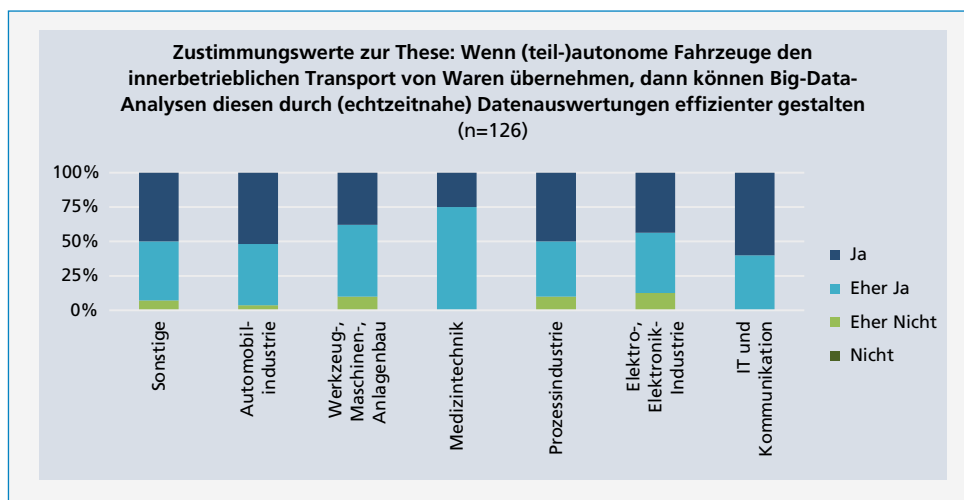


Abbildung 69: Zustimmungswerte zur These: Wenn (teil-)autonome Fahrzeuge den innerbetrieblichen Transport von Waren übernehmen, dann können Big-Data-Analysen diesen durch (echtzeitnahe) Datenauswertungen effizienter gestalten



8.2.3. Dimension Organisation

Abbildung 70: Zustimmungswerte zur These: Je mehr intelligente Systeme in Unternehmen Einzug halten, desto weniger hierarchisch werden die Organisationsstrukturen

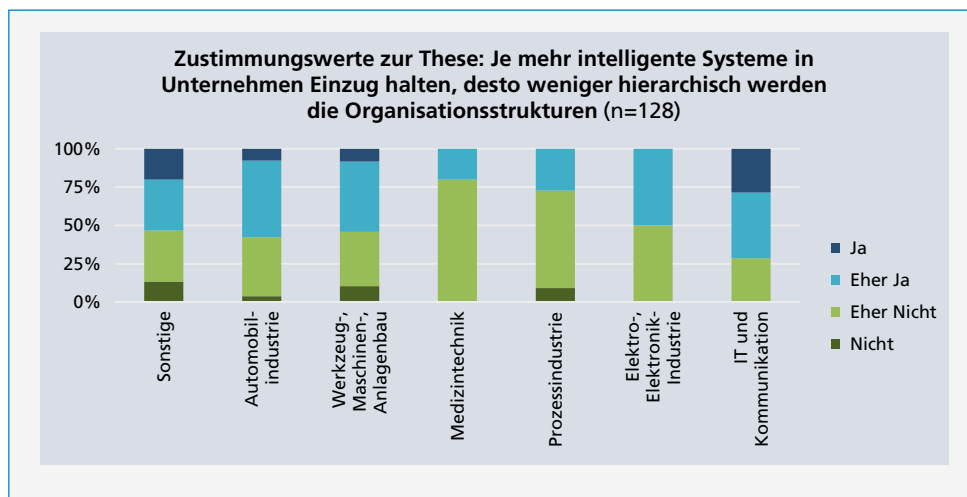


Abbildung 71: Zustimmungswerte zur These: Je höher die Datenintegration zwischen Unternehmen und Kooperationspartner, desto größer ist die Möglichkeit, Dienste an Dritte zu vergeben

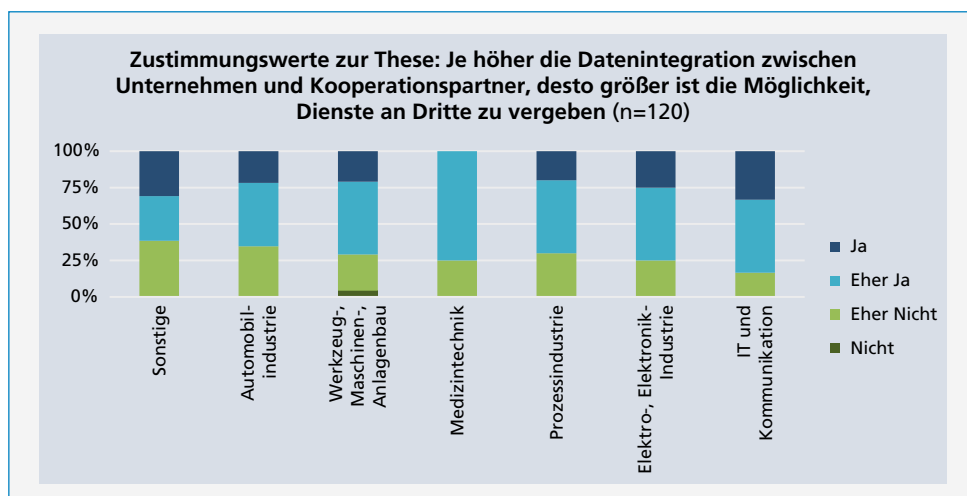


Abbildung 72: Zustimmungswerte zur These: Big-Data-Analysen werden in produzierenden Unternehmen zuerst entlang der Wertschöpfungskette zum Einsatz kommen

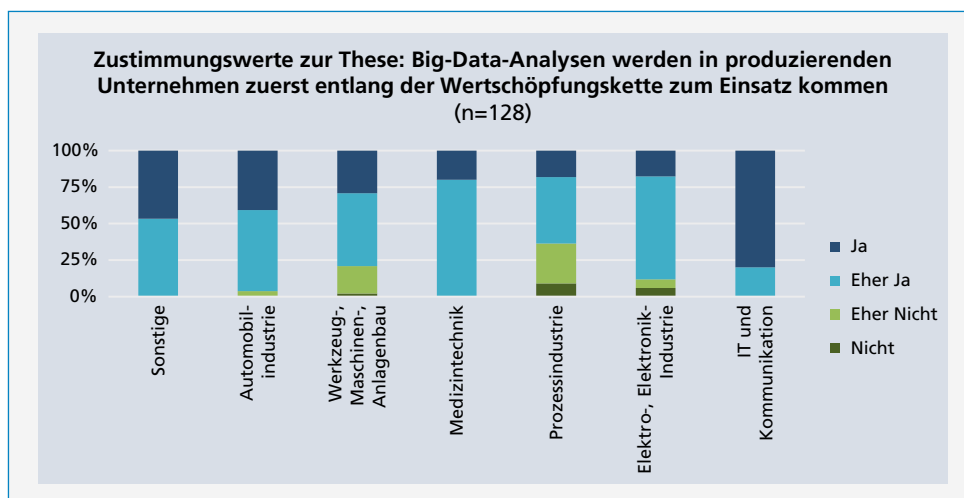


Abbildung 73: Zustimmungswerte zur These: Je mehr IT-Systeme Aufgaben für das Unternehmen übernehmen, desto mehr gewinnt die IT-Strategie für Unternehmen an Bedeutung

