



Lehrstuhl für  
Industrielles Management

Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

FACHBEREICH WIRTSCHAFTS-  
WISSENSCHAFTEN

# Industrie 4.0 als Zukunftsmodell der industriellen Wertschöpfung – Digitale Vernetzung und ihre strategischen Implikationen

Daniel Kiel, M.Sc.

Institut für Wirtschaftsforschung der Handelskammer Bozen

Impulsvortrag, 24. Mai 2016

**Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt****Lehrstuhl für Industrielles Management**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Lange Gasse 20  
90403 Nürnberg

Raum: 5.173

Tel.: +49 911 – 5302 244

Fax: +49 911 – 5302 238

Email: [kai-ingo.voigt@fau.de](mailto:kai-ingo.voigt@fau.de)

Homepage: [www.industrie.wiso.fau.de](http://www.industrie.wiso.fau.de)



**Daniel Kiel, M.Sc.**

**Wissenschaftlicher Mitarbeiter/  
Doktorand**

Forschungsinteressen:

*Industrie 4.0, Geschäftsmodelle,  
Geschäftsmodellinnovationen*

Raum: 5.166

Email: [daniel.kiel@fau.de](mailto:daniel.kiel@fau.de)

Tel.: +49 911 – 5302 233



**Christian Arnold, M.Sc.**

**Wissenschaftlicher Mitarbeiter/  
Doktorand**

Forschungsinteressen:

*Industrie 4.0, Geschäftsmodelle,  
Geschäftsmodellinnovationen*

Raum: 5.166

Email: [christian.arnold@fau.de](mailto:christian.arnold@fau.de)

Tel.: +49 911 – 5302 391



**Julian Müller, M.Sc. M.Sc.**

**Wissenschaftlicher Mitarbeiter/  
Doktorand**

Forschungsinteressen:

*Industrie 4.0, Mittelstand*

Raum: 5.168

Email: [julian.mueller@fau.de](mailto:julian.mueller@fau.de)

Tel.: +49 911 – 5302 236

# AGENDA

- 1. DIE BEDEUTUNG VON INDUSTRIE 4.0 FÜR DIE INDUSTRIELLE WERTSCHÖPFUNG**
- 2. DAS NACHHALTIGKEITSMODELL IM KONTEXT DER INDUSTRIE 4.0**
- 3. INDUSTRIE 4.0 AUS STRATEGISCHER PERSPEKTIVE**
- 4. AUSBLICK: IMPLIKATIONEN FÜR INDUSTRIEUNTERNEHMEN**





# DIE BEDEUTUNG VON INDUSTRIE 4.0 FÜR DIE INDUSTRIELLE WERTSCHÖPFUNG



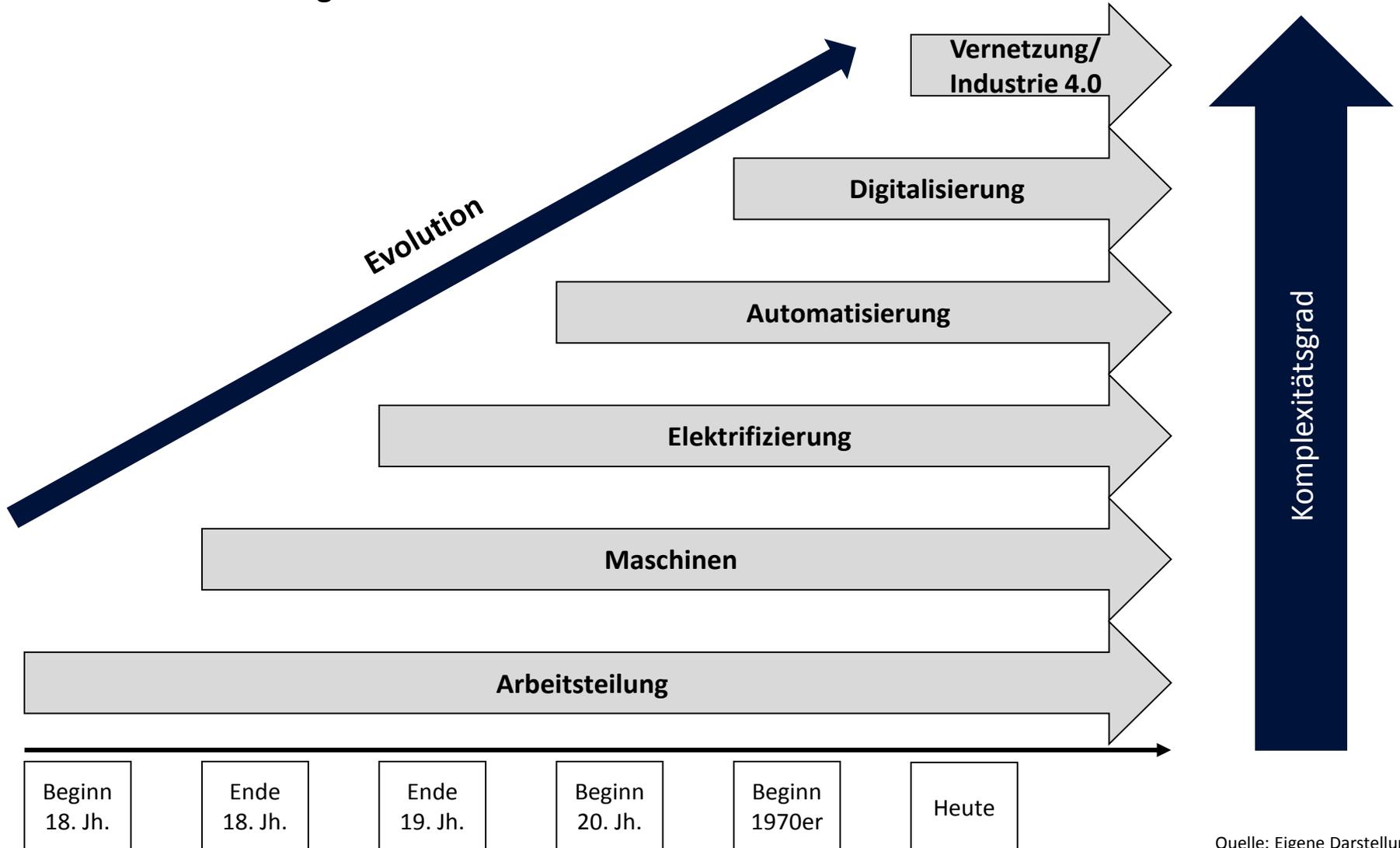
## Begriffsverständnis von Industrie 4.0

