

Studienkatalog zur digitalen Transformation durch Industrie 4.0 und neue Geschäftsmodelle

Markus Lassnig, Petra Stabauer, Georg Güntner, Gert Breitfuß
Juni 2016

Dieser Studienkatalog ist Teil eines Auftrages des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) sowie der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Programms „Produktion der Zukunft“.



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse	3
2	Einleitung	4
3	Ergebnisse ausgewählter Studien und Literatur	5
3.1	PWC: Industrie 4.0 – Österreichs Industrie im Wandel	5
3.2	BITKOM / Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland	7
3.3	BITKOM / VDMA / ZVEI: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0	10
3.4	VDMA-Impuls-Studie: Industrie 4.0-Readiness.....	13
3.5	Bosch / Universität St. Gallen: Business Models for the Internet of Things	16
3.6	Fraunhofer IPA / Wieselhuber & Partner: Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0 – Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau	18
3.7	Agiplan / Fraunhofer IML / ZENIT-Studie: Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand.....	21
3.8	Roland Berger / BDI: Die Digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist.....	24
3.9	Roland Berger: INDUSTRY 4.0 – The role of Switzerland within a European manufacturing revolution ...	29
3.10	ITA-AIT-Studie: Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution	31
3.11	acatech: Smart Service Welt. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.....	33
3.12	Harvard Business Manager: Wie smarte Produkte Unternehmen und den Wettbewerb verändern	36
3.13	Timothy Kaufmann: Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge	39
3.14	Robert Obermaier (Hrsg): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe – betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen.....	41
4	Umfassendes Literaturverzeichnis	44
4.1	Reports / Studien zum Industrial Internet / Industrie 4.0	44
4.2	Literatur zur Entwicklung und Einschätzung von Geschäftsmodellen.....	52

1 Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse

Der vorliegende Studienkatalog zur digitalen Transformation durch Industrie 4.0 und neue Geschäftsmodelle umfasst den Stand von Studien und Publikationen in deutscher und englischer Sprache zu den Themenfeldern „Industrie 4.0“, „Industrial Internet“, „Internet of Things“, „Internet der Dinge“, „neue Geschäftsmodelle“ und der entsprechenden digitalen Transformation der Wirtschaft, mit einem Schwerpunkt auf den DACH-Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz). Per Anfang Juni 2016 wurden knapp 90 entsprechende Studien / Reports / Bücher und sonstige Publikationen identifiziert. Der Studienkatalog umfasst ein detailliertes Literaturverzeichnis inklusive Online-Links zum Download (wo verfügbar) und gibt einen ausgezeichneten Überblick über den aktuellen Forschungsstand zum Thema.

Zum schnellen Einstieg in die Materie für interessierte Leser wurden aus den angeführten knapp 90 Titeln die 14 Relevantesten bzw. Passendsten für einen guten Überblick über das Thema rezensiert. Grob zusammengefasst lässt sich aus diesen Rezensionen folgende Conclusio ziehen:

- Über die transformative Kraft von Industrie 4.0 mit weitreichenden Auswirkungen auf Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle herrscht Einigkeit. Der Grundtenor lautet, dass wir hier erst am Beginn der Entwicklung stehen und in den nächsten Jahren eine umfassende Durchdringung der Wirtschaft mit Industrie 4.0-Technologien und -Konzepten erwarten können. Die erwarteten Auswirkungen werden sowohl auf einzelbetrieblicher wie auch auf volkswirtschaftlicher Ebene durchschlagen. Es ist kein ausschließlich technisch-operatives Thema, sondern es spielt auf Geschäftsmodell-Ebene und birgt damit Implikationen für die Fundamente der Wertschöpfung.
- Deutschland ist sowohl markttechnisch wie auch bezüglich der Autorenschaft der Studien führend, aber auch in Österreich und der Schweiz nimmt das Thema Industrie 4.0 speziell in den letzten beiden Jahren massiv Fahrt auf.
- Branchenverbände und politische Instanzen spielen hier eine tragende Rolle. Daneben forcieren aber auch klassische Consulting-Unternehmen das Thema Industrie 4.0 in ihren Aktivitäten.
- Auch Industrie 4.0 und KMUs werden nicht als Widerspruch gesehen, sondern speziell die Anwendung in mittelständischen Unternehmen wird als Katalysator für die Industrie 4.0-Durchdringung der Wirtschaft als Ganzes betrachtet. Dabei müssen KMUs aber doch andere Startvoraussetzungen, Einschränkungen wie auch Chancen berücksichtigen, die sich ganz wesentlich von der Situation für Großkonzerne unterscheiden.
- Neben rein wirtschaftlich-industriell getriebenen Analysen tauchen (neuerdings) auch vermehrt gesellschaftliche Fragestellungen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 auf: Von Fragen der Datensicherheit zur Qualität der Ausbildung bis zu generellen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.