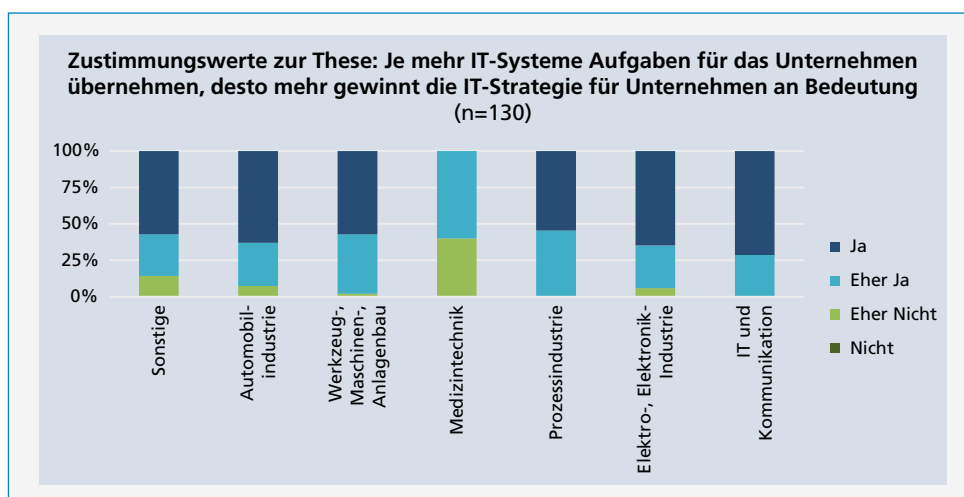


Abbildung 74: Zustimmungswerte zur These: Je mehr unterschiedliche Daten anfallen und analysiert werden können, umso größer wird die Transparenz von betrieblichen Strukturen und Prozessen

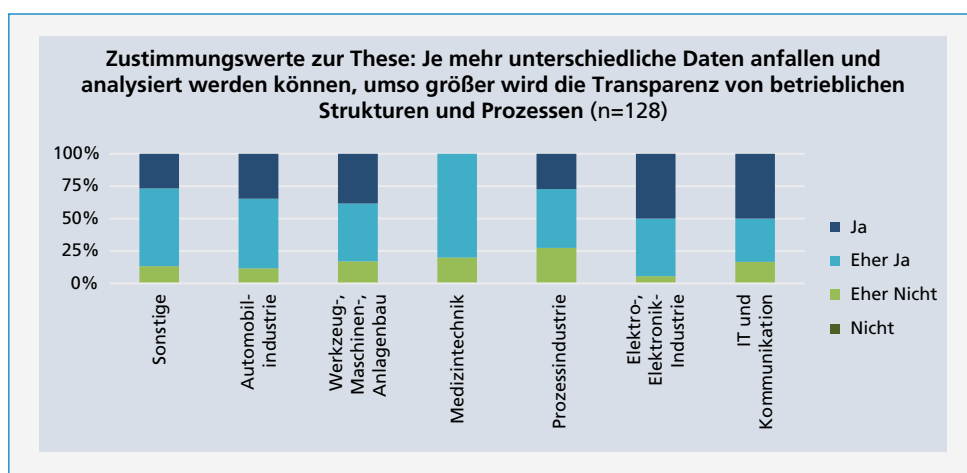
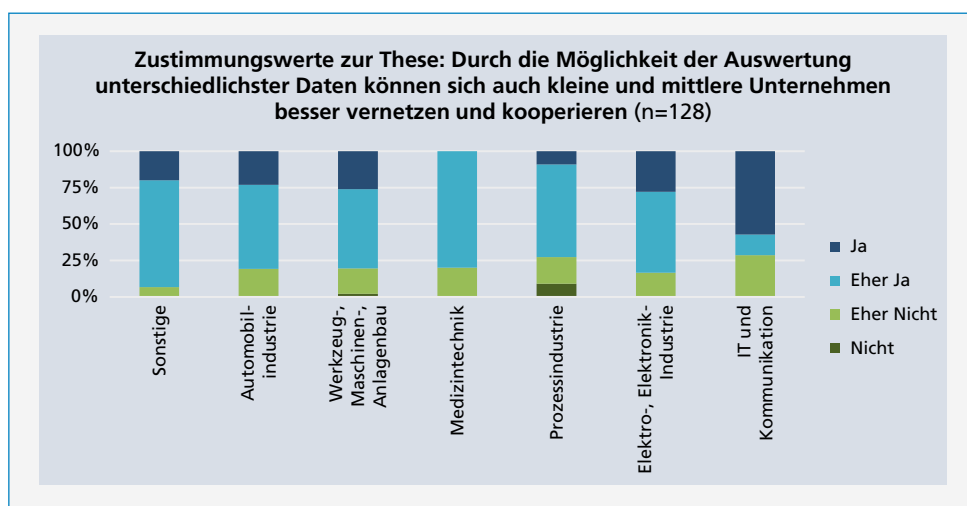


Abbildung 75: Zustimmungswerte zur These: Durch die Möglichkeit der Auswertung unterschiedlichster Daten können sich auch kleine und mittlere Unternehmen besser vernetzen und kooperieren



8.2.4. Dimension Geschäftsmodell

Abbildung 76: Zustimmungswerte zur These: Durch die Vernetzung und Anwendung von Big-Data-Analytik entwickeln sich mehr Unternehmen zu Serviceanbietern

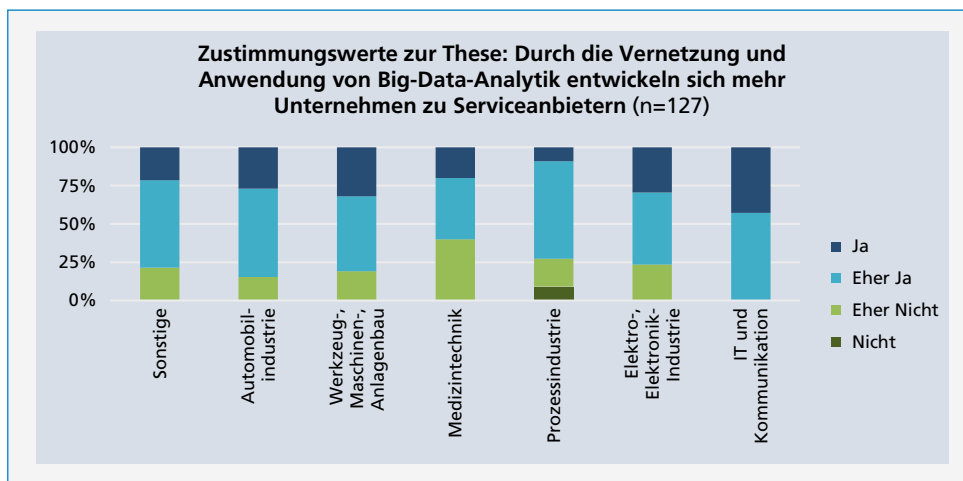


Abbildung 77: Zustimmungswerte zur These: Je größer der Vernetzungsgrad und die intelligente Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten, desto wahrscheinlicher ist eine Zentralisierung von Serviceanbietern