„Der Kern der **Industrie 4.0** besteht in der **vollständigen Durchdringung** der Industrie, ihrer Produkte und ihrer Dienstleistungen mit **Software** bei gleichzeitiger **Vernetzung** der Produkte und Dienste über das Internet und andere Netze. Diese Veränderung führt **zu neuen Produkten und Diensten**, die das **Leben und Arbeiten aller Menschen verändern**, und natürlich erst recht auch ihren Umgang mit Produkten, Technik und Technologien“.



Quelle: Bauer et al. (2014); Sendler et al. (2013)

## Historische Entwicklungen der industriellen Produktion

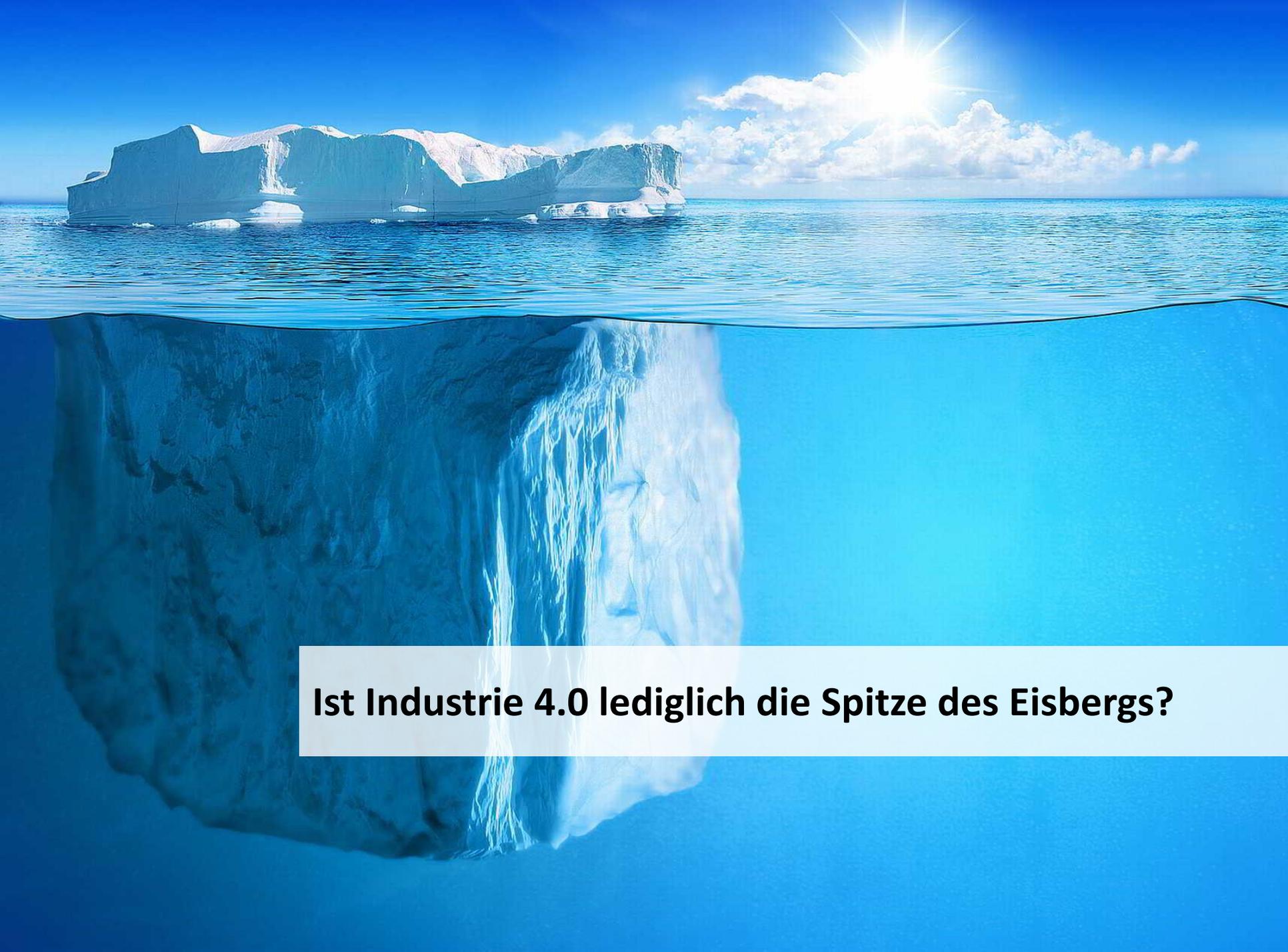


Quelle: Eigene Darstellung

## Anwendungsfelder des Internets der Dinge und Dienste



Quelle: Eigene Darstellung



**Ist Industrie 4.0 lediglich die Spitze des Eisbergs?**

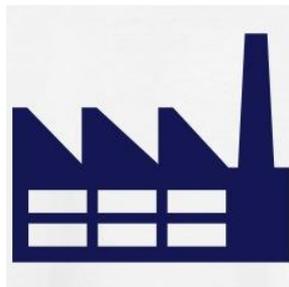


## Bruttowertschöpfung Deutschlands 2013-2025 (gesamt und nach Branchen)

Gesamt (in Mrd. EUR)



+ 11 %

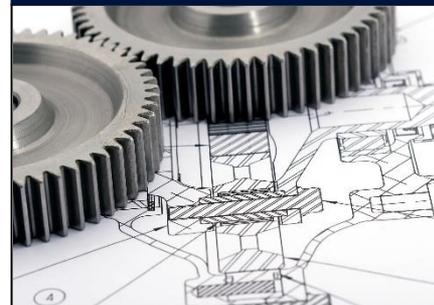


2,326  
(2013)