2 Einleitung

Begriffsklärung „Industrie 4.0“

Der Begriff „Industrie 4.0“ bezieht sich auf die prognostizierte „vierte industrielle Revolution“ nach (i) der Einführung mechanischer Produktionsanlagen mithilfe der Dampfkraft im 18. Jh., (ii) der Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion mit Hilfe elektrischer Energie im 19. und Anfang des 20. Jh. und (iii) der ersten digitalen Revolution durch den Einsatz der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert (vgl. Bauernhansl 2014, S. 5f.). Wesentliche technische Treiber dieser prognostizierten Transformation sind Fortschritte in der Sensortechnik und in der Informations- und Kommunikationstechnik. Die systematische Kombination dieser Technologien führt zu sogenannten „cyber-physischen Systemen“ (CPS), d.h. Netzwerken kleiner mit Sensoren und Aktoren ausgestatteter Computer, die als eingebettete Systeme in Materialien, Gegenstände, Geräte und Maschinenteile eingebaut und über das Internet miteinander verbunden werden (vgl. Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013). Eng mit diesem Konzept verknüpft sind Begriffe wie „Industrial Internet“ (= das US-amerikanische Pendant zu Industrie 4.0, evtl. etwas stärker von der Industrie selbst getrieben) und „Internet der Dinge“ (= immer mehr Gegenstände des Alltags werden durch Sensoren „intelligent“ und können über das Internet vernetzt werden).

Auswirkungen auf Geschäftsmodelle

Die digitale Transformation befindet sich zwar noch in einer frühen Phase, hat aber langfristig potenziell weitreichende Auswirkungen. Es wird erwartet, dass durch Industrie 4.0 bestehende Geschäftsmodelle produzierender Unternehmen unter Druck geraten und sich neue Modelle (mit einem höheren Komplexitätsgrad initiiert durch digitale Vernetzung) entwickeln und etablieren. Viele Unternehmen haben Handlungsbedarf.

Literatur / Studien / Reports zu „Industrie 4.0“

Verschiedene industriepolitische Initiativen haben rasch auch zu einer verstärkten wissenschaftlichen Aufarbeitung und Auseinandersetzung mit Fragestellungen rund um das Thema Industrie 4.0 und Veränderungen von Geschäftsmodellen geführt. Es wurden inzwischen erste praxisorientierte Lehrbücher zum Thema veröffentlicht (z.B. Bauernhansl 2014; Pinnow/Schäfer 2015; Köhler-Schute 2015; Obermaier 2016), teilweise auch zu speziellen Aspekten wie z.B. den Auswirkungen auf die Arbeitswelt (z.B. Bottauf 2014), auf Geschäftsmodelle (Kaufmann 2015; Brauckmann 2014) oder auch für die Gesellschaft insgesamt (Andelfinger 2014). Zudem gibt es eine Reihe von Fachberichten, die z.B. von Experten im Auftrag großer Industrieverbände erstellt werden (z.B. VDI/VDE, 2014).