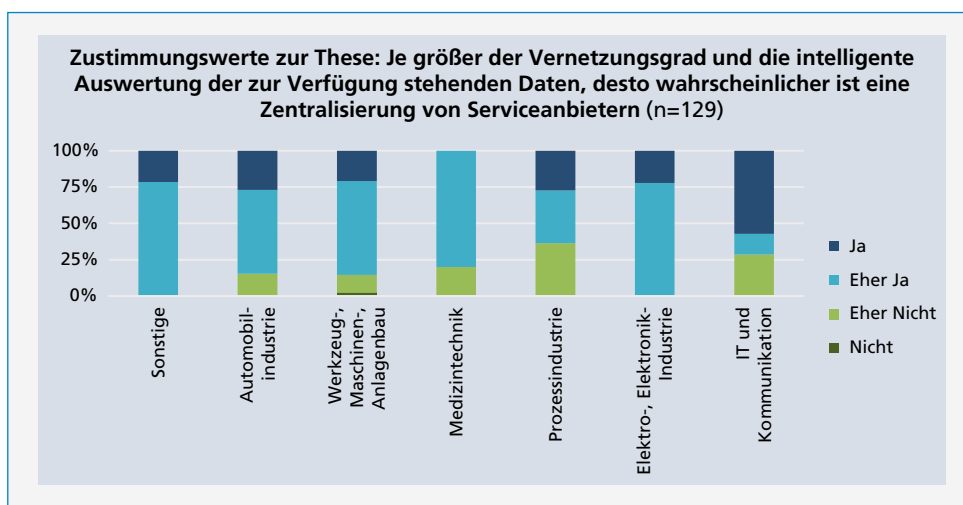


Abbildung 78: Zustimmungswerte zur These: Je größer die Vernetzung von kleinen und mittleren Unternehmen, desto größer ist die Chance, ihr Potenzial in den Markt zu bringen