+ 267

2,593  
(2025)

Maschinenbau



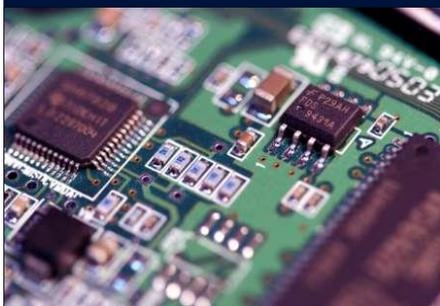
+ 30 %

Automobil



+ 20 %

Elektronik



+ 30 %

Chemie



+ 30 %

IKT



+ 15 %

Land- und Forstwirtschaft



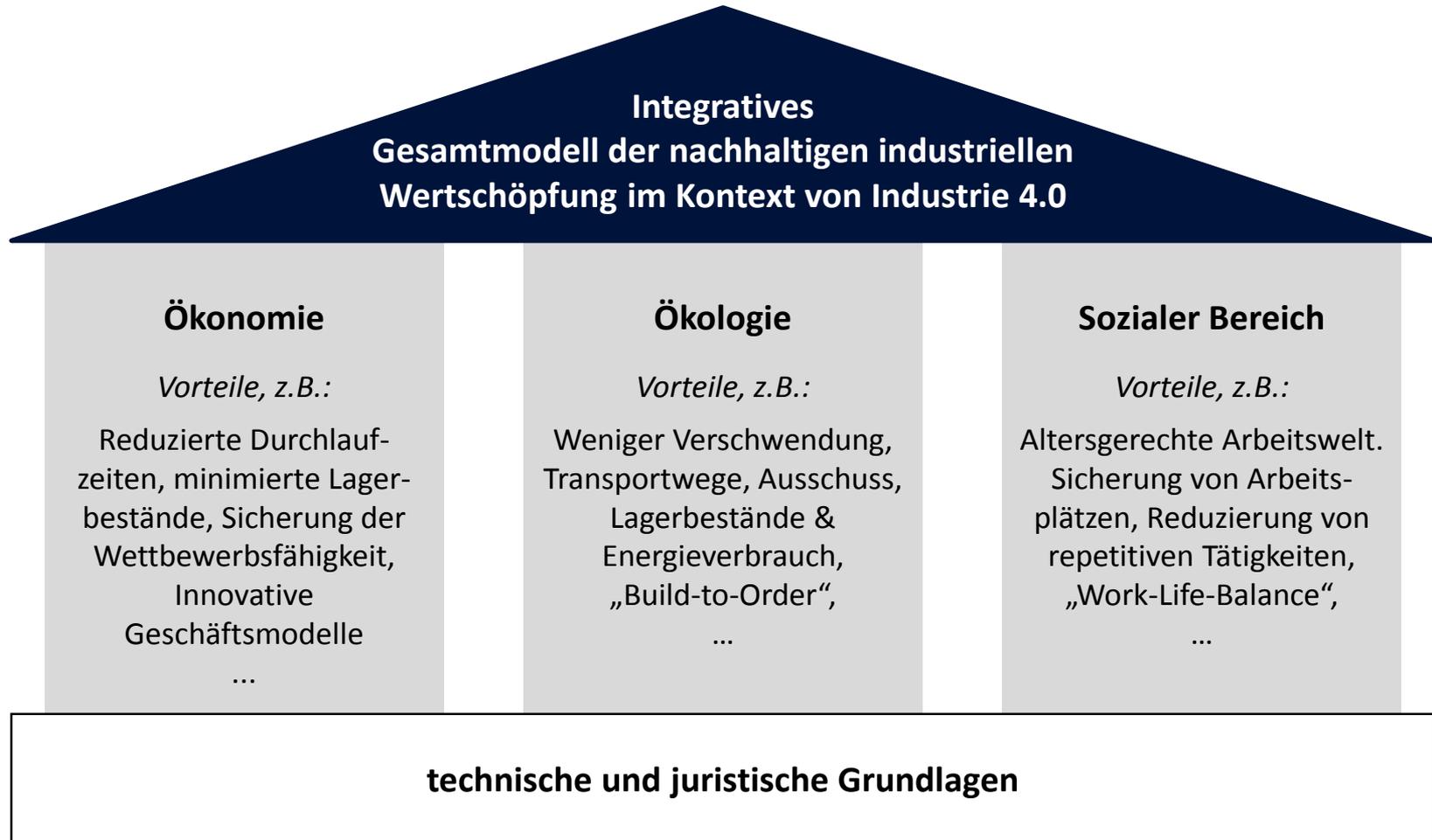
+ 15 %

Quelle: Bitkom (2014); Fraunhofer (2014)



## DAS NACHHALTIGKEITSMODELL IM KONTEXT DER INDUSTRIE 4.0

## Nachhaltigkeit im Kontext der Industrie 4.0



Quelle: Eigene Darstellung

## Ökonomische Potenziale der Industrie 4.0

<b>Innovativität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Innovative Geschäftsmodelle</li> <li>▪ Technologieführerschaft</li> </ul>	
<b>Individualisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variantenvielfalt</li> <li>▪ Losgröße 1</li> </ul>	
<b>Effizienzsteigerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kostenreduktion</li> <li>▪ Zeitersparnis (Durchlauf- und Lieferzeiten)</li> </ul>	
<b>Qualitätssteigerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flexibilität</li> <li>▪ Zuverlässigkeit</li> </ul>	
<b>Umwelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energieersparnis</li> <li>▪ Ressourcenschonung/Umweltverträglichkeit</li> </ul>	
<b>Mitarbeiter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserte Arbeitsbedingungen</li> <li>▪ Neue Arbeitszeitmodelle (Work-Life-Balance)</li> </ul>	

Quelle: Kagermann et al. (2013); Spath et al. (2013)

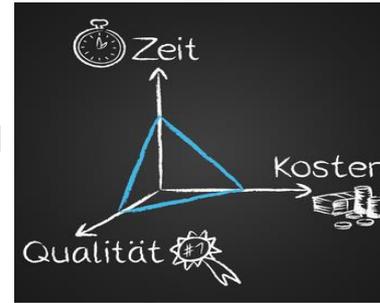
## Bestandteile der Wettbewerbsfähigkeit im Kontext von Industrie 4.0