Studienkatalog

Der vorliegende Studienkatalog ist Teil eines Auftrages des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) sowie der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Programms „Produktion der Zukunft“. Zentraler Zweck ist die Aufbereitung vorhandener Studien und Literatur als Hilfestellung für verschiedene Zielgruppen wie Unternehmen, Verbände und Politik zur raschen Einarbeitung in das Thema. Der Studienkatalog gliedert sich in zwei Teile:

- Ergebnisse ausgewählter Studien und Literatur (Kapitel 3):
Hier werden die wichtigsten aktuellen Reports / Studien / Bücher im Themenfeld Industrie 4.0 und Geschäftsmodelle kompakt auf jeweils 1-3 Seiten Rezension zusammengefasst. Die dokumentierten Werke sind nicht erschöpfend, sondern nach Relevanz ausgewählt.
- Umfassendes Literaturverzeichnis (Kapitel 4):
Hier wird versucht, ein zum aktuellen Stand möglichst umfassendes Verzeichnis an Reports, Studien und Büchern zum angesprochenen Thema wiederzugeben. So weit verfügbar, enthält das Literaturverzeichnis auch direkte Links zu Online-Quellen.

3 Ergebnisse ausgewählter Studien und Literatur

Zum schnellen Einstieg in die Materie für interessierte Leser werden aus den insgesamt in diesem Studienkatalog angeführten knapp 90 Titeln in deutscher und englischer Sprache zu den Themenfeldern „Industrie 4.0“, „Industrial Internet“, „Internet of Things“, „Internet der Dinge“, „neue Geschäftsmodelle“ und der entsprechenden digitalen Transformation der Wirtschaft die 14 Relevantesten bzw. Passendsten für einen guten Überblick über das Thema rezensiert. Die Auswahl der 14 rezensierten Werke erfolgte so, dass sie gemeinsam einen optimalen Gesamtüberblick über verschiedenste Teilaspekte von Industrie 4.0 ergeben. Der Leser soll nach der Lektüre der 14 Rezensionen ein übersichtliches, aktuelles Bild über das Thema Industrie 4.0 / Industrial Internet / Internet of Things und die entsprechende digitale Transformation der Wirtschaft – mit einem Schwerpunkt auf den DACH-Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) – in voller Breite erhalten. Konkrete Bewertungen am Ende einer jeden Rezension verdeutlichen den jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkt mit einer Empfehlung für die Zielgruppe des jeweiligen Werkes.

3.1 PWC: Industrie 4.0 – Österreichs Industrie im Wandel



In der PWC Studie (Juni 2015, 49 Seiten) wird auf Basis von 100 befragten österreichischen Industrieunternehmen ausgeführt, wie diese den digitalen Wandel gestalten und neue Wachstumspotenziale erschließen. Der digitale Wandel führt – aus Sicht der Befragten – zu einer nahezu vollständigen Transformation ihrer Unternehmen und gleichzeitig zu signifikanten, notwendigen Investitionen. Österreichische Industrieunternehmen wollen bis 2020 jährlich fast 4% ihres Umsatzes in Industrie 4.0-Lösungen investieren. Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, die zentralen Chancen und Herausforderungen zu erkennen und Lösungsansätze für die erfolgreiche Umsetzung aufzeigen.

3.1.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Zentrale Zielsetzung der PWC Studie ist es, die durch Industrie 4.0 induzierten Chancen und Herausforderungen zu erkennen und Lösungsansätze für die erfolgreiche Umsetzung aufzuzeigen.

Die Inhalte werden dabei in Form von zehn Kernaussagen zusammengefasst:

- Industrie 4.0 transformiert das gesamte Unternehmen und gehört auf die CEO Agenda.
- Österreichs Industrieunternehmen investieren bis 2020 jährlich über 4 Milliarden Euro in Industrie 4.0-Anwendungen.
- Die Anzahl der hochdigitalisierten Unternehmen soll sich in den nächsten fünf Jahren mehr als verdreifachen.
- Industrie 4.0-Anwendungen führen zu einer höheren Produktions- und Ressourceneffizienz – 20% Effizienzsteigerung in fünf Jahren.

- Die Analyse und Nutzung von Daten ist die Kernfähigkeit im Rahmen von Industrie 4.0.
- Die Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist der Schlüssel zu nachhaltigem Unternehmenserfolg.
- Digitalisierte Produkte und Services erwirtschaften zusätzlich knapp 3 Milliarden Euro Umsatz pro Jahr für die österreichische Industrie.
- Industrie 4.0 ermöglicht neue, oftmals disruptive, digitale Geschäftsmodelle.
- Unternehmensübergreifende Kooperationen ermöglichen eine bessere Erfüllung von Kundenanforderungen.
- Industrie 4.0 birgt vielfältige Herausforderungen und Chancen für den Wirtschaftsstandort Österreich.