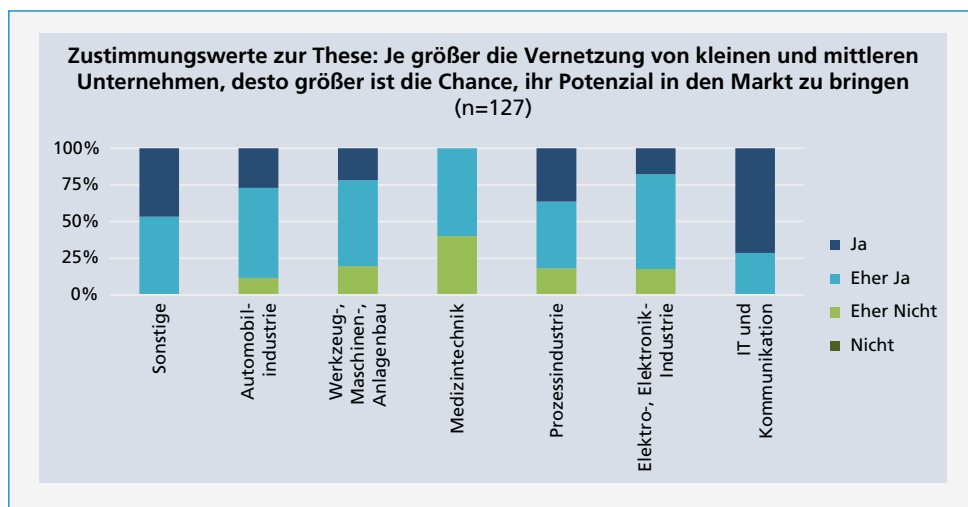
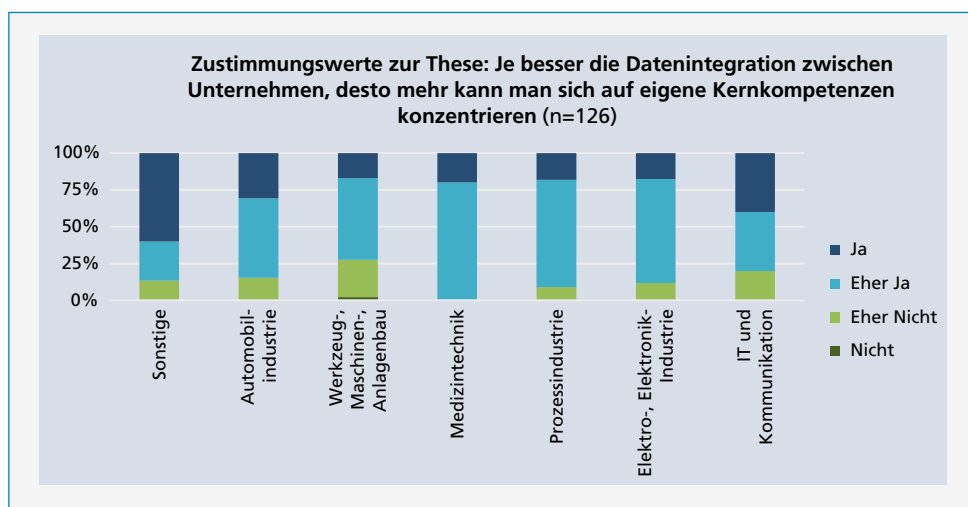
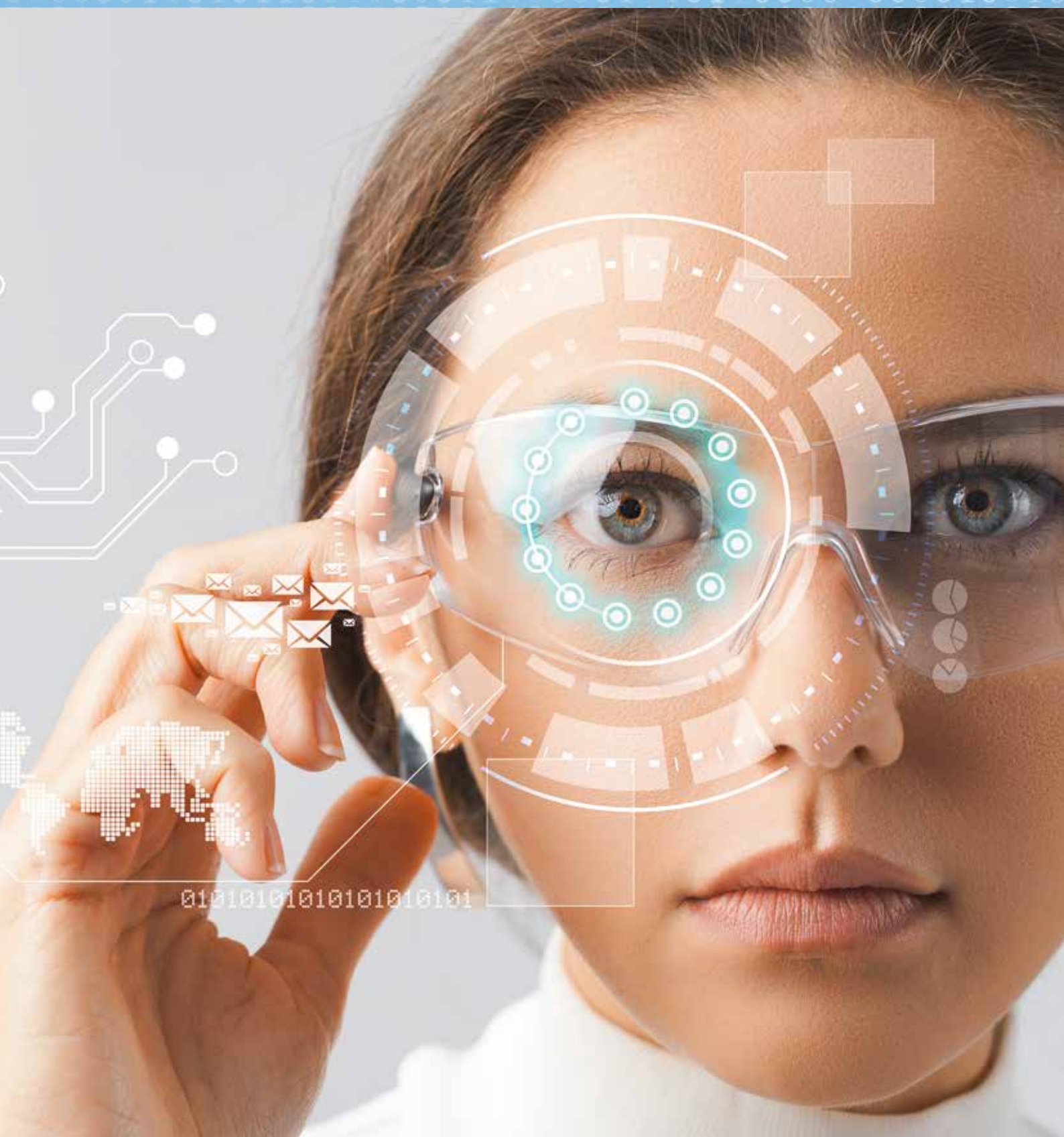
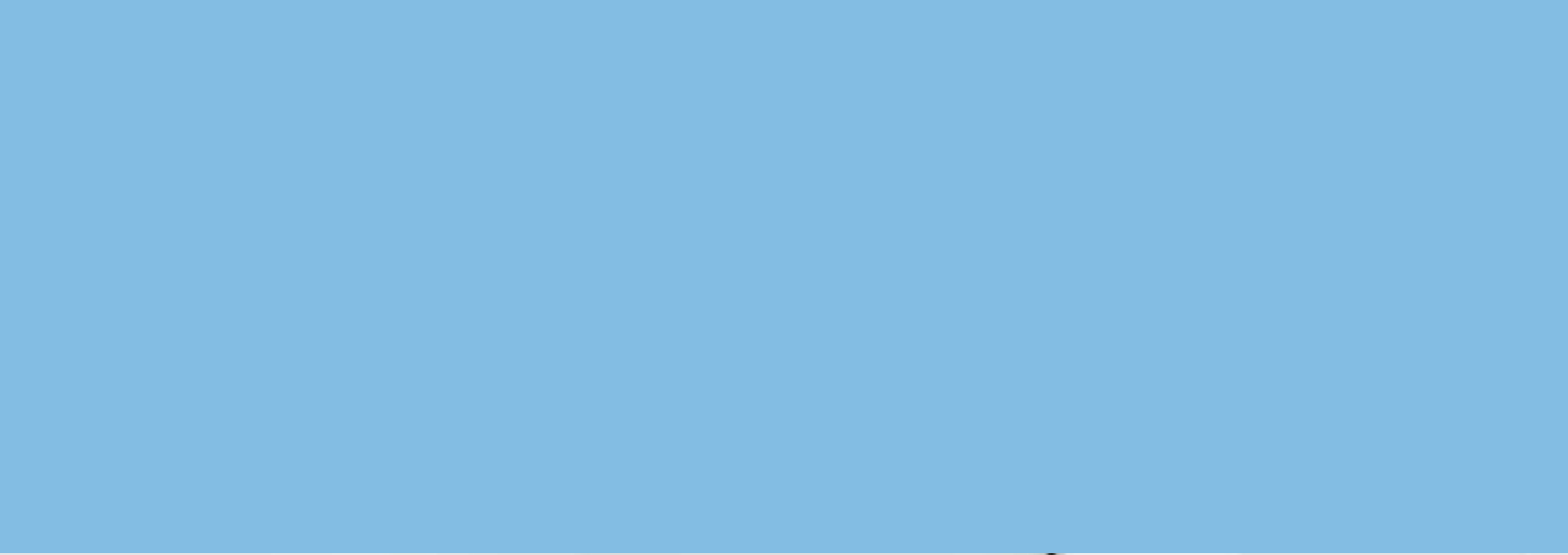


Abbildung 79: Zustimmungswerte zur These: Je besser die Datenintegration zwischen Unternehmen, desto mehr kann man sich auf eigene Kernkompetenzen konzentrieren









9. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] VOGEL-HEUSER, B., BAUERNHANS, T. und M. TEN HOMPEL. *Handbuch Industrie 4.0. Allgemeine Grundlagen*. 2., erweiterte und bearbeitete Auflage. Berlin: Springer Vieweg, 2017. Springer Reference Technik. ISBN 978-3-662-53254-6
- [2] KLODT, H. Globalisierung: Hintergründe und Perspektiven. *Der Bürger im Staat*, 1999, **49**(4), 199-204
- [3] KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. und J. HELBIG. *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, 2013 [Zugriff am: 11. April 2017]. Verfügbar unter: www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf
- [4] SCHÖN, C. Big Data in Unternehmen. Die 10 wichtigsten Szenarien. *Big Data Blog*, 24. April 2015 [Zugriff am: 15. September 2016]. Verfügbar unter: <https://bigdatablog.de/2015/04/24/big-data-in-unternehmen-die-10-wichtigsten-szenarien>
- [5] JANOSCHEK, N., GROSSER, T. und C. BANGE. BARC: *Big Data Use Cases. Getting real on data monetization*. BARC Research Study. Würzburg: BARC [Zugriff am: 4. Juli 2016]. Verfügbar unter: www.sas.com/content/dam/SAS/bp_de/doc/studie/ba-st-barc-bigdata-use-cases-de-2359583.pdf
- [6] LICHTBLAU, K., STICH, V., BERTENRATH, R., BLUM, M., BLEIDER, M., MILLACK, A., SCHMITT, K., SCHMITZ, E. und M. SCHRÖTER. *Industrie 4.0 Readiness*. Aachen: IMPULS-Stiftung, 2015 [Zugriff am: 25. April 2017]. Verfügbar unter: www.impuls-stiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974
- [7] DEMCHENKO, Y., GROSSO, P., LAAT, C. de und P. MEMBREY. Addressing big data issues in Scientific Data Infrastructure. In: *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*: IEEE, 2013, S. 48-55. ISBN 978-1-4673-6404-1
- [8] KLEIN, D., TRANGIA, P. und M. HARTMANN. Big Data. *Informatik-Spektrum*, 2013, **36**(3), 319-323. Verfügbar unter: doi:10.1007/s00287-013-0702-3
- [9] LANEY, D. *Application Delivery Strategies. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*, 2001 [Zugriff am: 3. Mai 2017]. Verfügbar unter: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>
- [10] GANDOMI, A. und M. HAIDER. Beyond the hype. Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 2015, **35**(2), 137-144. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007
- [11] IBM. *The Four V's of Big Data*, 2013 [Zugriff am: 22. Oktober 2016]. Verfügbar unter: www.ibmbigdatahub.com/sites/default/files/infographic_file/4-Vs-of-big-data.jpg
- [12] YIN, S. und O. KAYNAK. Big Data for Modern Industry. Challenges and Trends [Point of View]. *Proceedings of the IEEE*, 2015, **103**(2), 143-146. Verfügbar unter: doi:10.1109/JPROC.2015.2388958
- [13] BAUERNHANS, T., KRÜGER, J., REINHART, G. und G. SCHUH. *WGP-Standpunkt Industrie 4.0*, 2016 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.wgp.de/uploads/media/WGP-Standpunkt_Industrie_4-0.pdf
- [14] LYNCH, C. Big data. How do your data grow? *Nature*, 2008, **455**(7209), 28-29. Verfügbar unter: doi:10.1038/455028a
- [15] WARD, J.S. und A. BARKER. *Undefined By Data. A Survey of Big Data Definitions* [Zugriff am: 30. Januar 2017]. Verfügbar unter: <http://arxiv.org/pdf/1309.5821v1>
- [16] NIST. *Big Data Interoperability Framework. Volume 1, Definitions*, 2015 [Zugriff am: 7. Februar 2017]. Verfügbar unter: doi:10.6028/NIST.SP.1500-1
- [17] CUI, B., MEI, H. und B. CHIN OOI. Big data. The driver for innovation in databases. *National Science Review*, 2014, **1**(1), 27-30. Verfügbar unter: doi:10.1093/nsr/nwt020
- [18] MOHANTY, H., BHUYAN, P. und D. CHENTHATHI. *Big Data*. New Delhi: Springer India, 2015. 11. ISBN 978-81-322-2493-8

- [19] BITKOM. *Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider. Leit-faden*, 2014 [Zugriff am: 22. Oktober 2016]. Verfügbar unter: www.bitkom.org/Publikationen/2014/Leitfaden/Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider/140228-Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.pdf
- [20] URBANSKI, J. und M. WEBER. *Big Data im Praxiseinsatz. Szenarien, Beispiele, Effekte*. Berlin, 2012 [Zugriff am: 30. März 2017]. Verfügbar unter: www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2012/Leitfaden/Leitfaden-Big-Data-im-Praxiseinsatz-Szenarien-Beispiele-Effekte/BITKOM-LF-big-data-2012-online1.pdf
- [21] BMWI. *Smart Data – Innovationen aus Daten*, 2016 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/smart-data-innovationen-aus-daten.pdf?__blob=publicationFile&v=17
- [22] WU, M. Big Data Reduction 1. Descriptive Analytics. *Lithium Community*, 14. März 2013 [Zugriff am: 18. Juli 2016]. Verfügbar unter: <http://community.lithium.com/t5/Science-of-Social-blog/Big-Data-Reduction-1-Descriptive-Analytics/ba-p/77766>
- [23] WU, M. Big Data Reduction 2. Understanding Predictive Analytics. *Lithium Community*, 25. März 2013 [Zugriff am: 18. Juli 2016]. Verfügbar unter: <http://community.lithium.com/t5/Science-of-Social-blog/Big-Data-Reduction-2-Understanding-Predictive-Analytics/ba-p/79616>
- [24] WU, M. Big Data Reduction 3. From Descriptive to Prescriptive. *Lithium Community*, 4. Oktober 2013 [Zugriff am: 18. Juli 2016]. Verfügbar unter: <http://community.lithium.com/t5/Science-of-Social-blog/Big-Data-Reduction-3-From-Descriptive-to-Prescriptive/ba-p/81556>
- [25] FREITAG, M., KÜCK, M., AIT ALLA, A. und M. LÜTJEN. Potenziale von Data Science in Produktion und Logistik. Teil 1 – Eine Einführung in aktuelle Ansätze der Data Science. *Industrie 4.0 Management*, 2015, 31(5), 22-26.
- [26] GARTNER. Top 10 Moments from Gartner’s Supply Chain Executive Conference. *Gartner Blog Network*, 28. Mai 2013 [Zugriff am: 30. März 2017]. Verfügbar unter: <http://blogs.gartner.com/matthew-davis/top-10-moments-from-gartners-supply-chain-executive-conference/>
- [27] LEWIS, N. Analyse This! : Analytics explained and applied. *Business Analytics Blog*, 27. Mai 2011 [Zugriff am: 8. Juli 2016]. Verfügbar unter: www.uk.capgemini.com/blog/business-analytics-blog/2011/05/analyse-this-analytics-explained-and-applied
- [28] BELL, L. Machine learning versus AI: what’s the difference? AI and machine learning are very much related, but they’re not quite the same thing. *wired*, 1. Dezember 2016 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.wired.co.uk/article/machine-learning-ai-explained
- [29] WITTEN, I.H., PAL, C.J., FRANK, E. und M. A. HALL. *Data mining. Practical machine learning tools and techniques*. 4th Edition. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2017. ISBN 9780128042915
- [30] HELDMANN, S., HAMMER, M. und C. RAMSAUER. Eine strategische und operative Perspektive zur Anwendung von Big Data in der Industrie. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 2017, 112(01-02), 79-85
- [31] MAY, M. BIG DATA – Vorsprung durch Wissen. *Innovationspotentialanalyse*. Sankt Augustin: Fraunhofer IAIS [Zugriff am: 24. März 2017]. Verfügbar unter: www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/kommunikation/bigdata/Innovationspotenzialanalyse_Big-Data_Fraunhofer-IAIS.pdf
- [32] STAUFEN AG. *Deutscher Industrie 4.0 Index 2015. Industrie 4.0 und Lean*. Köngen: Staufen AG, 2015 [Zugriff am: 3. November 2016]. Verfügbar unter: www.staufen.ag/fileadmin/hq/survey/studie_deutscher_industrie_4_0_index_2015_150907.pdf
- [33] TROST, U. *BIG DATA Future. Chancen und Herausforderungen für die deutsche Industrie*, 2015 [Zugriff am: 24. Mai 2017]. Verfügbar unter: <https://bzi40.eu/de/publikationen/tags/datenstroeme/11-big-data-future-chancen-und-herausforderungen-fuer-die-deutsche-industrie/file>
- [34] WESTKAMP, M., TAMAS, A., WOCHINGER, T. und A. SCHATZ. *Studie – Einsatz und Nutzenpotentiale von Data Mining in Produktionsunternehmen. Ergebnisse*, 2014 [Zugriff am: 24. März 2017]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-290580.html>