Mehr Wachstum

Mehr Produktivität

Mehr Effizienz

Mehr Flexibilität



Mehr Konnektivität

Mehr Individualität

Mehr Attraktivität

Mehr Wettbewerbs-  
fähigkeit

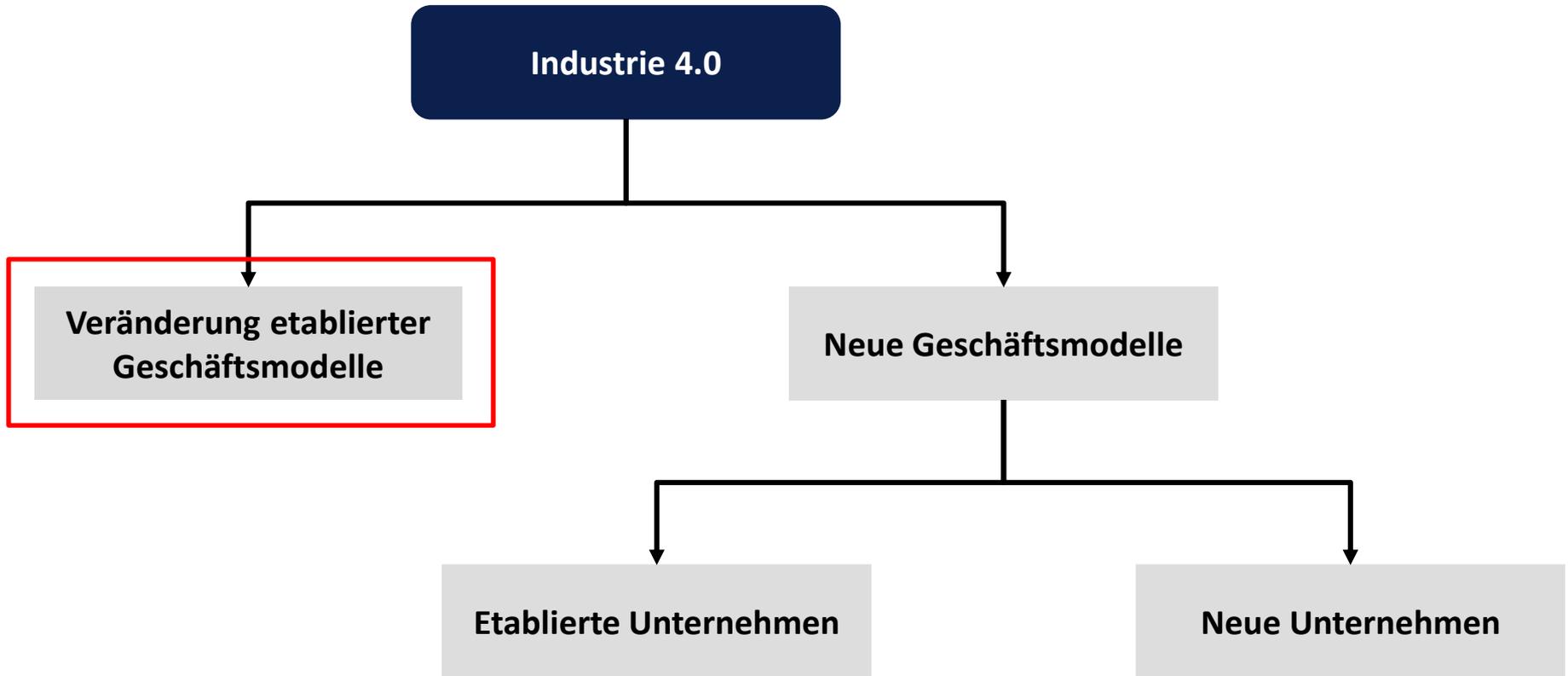


Quelle: Eigene Darstellung



# INDUSTRIE 4.0 AUS STRATEGISCHER PERSPEKTIVE

## AUSGANGSSITUATION



Quelle: Eigene Darstellung



## VERÄNDERUNG ETABLIERTER GESCHÄFTSMODELLE DURCH INDUSTRIE 4.0

### EMPIRISCHE UNTERNEHMENSERGEBNISSE DER QUALITATIVEN EXPERTENBEFRAGUNG

## Das Geschäftsmodell „Canvas“ nach Osterwalder & Pigneur (2010)

Schlüsselpartner	Schlüsselaktivitäten	Nutzenversprechen	Kundenbeziehung	Kundensegmente
Netzwerk von Lieferanten und Partnern, das für die Durchführung des Geschäftsbetriebs notwendig ist	Wichtigste Prozesse und Tätigkeiten eines Unternehmens	Portfolio an Produkten und Dienstleistungen, das für die bestimmten Kundensegmente wertschöpfend ist	Arten von Beziehungen zwischen Kundensegmenten und Unternehmen	Personengruppen oder Organisationen, die ein Unternehmen bedienen möchte
	Schlüsselressourcen		Kanäle	
	Arten von Wirtschaftsgütern, die für den Geschäftsbetrieb notwendig sind		Wege, die ein Unternehmen nutzt, um sein Wertangebot zu vermitteln	
Kostenstruktur		Einnahmequellen		
Aufschlüsselung der wesentlichen Kosten des Geschäftsbetriebs		Wesentliche Ertragsarten, die das Unternehmen generiert		

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Osterwalder & Pigneur (2010)