Die Autoren betonen, dass neben der zum Teil noch unklaren Wirtschaftlichkeitsrechnung für Industrie 4.0 vor allem Industriestandards definiert und Aufgaben, etwa im Bereich der Datensicherheit, gelöst werden müssen. Eine zentrale Hürde wurde im Bereich der erforderlichen Qualifizierung der Mitarbeiter in zunehmend digitalisierten Unternehmen identifiziert.

Methodik

Für die Studie wurden österreichweit 100 Unternehmen aus fünf Branchen befragt. Diese umfassen neben der Informations- und Kommunikationsindustrie vier produzierende Industrien: Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronik, Maschinen- und Anlagenbau und Prozessindustrie. Die Befragung wurde in Zusammenarbeit mit dem Marktforschungsinstitut TNS Emnid mittels anonymisierter Telefoninterviews und eines Onlinefragebogens durchgeführt. Darüber hinaus wurden mit ausgewählten Unternehmen persönliche Interviews geführt.

Die Teilnehmer aus den unterschiedlichen Branchen repräsentieren sowohl große Konzerne mit einem Umsatz von mehr als einer Milliarde Euro als auch kleine und mittelständische Unternehmen. Für die Vergleichbarkeit in der Studie wurden diese in fünf Größenklassen zusammengefasst. 42% der befragten Personen sind CxO oder Vorstand bzw. Geschäftsführer in ihrem Unternehmen.

3.1.2 Wesentliche Ergebnisse

Aus Sicht der Studie bedeutet die Umsetzung von Industrie 4.0 für die meisten Unternehmen einen mehrjährigen Transformationsprozess, an dessen Ende eine signifikant veränderte Wertschöpfung stehen wird. Jedes Unternehmen sollte in einem spezifischen Strategieprozess zu Industrie 4.0 eine eigene Standortbestimmung vornehmen, mit Blick auf die Veränderungen der Kundennachfrage und die eigene Zieldefinition. Dieser Strategieprozess berücksichtigt in seiner Gesamtheit 5 Dimensionen:

- Geschäftsmodell, Produkt- & Serviceportfolio
- Mark- & Kundenzugang
- Wertschöpfungsketten, Prozess & Systeme
- Compliance, Rechtliches, Risk & Datensicherheit
- Organisation, Mitarbeiter & Kultur

In einem ersten Schritt sollte der aktuelle Industrie 4.0 Reifegrad festgestellt werden, der die eigenen Fähigkeiten und digitalen Initiativen im Unternehmen beleuchtet. Die Studie bietet dazu ein Maturitätsmodell zu Industrie 4.0 an, das Unternehmen dabei helfen soll, die verschiedenen Maßnahmen zur Digitalisierung systematisch voranzutreiben. Die vier Reifegrade des Modells werden nachfolgend kurz beschrieben.

1. **Digitaler Novize:** Erste digitalisierte Insellösungen, beschränkte interne und externe Integration; traditionelle Strukturen, Denken in Funktionen und „Silos“.
2. **Vertikaler Integrator:** Digitalisiertes Produkt- und Serviceportfolio vorhanden, einheitliche Multikanal Interaktion mit Kunden, Denken über Funktionsgrenzen hinweg.
3. **Horizontaler Kollaborateur:** Integrierte Lösungen über Wertschöpfungsstufen hinweg, netzwerkübergreifende Optimierung, Austausch über Unternehmensgrenzen.
4. **Digitaler Champion:** Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, durchgängige Nutzung von Daten und Analytik, Kollaboration als zentraler Werttreiber etabliert.