- [35] HENKE, N., BUGHIN, J., CHUI, M., MANYIKA, J., SALEH, T., WISEMAN, B. und G. SETHUPATHY. *The Age of Analytics. Competing in a data-driven world*: McKinsey & Company [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.mckinsey.de/files/the-age-of-analytics-full-report.pdf
- [36] KPMG und BITKOM. *Mit Daten Werte schaffen*. 2016 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: <https://home.kpmg.com/de/de/home/themen/2016/06/mit-daten-werte-schaffen.html>
- [37] SPATH, D., GANSCHAR, O., GERLACH, S., HÄMMERLE, M., KRAUSE, T. und S. SCHLUND. *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7
- [38] VIRTUAL FORT KNOX. *Anwendungsfall: gwk. Digitalisierung von Temperiersystemen – Logotherm 4.0*, 2016 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.virtualfortknox.de/de/use-case-gwk
- [39] BACH, N., BREHM, C. und W. BUCHHOLZ. *Wertschöpfungsorientierte Organisation. Architekturen – Prozesse – Strukturen*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2012. ISBN 978-3-8349-3691-2
- [40] ZF FRIEDRICHSHAFEN AG. *Automated Operations für die Industrietechnik der Zukunft*. Presseinformation. *ZF Motion and Mobility*, 7. April 2017 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.zf.com/corporate/de_de/press/list/release/release_32257.html
- [41] DEUTSCHE MESSE. *Predictive Maintenance: Mehr als heiße Luft*. Presseinformation. *Hannover Messe*, 27. März 2017 [Zugriff am: 19. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.hannovermesse.de/de/news/mehr-als-heisse-luft.xhtml
- [42] FRAUNHOFER IPA. *Referenzprojekte. Fehler- und ursachenerkennung in hochautomatisierten Fertigungssystemen bei SCHOTT* [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/Fertigungssystemplanung-schott.html
- [43] KOLLMANN, T., STÖCKMANN, C., HENSELLEK, S. und J. KENSBOCK. *Deutscher Startup Monitor 2016. Der perfekte Start*. Berlin: KPMG in Deutschland, 2016 [Zugriff am: 16. Mai 2017]. Verfügbar unter: http://deutscherstartupmonitor.de/fileadmin/dsm/dsm-16/studie_dsm_2016.pdf
- [44] MERTES, R. *Daten als Grundlage der Entscheidungsprozesse*. Studie: Entscheidungen fallen zu langsam. *IT-ZOOM*, 28. November 2012 [Zugriff am: 23. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.it-zoom.de/it-director/e/daten-als-grundlage-der-entscheidungsprozesse-4532
- [45] ORESKOVIC, A. Google hat ein altes Produkt wiederbelebt und diesmal scheint die Zeit dafür reif zu sein. *Business Insider Deutschland*, 23. März 2017 [Zugriff am: 31. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.businessinsider.de/google-location-teilen-maps-wie-latitude-2017-3
- [46] TSCHAKERT, T. Daimler Fleetboard: Der Lkw liefert Big Data für die Logistik. *Mannheimer Morgen*, 9. Mai 2017 [Zugriff am: 31. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.morgenweb.de/auto_artikel,-auto-daimler-fleetboard-der-lkw-liefert-big-data-fuer-die-logistik-_arid,1044558.html
- [47] SEW-EURODRIVE. *Industrie 4.0. Ein White Paper von SEW-EURODRIVE*. Bruchsal: SEW-EURODRIVE, 2017 [Zugriff am: 18. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.sew-eurodrive.de/hannover_messe/extras_fuer_sie/industrie_40_-_white_paper/industrie_40_-_white_paper.html
- [48] ULICH, E. *Arbeitspsychologie*. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Zürich: vdf Hochschulverl. an der ETH, 2005. ISBN 9783791024424
- [49] VOGEL-HEUSER, B., BAUERNHANS, T. und M. TEN HOMPEL. *Handbuch Industrie 4.0. Produktion*. 2., erweiterte und bearbeitete Auflage. Berlin: Springer Vieweg, 2017. Springer Reference Technik. ISBN 978-3-662-45279-0
- [50] HÄMMERLE, M. und T. ZIMMERMANN. *Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart*. Stuttgart: Fraunhofer IAO; Fraunhofer IPA, 2. Februar 2017 [Zugriff am: 31. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Presse/Presseinformationen/2017/Februar/03%20Allgemeine%20Informationen%20zum%20Future%20Work%20Lab.pdf
- [51] SEW-EURODRIVE. *Predictive Maintenance. Die Instandhaltung von Morgen*, 2017 [Zugriff am: 16. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.sew-eurodrive.de/unternehmen/ihr_erfolg/zukunfts_themen/industrie-40/predictive_maintenance/smart_maintenance.html