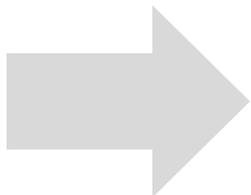
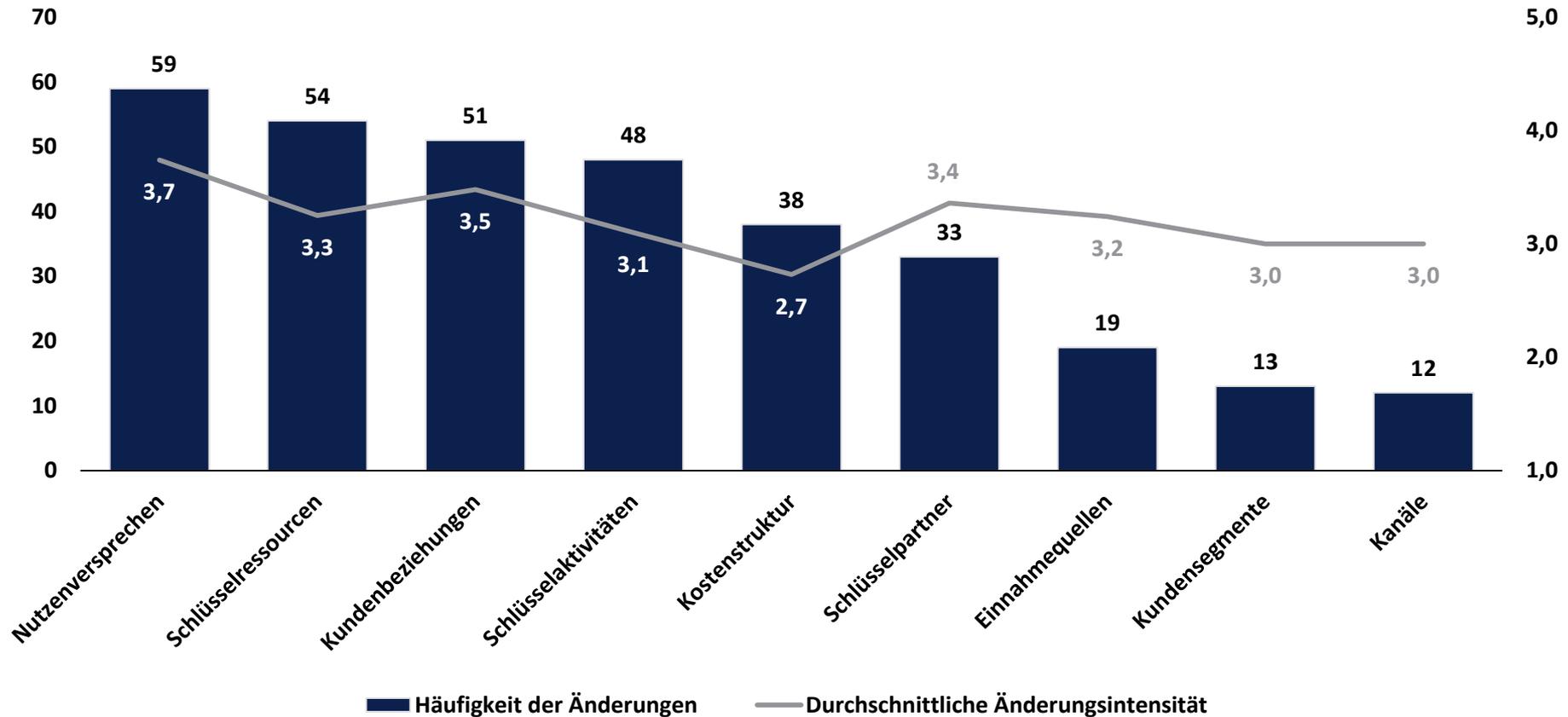
## Untersuchungsmethodik und Stichprobenübersicht

- Zentrale Forschungsfrage:  
„Wie verändern sich die Geschäftsmodelle etablierter Unternehmen durch die Industrie 4.0?“
- Leitfadengestützte, standardisierte, halboffene **(Tiefen-)Experteninterviews**  
→ **Qualitative Inhaltsanalyse**, Kategorienbildung deduktiv aus Theorie und induktiv aus Expertenaussagen, Zuordnung der Aussagen zu den Kategorien, anschließend Häufigkeitsauszählung

<b>Stichprobengröße</b>	n = 69	
<b>Experten- zusammensetzung</b>	Top- und Middle-Management mit langjähriger Berufs- und Branchenerfahrung	
<b>Branchen (Anzahl n; Ø EUR; Ø MA)</b>	Maschinen- und Anlagenbau	n = 27; Ø 11,4 Mrd. EUR; Ø 53.400 MA
	Automobilindustrie	n = 17; Ø 22,9 Mrd. EUR; Ø 86.000 MA
	Elektronikindustrie	n = 10; Ø 696 Mio. EUR; Ø 5.200 MA
	Informations- und Kommunikationstechnologien	n = 9; Ø 16,1 Mrd. EUR; Ø 54.300 MA
	Medizintechnik	n = 6; Ø 5,8 Mrd. EUR; Ø 22.900 MA
<b>Befragungs- zeitraum</b>	Mai 2015 – August 2015	

Quellen: Gläser-Zikuda & Mayring (2003); Holsti (1968); Mayring (2000); Meuser & Nagel (2009); Rosenthal & Rosnow (1991); Sonpar & Golden-Biddle (2008); Woodrum (1984)

## Vergleich der Geschäftsmodellbausteinänderungen nach Häufigkeit & Durchschnittsintensität



**Das Wertangebot an Kunden unterliegt in den häufigsten Fällen und dabei am intensivsten einer Änderung durch Industrie 4.0.**

Quelle: Eigene Darstellung

## Industrie 4.0-induzierte Geschäftsmodelländerungen

Schlüsselpartner	Schlüsselaktivitäten	Nutzenversprechen	Kundenbeziehung	Kundensegmente
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informations-technologien (15)</li> <li>▪ Entwicklungspartner (5)</li> <li>▪ Kunden (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Operations (12)</li> <li>▪ Technologieentwicklung (12)</li> <li>▪ Serviceentwicklung (9)</li> <li>▪ Marketing &amp; Vertrieb (8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produktions- &amp; Prozessoptimierung (33)</li> <li>▪ Neuartige Produkt-/Service- &amp; Lösungsangebote (24)</li> <li>▪ Datensammlung/-analyse &amp; -nutzung (11)</li> <li>▪ Flexibilität (6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intensivierung (37)</li> <li>▪ Änderung Ansprechpartner (11)</li> <li>▪ langfristige Beziehung (7)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bedienung neuer Branchen (7)</li> <li>▪ Erweiterung innerhalb bereits bedienter Branchen (6)</li> </ul>
	<b>Schlüsselressourcen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menschlich (42)</li> <li>▪ Intellektuell (15)</li> <li>▪ Physisch (10)</li> </ul>		<b>Kanäle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientierung zu Direktvertrieb (7)</li> </ul>	
<b>Kostenstruktur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IT-Infrastruktur (12)</li> <li>▪ Produktion (9)</li> <li>▪ Dienstleistung (8)</li> <li>▪ F&amp;E (5)</li> <li>▪ Personal (5)</li> </ul>			<b>Einnahmequellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mitgliedsgebühren (11)</li> <li>▪ Lizenzen (4)</li> <li>▪ Nutzungsgebühr (2)</li> <li>▪ Verkauf von Wirtschaftsgütern (1)</li> </ul>	