Die Studie empfiehlt den eigenen Ziel- und Maturitätsgrad, abhängig von der Kunden- und Wettbewerbssituation und der Investitionsbereitschaft, für die nächsten 3 bis 5 Jahre festzulegen. Wesentlich ist auch ein klares Bekenntnis des Managements zu den zukünftigen Industrie 4.0 Aktivitäten. Darüber hinaus muss jedes Unternehmen entsprechend seinen Fähigkeiten und seines Produkt- und Serviceportfolios beurteilen, welcher Realisierungspfad im Einzelfall erfolgreich ist.

3.1.3 Bewertung

Das übersichtlich gehaltene Werk beschränkt sich auf österreichische Industrieunternehmen und erstreckt sich über die fünf Branchen Informations- und Kommunikationstechnologie, Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronik, Maschinen- und Anlagenbau sowie Prozessindustrie. Es eignet sich besonders für Unternehmen, welche bereits über erste Kenntnisse zum Thema Industrie 4.0 verfügen und sich einen Überblick bezüglich der Situation der österreichischen Industrie verschaffen wollen, oder aber auch konkret über eine Umsetzung im eigenen Unternehmen nachdenken.

3.2 BITKOM / Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland



Die hier vorliegende Studie „Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland (2014, 43 Seiten), erarbeitet von BITKOM und dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), befasst sich mit der Abschätzung des volkswirtschaftlichen Potenzials von Industrie 4.0 Technologien im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland. Mögliche Veränderungen der Wertschöpfungsketten sowie Voraussetzungen für die erfolgreiche Nutzung von Industrie 4.0 Technologien werden untersucht. Die für die Studie ausgewählten Branchen stammen aus den Bereichen Maschinen- und Anlagenbau, Kraftfahrzeugbau und -teile, elektrische Ausrüstung, chemische Industrie, Informations- und Kommunikationstechnologien und Landwirtschaft.

3.2.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Zielsetzung der Studie ist die Erhebung volkswirtschaftlicher Potenziale von Industrie 4.0 Technologien bis in das Jahr 2025 mit Fokus auf das verarbeitende Gewerbe in Deutschland. Folgende drei Forschungsfragen sollen mit Hilfe der vorliegenden Arbeit beantwortet werden:

- (1) „Wie hoch sind die volkswirtschaftlichen Potenziale einer flächendeckenden Nutzung von Industrie 4.0 Technologien, die sich durch Produktivitätssteigerung und Wachstumsimpulse ergeben und wie lassen sich diese Technologien beschreiben?“
- (2) „Wie verändern sich die Wertschöpfungsanteile in Wertschöpfungsketten, die Industrie 4.0 geprägt sind?“
- (3) „Welche Voraussetzungen müssen für die erfolgreiche Nutzung von Industrie 4.0 Technologien geschaffen werden bzw. welche Rahmenbedingung verändert werden?“ (Bauer et al., 2014, S. 11)

Zurzeit gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen zu Industrie 4.0. In der vorliegenden Studie einigt man sich auf die Verwendung der Definition der Plattform Industrie 4.0: „Im Mittelpunkt von Industrie 4.0 steht die echtzeitfähige, intelligente, horizontale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Systemen.“(Bauer et al., 2014, S. 18) Darauf basierend erfolgt die Identifikation relevanter Technologiefelder zur Auswirkungs- und Potenzialanalyse, welche in der Studie detailliert beschrieben werden.

Durch den Einsatz von Industrie 4.0 Technologien wird ein Paradigmenwechsel im Zusammenhang mit der Steuerung und Regelung von Wertschöpfungssystemen vorhergesagt. Viele der für Industrie 4.0 relevanten Technologien stehen bereits zur Verfügung, müssen jedoch noch für den Einsatz im Zusammenhang mit der intelligenten Vernetzung verändert werden. Viele Möglichkeiten, welche sich für die Industrie 4.0 ergeben, können derzeit noch nicht abgeschätzt werden, da viele Parameter noch nicht bekannt sind.

Zudem erarbeitet die Studie Beispiele für Industrie 4.0 Ansatzpunkte in den Wertschöpfungsketten unterschiedlicher Branchen.

Darauf basierend, werden Potenziale für einzelne Branchen erhoben, welche untenstehend bei den wesentlichen Ergebnissen zusammengefasst werden.