- [52] JÄHRLING, G. Big Data: Potentiale neuer Analysemethoden optimal nutzen. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 16. August 2016 [Zugriff am: 10. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.faz.net/asv/infrastructure-services-capgemini-de/big-data-potentiale-neuer-analysemethoden-optimal-nutzen-14394267.html
- [53] FÖTSCH, D., FEJA, S., SAUER, S. und A. DAVID. Problemstellungen agiler Schnittstellen am Beispiel des Commerce Management Systems von Truition/AGETO. In: CORMEN, T.H., LEISERSON, C.E., RIVEST, R. und Clifford Stein, Hg. *Algorithmen – Eine Einführung*. Berlin, Boston: De Gruyter, 2017. ISBN 9783110522013
- [54] STOCK, D. und D. SCHEL. *Virtual Fort Knox. Die einzige offene Cloud-IT-Plattform für die produzierende Industrie*. Stuttgart: Fraunhofer IPA, 2016 [Zugriff am: 11. April 2017]. Verfügbar unter: www.produktion.fraunhofer.de/content/dam/produktion/de/dokumente/Produktblatt_VirtualFortKnox.pdf
- [55] AXOOM GMBH. AXOOM. Smart Enterprise, 2017 [Zugriff am: 11. April 2017]. Verfügbar unter: www.axoom.com/de/smart-enterprise
- [56] THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. *Die strategische Bedeutung der IT wird oft verkannt*, 2008. Verfügbar unter: www.security-insider.de/die-strategische-bedeutung-der-it-wird-oft-verkannt-v-10066-13274/?checkout
- [57] KRCMAR, H. *Informationsmanagement*. 6., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, 2015. ISBN 9783662458624
- [58] GIERSBERG, G. Der neue Vorgesetzte ist vor allem Kommunikator. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 8. Mai 2017 [Zugriff am: 10. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.faz.net/aktuell/berufchance/arbeitswelt/industrie-4-0-veraendert-die-arbeitswelt-und-die-chefs-15004495.html
- [59] VOSSEN, G., LECHTENBÖRGER, J. und D. FEKETE. *Big Data in kleinen und mittleren Unternehmen. Eine empirische Bestandsaufnahme*. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2015. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik [Zugriff am: 15. April 2017]. Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/112719>
- [60] ROEDER, D. Big Data im Carsharing: Was Betreiber aus den Daten lernen können. *t3n*, 21. September 2016 [Zugriff am: 10. April 2017]. Verfügbar unter: <http://t3n.de/news/big-data-carsharing-daten-690284/>
- [61] MÜLLER, F.G., BRESSNER, M., GÖRZIG, D. und T. RÖBER. *Industrie 4.0: Entwicklungsfelder für den Mittelstand. Aktuelle Hemmnisse und konkrete Bedarfe*. Stuttgart: Fraunhofer IPA, 2016 [Zugriff am: 8. Mai 2017]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-410653.html>
- [62] SCHÖLLHAMMER, O., VOLKWEIN, M., KUCH, B. und S. HESPING. *Digitalisierung im Mittelstand – Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen. Einfluss der Digitalisierung auf kleine und mittelständische Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Südwestmetall; Fraunhofer IPA, 2017 [Zugriff am: 31. Mai 2017]. Verfügbar unter: [www.suedwestmetall.de/SWM/medien.nsf/gfx/675B915E7CFE4873C125811400423276/\\$file/17-04-25-Studie_Suedwestmetall_Fraunhofer_IPA_2017_web_offen.pdf](http://www.suedwestmetall.de/SWM/medien.nsf/gfx/675B915E7CFE4873C125811400423276/$file/17-04-25-Studie_Suedwestmetall_Fraunhofer_IPA_2017_web_offen.pdf)
- [63] FESTO DIDACTIC. *CP Factory. Die universelle Industrie 4.0-Lernfabrik*, 2015 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.festo.com/net/SupportPortal/Files/425943/DSI%20-%20Qualification_I4.0_CP%20Factory%20-%20DE%20-%20DID1001.pdf
- [64] MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST BADEN-WÜRTTEMBERG. *Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025. Abschlussbericht; zur Übergabe an Frau Ministerin Theresia Bauer, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg*. Stuttgart, 2015 [Zugriff am: 20. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/Anlagen_PM/2015/132_PM_Anlage_Abschlussbericht_Expertenkommission_Ingenieurwissenschaften%40BW2025_.pdf
- [65] KLOSTERMEIER, J. Sabine Scheunert neue CDO bei Mercedes-Benz. *CIO*, 19. Juli 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.cio.de/a/sabine-scheunert-neue-cdo-bei-mercedes-benz,3259989
- [66] MAYCOTTE, H.O. CDO: You Say Chief Digital Officer, I Say Chief Data Officer. *Forbes*, 7. April 2015. Verfügbar unter: www.forbes.com/sites/homaycotte/2015/04/07/cdo-you-say-chief-digital-officer-i-say-chief-data-officer/#2b076d6e4ec5

- [67] FEGER, U., JÄNICKE, L., JOCHEM, M., KISCH, M., KRAMMEL, M., MEHRFELD, J., NITSCHKE, T., SANDER, M., SCHMITT, M., TEUSCHER, A. und T. WALLOSCHKE. *Technischer Überblick: Sichere unternehmensübergreifende Kommunikation*. Berlin: Plattform Industrie 4.0, 2016 [Zugriff am: 16. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/sichere-unternehmensuebergreifende-kommunikation.pdf?__blob=publicationFile&v=9
- [68] GROSSER, T., MACK, M., BLOEMEN, J. und J. VITSENKO. *Hadoop und Data Lakes. Use Cases, Nutzen und Grenzen*. BARC Research Study. Paris: BARC, 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.sas.com/de_de/whitepapers/ba-st-barc-hadoop-use-cases-2478245.html
- [69] GENERAL ELECTRIC. *Predix. The Industrial Internet Platform*, 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.predix.com/sites/default/files/predix-the-industrial-internet-platform-from-ge-digital-brief.pdf
- [70] BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN. *Neukonzeption des Bundesdatenschutzgesetzes. Kabinett beschließt Gesetzentwurf zur Anpassung des Bundesdatenschutzgesetzes an die Datenschutz-Grundverordnung*, 2017. 1 Februar 2017 [Zugriff am: 29. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.bmi.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2017/02/datenschutz-grundverordnung.html
- [71] DIERCKS, N. Big Data im Zeitalter der EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) – Teil 6 zur EU-DSGVO. *Social Media Recht Blog*, 29. November 2016 [Zugriff am: 29. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.socialmediarecht.de/2016/11/29/big-data-im-zeitalter-der-eu-datenschutzgrundverordnung-dsgvo-teil-6-zur-eu-dsgvo
- [72] USU. *Heidelberg und USU setzen Entwicklungsprojekt »Big Data für Smart Service« erfolgreich um*. Pressemeldung, 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.usu.de/de/news/heidelberg-und-usu-setzen-entwicklungsprojekt-big-data-fuer-smart-service-erfolgreich-um
- [73] BAUERNHANS, T. *Digitale Transformation – vom digitalen Abbild zum autonomen System. Status und Perspektiven*. Vortrag gehalten beim VDMA Future Business Summit, Zukunftsbilder »Machine Learning«, 24.-25. November 2016, Stuttgart, 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-431790.html>
- [74] FRAUNHOFER IPA. *Vereinzeln mit Robotern: Griff-in-die-Kiste*, 2016 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/roboter--und-assistenzsysteme/intralogistik-und-materialfluss/vereinzeln-mit-robotern--griff-in-die-kiste.html
- [75] COLANGELO, E. und T. BAUERNHANS. Usage of Analytical Services in Industry Today and Tomorrow. *Procedia CIRP*, 2016, 57, 276-280. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2016.11.048
- [76] DRACHSLER, K., GÖRZIG, D., GRAEF, J., KISSELBACH, A., KOTSCHENREUTHER, J., KUNATH, J., LENZ, J., LINDLAU, P., OLT-MANN, P., RAUSCHHECKER, U., STOCK, D., TRAN, K., VIEBIG, K., WEIRAU, P. und E. WESTKÄMPER. *Engineering Apps für die Produktion. Umsetzung in der industriellen Praxis*. Abschlussbericht des Forschungsprojekts eApps4Production, 2017 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.eapps4production.de/fileadmin/user_upload/Documents/EApps/FuE_Abschlussbericht_eApps4Production_20170214.pdf
- [77] 365FARMNET. *Haben Sie 365FarmNet immer dabei*, 2017 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.365farmnet.com/produkt/apps
- [78] OSTERWALDER, A. und Y. PIGNEUR. *Business model generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. New York: Wiley&Sons, 2013. ISBN 978-0470876411
- [79] ROLLS ROYCE. *Aftermarket Services*, 2017 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/aftermarket-services.aspx#carestore
- [80] LMLABS. *How it Works: From Projects to Products*, 2017 [Zugriff am: 12. Juni 2017]. Verfügbar unter: <https://launchforth.io/localmotors/how-it-works>
- [81] BAUERNHANS, T., EMMRICH, V., PAULUS-ROHMER, D., DÖBELE, M., SCHATZ, A. und M. WESKAMP. *Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0*, 2015. Stuttgart: Fraunhofer IPA, Wieselhuber & Partner. [Zugriff am: 12.06.2017]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-339733.html>
- [82] BUNDESREGIERUNG. *Automatisiertes Fahren auf dem Weg*, 2017. 12 Mai 2017 [Zugriff am: 29. Mai 2017]. Verfügbar unter: www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/01/2017-01-25-automatisiertes-fahren.html