## Schlüsselergebnisse der qualitativen Expertenbefragung

1

Neben **Produktions- & Prozessoptimierungen** können Unternehmen ihren Kunden insbesondere **neuartige Produkt-/Serviceangebote** und **Datenanalysen** bieten.

2

Industrie 4.0-bedingte Geschäftsmodellveränderungen resultieren primär in einer **Ausweitung der eigenen Schlüsselaktivitäten** und dem **Aufbau von eigenen Industrie 4.0-spezifischen Humanressourcen**, weniger in der **Integration von Schlüsselpartnern**.

3

Die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf externe Partner betreffen vorwiegend die **Zusammenarbeit mit IT-Dienstleistern**.

4

Auf finanzieller Seite ist **insbesondere die Kostenstruktur** betroffen, während Ertragsmechanismen weniger tangiert sind und sich somit **bislang keine neuen oder veränderten Erlösmodelle** ergeben.

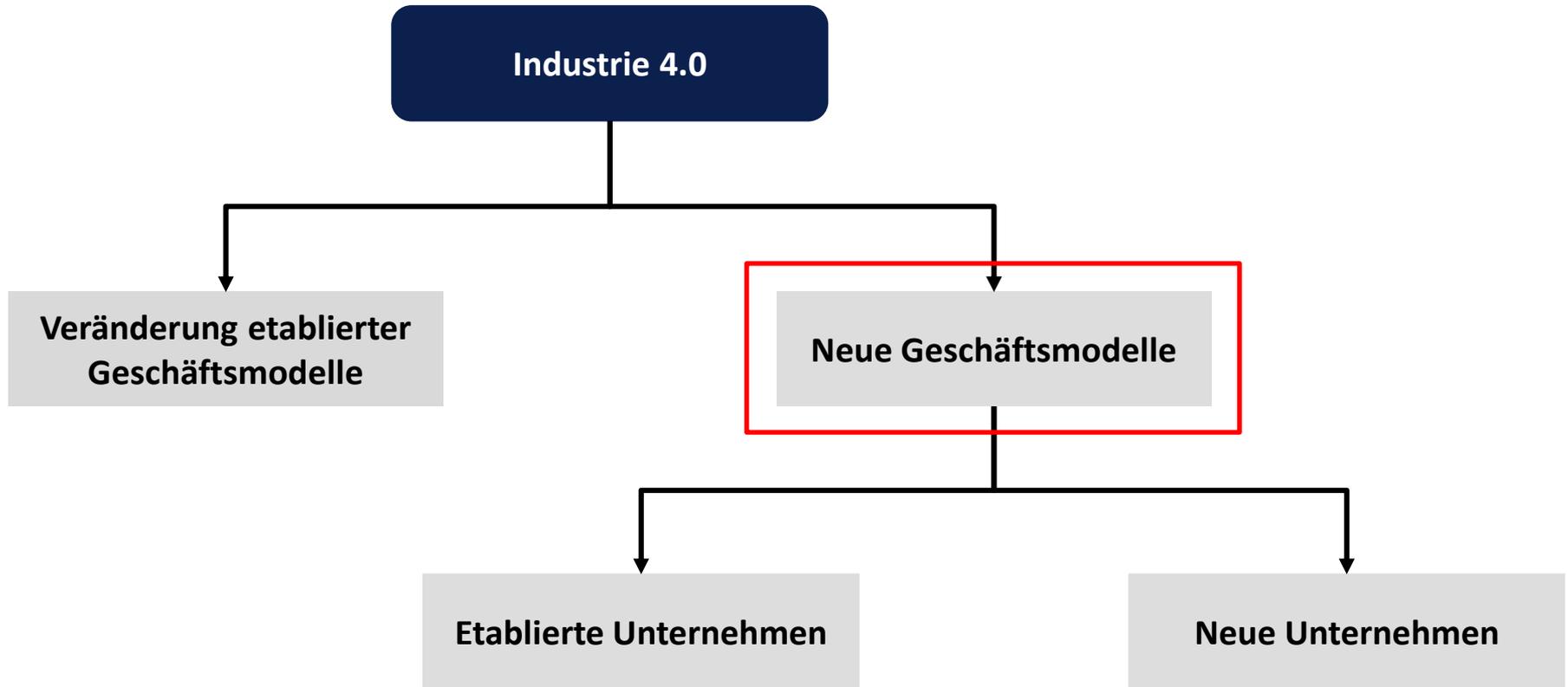
5

**Neue Märkte und Kundensegmente** werden durch Industrie 4.0-induzierte, weiterentwickelte Geschäftsmodelle etablierter Unternehmen i.d.R. **nicht oder weniger angesprochen**.



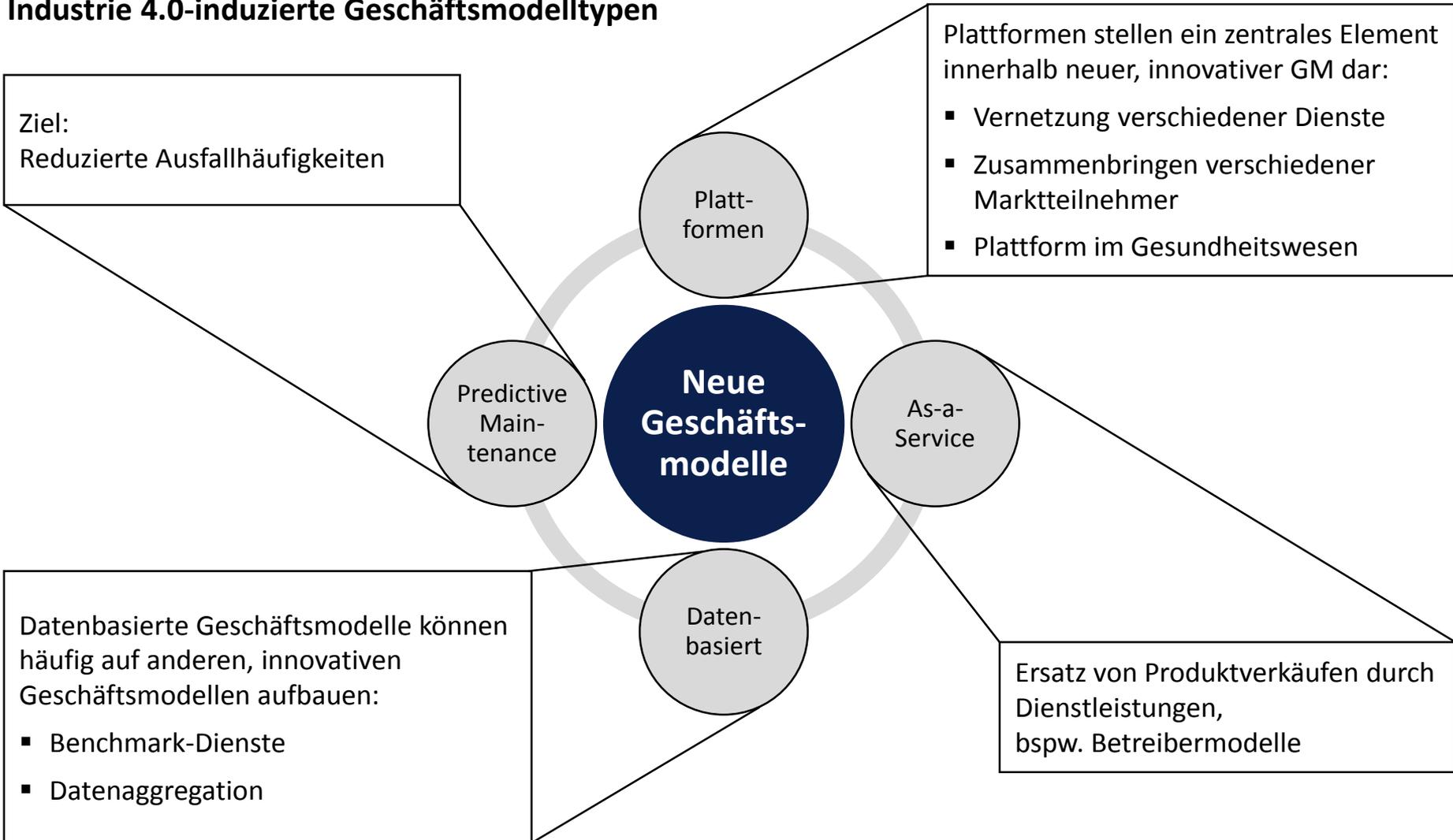
# **ENTSTEHUNG NEUER, INNOVATIVER GESCHÄFTSMODELLE DURCH INDUSTRIE 4.0**

## **EINBLICKE IN DEN AKTUELLEN STAND DER FORSCHUNG**



Quelle: Eigene Darstellung

## Industrie 4.0-induzierte Geschäftsmodelltypen



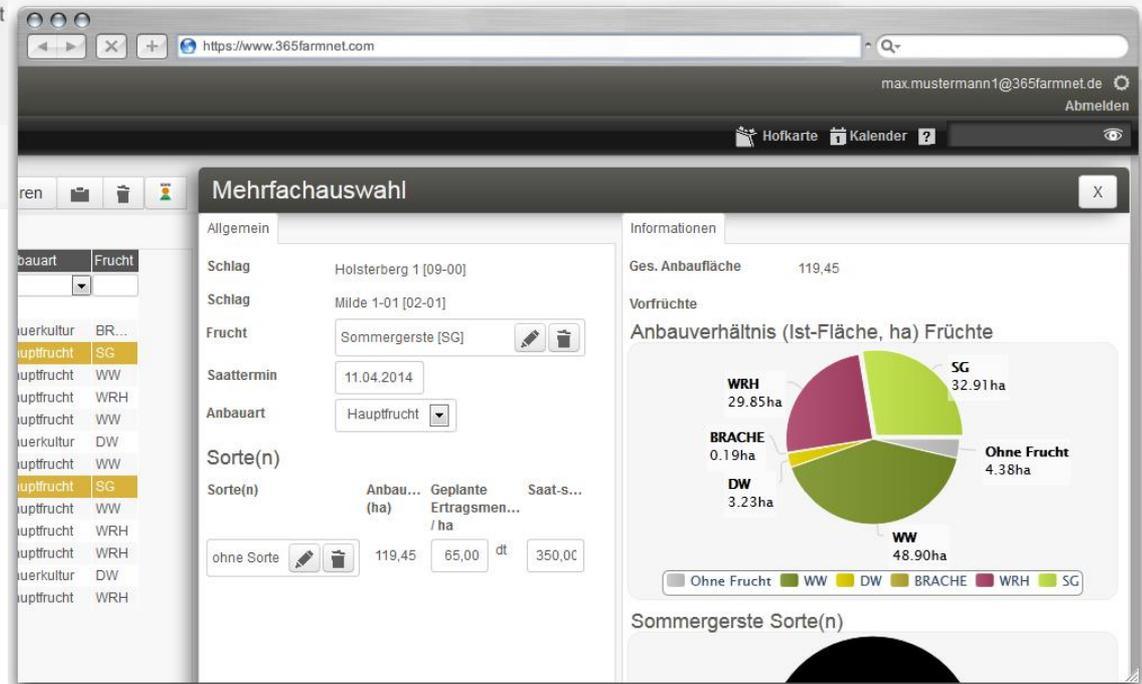
Quellen: Kagermann (2014); Emmrich et al. (2015); Burmeister et al. (2015); McKinsey (2015); Winterhalter et al. (2014); Fleisch et al. (2014); Huber & Kaiser (2015); Bosch (2015)