A 185 0 95 B C 8C 30
962 886 D89 780 EE A 9
9 8 B A 8D B6A 1 F CE58B5C6AA52C98C024AA13A5A
6610 6 E 8 358C40AD7020CD93B3957A72
82DB2 D 25 0 9 DC1C47A7 AEDD8B90CC54 AF9F7DE
4 2D4 F2C 3 4G 0 4F 37674039A27 ACE873C187FE
8 F72 F92 4 C A 9CA75AB7CBB2000DD2 541FC0
0 04 A5 083A B 92 F241F116704621CA701D0E
0B 04 A5 083A 53 0 03AB38CEA88FB995660105B
AB CC 2 1C 7 D9 F0656A629075 50 90FE21



10. IMPRESSUM

Impressum

Herausgeber: Univ. Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Deutschland

Autoren:

Dennis Bauer M.Sc., Tobias Maurer M.Sc.
Christian Henkel M.Sc., Dipl.-Dok. (FH) Andreas Bildstein

Ansprechpartner: Dennis Bauer, Telefon +49 711 970-1355
dennis.bauer@ipa.fraunhofer.de

Gestaltung und Reproduktion:
kom|werb Agentur, Stuttgart

Druck: Wahl-Druck GmbH

DOI: 10.5281/zenodo.803099
Erscheinungsjahr 2017

Quellenangaben für Bilder

Seite 08: © zhangyang13576997233/shutterstock;
Seiten 10-11: © Edelweiss/Fotolia; Seiten 12-13, 14-15,
19-20, 24-25, 34-35, 40-41, 46-47: © kras99/Fotolia;
Seiten 14, 17: © rfvectors.com/Fotolia; Seiten 17, 66-67:
© Mimi Potter/Fotolia; Seite 23: © zapp2photo/Fotolia;
Seite boygostockphoto/Fotolia; Seite 59: © Shashkin/
Fotolia; Seite 62: © sdecoret/Fotolia; Seiten 64-65:
© NicoElNino/Fotolia; Seiten 68-69: © Sergey Nivens/
Fotolia; Seiten 70-71: © jijomathai/Fotolia; Seiten 72-89:
© gonin/Fotolia; Seite 89: © dragonstock/Fotolia;
Seiten 92-97: © gonin/Fotolia

Seiten 26, 31, 57, 90-91: © Rainer Bez/ARENA2036,
Fraunhofer IPA; Seiten 36-37, 49, 58, 97: © Rainer Bez,
Clemens Hess/Fraunhofer IPA; Seite 60: Oben: © Rainer
Bez/ARENA2036, Fraunhofer IPA; Unten: © Heike Quos-
dorf, Rainer Bez/ARENA2036, Fraunhofer IPA

Alle nicht näher bezeichneten Aufnahmen:
© Rainer Bez, Fraunhofer IPA

DAS KOMPETENZZENTRUM DIGITOOLS

DIGITALE WERKZEUGE FÜR DIE PRODUKTION

Der Wandel hin zur Produktion der Zukunft stellt Unternehmen vor große Herausforderungen. Das Kompetenzzentrum Digitale Werkzeuge für die Produktion am Fraunhofer IPA bündelt deshalb Kernkompetenzen aus den verschiedenen Abteilungen unter dem Gesichtspunkt von Industrie-4.0-Anforderungen. Die hier erarbeiteten systemischen Lösungen werden sowohl kleinen und mittelständischen Unternehmen als auch Großunternehmen in verschiedenen Märkten über die Geschäftsfelder des Fraunhofer IPA zur Verfügung gestellt.

Produktions-IT-Architekturen

- Aufbau von IT-Architekturen im Produktionsumfeld zur Datenkonsolidierung und -bereitstellung sowie zur automatisierten Bereitstellung von Services
- Integration von IT-Systemen sowie Sensoren, Aktoren, Maschinen und Anlagen in Plattformen und Entwicklung von Cyber-Physischen Systemen

Flexible Produktionssteuerung

- Planung von IT-Systemen: von der Auslegung oder Entwicklung über die Auswahl bis hin zur Einführung
- Begleitung des Change-Managements
- Funktionsbaukasten für Cyber-Physische Systeme und anwendungsorientierte Services
- Komplexitätsreduktion und Assistenz der Benutzer durch Smart Devices

Datengetriebene Produktionsoptimierung

- Auswahl, Integration und Vorverarbeitung notwendiger Daten
- Datenanalyse und Visualisierung der Ergebnisse zur Produkt- und Prozessoptimierung
- Entwicklung digitaler Mehrwertservices und datenbasierter Geschäftsmodelle

Einführung Industrie 4.0

- Industrie 4.0 Readiness-Check und Aufbau individueller Roadmaps für den Einstieg in Industrie 4.0
- Machbarkeitsanalysen und Einführung digitaler Lösungen
- Begleitung bei Geschäftsmodellinnovationen

Referenzprojekte



Research
Virtual Fort Knox



SynErgie

Ihr Ansprechpartner

für das Kompetenzzentrum DiglTools

Joachim Seidelmann

Telefon: +49 711 970 1804

joachim.seidelmann@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de/kompetenzzentrum-digitale_werkzeuge



www.ipa.fraunhofer.de/studien

DOI: 10.5281/zenodo.803099