## ENTSTEHUNG NEUER, INNOVATIVER GESCHÄFTSMODELLE DURCH INDUSTRIE 4.0

### UNTERNEHMENSBEISPIELE

**Plattformgeschäftsmodele: 365FarmNet**



**GEA Farm Technologies**

Quelle: www.365farmnet.com

As-a-Service Geschäftsmodelle: Daimler AG/Moovel

Daimler Mobility Services

Urbane Mobilität intelligent vernetzt



Quelle: [www.zukunft-mobilitaet.net](http://www.zukunft-mobilitaet.net)



Datenbasierte Geschäftsmodelle: Mercedes-AMG & SAP Deutschland



### The HANA Project

**The Goal: Design and Build a New In-Memory Database**

  
**MULTI-CORE / PARALLELIZATION**

  
**DYNAMIC MULTI-THREADING**

  
**VIRTUAL AGGREGATES**

  
**PARTITIONING**

  
**MINIMAL PROJECTIONS**

  
**NO DISK OPERATION**

  
**INSERT ONLY**

  
**REAL-TIME REPLICATION**

  
**ANY ATTRIBUTE AS INDEX**

  
**TEXT ANALYTICS**

  
**OBJECT TO RELATIONAL MAPPING**

  
**GROUP KEYS**

  
**LIGHTWEIGHT COMPRESSION**

  
**ON-THE-FLY EXTENSIBILITY**

  
**SPATIAL**

  
**TRANSACTIONAL COLUMN STORE**

  
**SQL INTERFACE ON COLUMNS & ROWS**

  
**LANGUAGE RUNTIME, FUNCTION LIBRARIES FOR STATS & BIZ FUNCTIONS**

  
**BEYOND SQL**

A Global SAP Development Project Started About 3 Years Ago  
Seoul, Shanghai, Ho Chi Minh, Bangalore, Tel Aviv, Berlin, Walldorf, Paris, Toronto, Vancouver, Dublin CA, Palo Alto

Quelle: www.sap.com

**Predictive Maintenance: KAESER Kompressoren GmbH**

# KAESER KOMPRESSOREN



**In vier Schritten gestalten wir Ihre Druckluft-Zukunft**

**Schritt 1: Wir verstehen Ihre Anforderungen**



Kein Betrieb ist gleich. Deshalb erstellen unsere Druckluft-Fachleute zunächst für jeden Ihrer Anwendungsfälle ein exaktes Anforderungsprofil.

→ Ihre individuellen Anforderungen

**Schritt 2: Analyse der Druckluft-Auslastung – ADA**



Mit Hilfe des computergestützten ADA Verfahrens ermitteln wir präzise den tatsächlichen Druckluftbedarf Ihrer Anlage – und zwar in allen Betriebsteilen und bei unterschiedlichen Auslastungen.

→ Analyse der Auslastung mit ADA

**Schritt 3: KAESER -Energiespar-System – KESS**



Mit dem Kaeser Energiespar-System KESS prognostizieren wir das Leistungsverhalten Ihrer Station und vergleichen Erfolg versprechende Energiespar-Modelle.

→ Energiespar-Berechnung mit KESS

**Schritt 4: Die individuelle Druckluft-Station**



Sie haben Ihr Ziel erreicht und bekommen eine Druckluft-Lösung nach Maß – so wirtschaftlich und zukunftsicher wie nur möglich. Dank CAD-Planung können Sie sie schon begutachten, noch bevor der erste Kompressor installiert ist.

→ Die individuelle Druckluft-Station

Quelle: [www.kaeser.de](http://www.kaeser.de)



## AUSBLICK

## IMPLIKATIONEN FÜR INDUSTRIEUNTERNEHMEN

## Herausforderungen der Industrie 4.0

**Entwicklung von Schlüsselkompetenzen**  
(verteilte Software-Systeme, Big Data Analysen, Geschäftsmodelle)

**Kooperation mit Partnern**  
(Cluster- und Plattformenbildung zum Wissens- und Ressourcenaustausch)

**Breitbandinfrastruktur**  
(hohe Investitionen, Thematik der Netzneutralität)

**zu bewältigende Herausforderungen**

**Datensicherheitsstandards**  
(Datenumgang, Eigentum, Transparenz, Sicherheit und Schutz)

**Integration von KMU**  
(der Mittelstand als Treiber und Nutznießer, Testfelder schaffen)

**Change Management**  
(Personalentwicklung, veränderte Qualifikationen, Bewusstsein schaffen, Prozessveränderungen)

**Zentrale Erfolgsfaktoren**

**Innovationsfähigkeit, Flexibilität, Komplexitätsmanagement, Datensicherheit**

Quelle: Eigene Darstellung; Spath et al. (2013)

# Anforderungen an Unternehmen & Politik: Es besteht noch Handlungsbedarf

**Digitalisierung/Vernetzung müssen Strategie-Fokus werden („Chefsache“)**

**Kunden und Lieferanten müssen integriert werden**

**Nachhaltigkeit und ethische Aspekte dürfen zu keiner Zeit vernachlässigt werden**

**Europäische Interessen müssen bei der Standardisierung und einheitlichem Datenschutz gewahrt werden**

**Mitarbeiter müssen an den digitalen Wandel herangeführt werden: Der Mensch bleibt entscheidend**

**Der Mittelstand muss als Rückgrat der deutschen Wirtschaft integriert werden**

**Es müssen hohe Investitionen in den digitalen Wandel erfolgen**

**Die Sicherheit der Datenströme muss als fundamentale Voraussetzung gewährleistet werden**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Ich freue mich auf eine spannende und angeregte Diskussion!**



**Kontakt:**

Daniel Kiel, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter/Doktorand

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Industrielles Management

Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt

Adresse: Lange Gasse 20, 90403 Nürnberg

Email: [daniel.kiel@fau.de](mailto:daniel.kiel@fau.de)

Tel.: +49 911 – 5302 233