Abschließend identifiziert die Studie die wichtigsten Voraussetzungen zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0, welche ebenfalls im Abschnitt der wesentlichen Ergebnisse aufgezeigt werden.

Methodik

Für die Erhebung von Potenzialen, Hemmnissen, Randbedingungen und Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz von Industrie 4.0 Technologien wurden Experteninterviews durchgeführt. Dafür wurden Personen, welche bereits erste Erfahrungen mit der Anwendung von Industrie 4.0 Technologien haben, ausgewählt.

Im Zuge einer Metaanalyse wurden bestehende Studien zu Basistechnologien für Industrie 4.0 analysiert und zusammengefasst. Um eine Übersicht über von Industrie 4.0 beeinflussten Technologien zu erstellen und potenzielle Anwendungsfälle zu identifizieren wurden Umsetzungsempfehlungen der Forschungsunion, welche ein innovationspolitisches Beratungsgremium für die Umsetzung und Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2020 für Deutschland war (2006–2013), sowie weitere Studien verwendet.

Beispielhafte Wertschöpfungsketten wurden erstellt, um einerseits den Effekt durch den Einsatz von Industrie 4.0 Technologien abzuschätzen und andererseits um verschiedene Branchen zu untersuchen und um eine belastbare Aussage über konkrete Nutzungsmöglichkeiten treffen zu können. Um die Vergleichbarkeit der Branchen und der Wertschöpfungspotenziale zu gewährleisten, wurde der Analyse das Wertschöpfungsmodell nach Porter (1996) zugrunde gelegt.

Zudem wurden, basierend auf einer Wertstromanalyse, Produktivitätspotenziale für den flächendeckenden branchenbezogenen und gesamtwirtschaftlichen Einsatz von Industrie 4.0 Technologien identifiziert. Diese wurden gemeinsam mit Experten auf das erwartete Produktivitätspotenzial untersucht. Darauf aufbauend wurde eine Hochrechnung der Potenziale für die wichtigsten Branchen Deutschlands erstellt.

3.2.2 Wesentliche Ergebnisse

Bezüglich der **volkswirtschaftlichen Potenziale** lassen sich die zentralen Erkenntnisse wie folgt zusammenfassen:

- Grundlegende volkswirtschaftliche Effekte durch den Einsatz von 4.0 Technologien werden aus folgenden Feldern prognostiziert: Embedded Systems, Smart Factory, Robuste Netze, Cloud Computing und IT-Security.
- Für die eingangs genannten sechs Branchen wird ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von einem jährlichen Wachstum von 1,7% erwartet. D.h. bis 2025 liegt das zusätzliche Wertschöpfungspotenzial bei 78 Milliarden Euro. Die hier genannten Werte beschränken sich ausschließlich auf die untersuchten sechs Branchen. Die Werte für die gesamte Volkswirtschaft werden daher viel höher eingestuft.

Die wichtigsten Erkenntnisse zu **Wertschöpfungsanteilen** werden im Folgenden zusammengefasst. Das erwartete volkswirtschaftliche Potenzial basiert auf neuen innovativen Produkten, neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen und effizienteren betrieblichen Prozessen. Deren Anwendungen erstrecken sich auf die gesamte Wertschöpfungskette:

- **Automobilbau:** Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial: 1,5% pro Jahr bis 2025 (15 Milliarden Euro).
Die Effekte werden v.a. durch die Integration von Echtzeitdaten an der Schnittstelle von Produktentstehung und Produktion erwartet, sowie durch wandlungsfähigere Produktionssysteme.
- **Maschinen- und Anlagenbau:** Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial: 2,2% pro Jahr bis 2025 (23 Milliarden Euro).
Die Effekte werden in der netzwerkartigen Nutzung von Betriebs-, Zustands- und Umfelddaten zur Gestaltung innovativer Lösungen und der Implementierung intuitiver Bedienkonzepte sowie einfacherer Konfiguration erwartet.
- **Elektrische Ausrüstung und chemische Industrie:** Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial: 2,2% pro Jahr bis 2025 (jeweils 12 Milliarden Euro).
Erzielt wird dieser Effekt durch die Nutzung von Betriebs-, Zustands- und Umfelddaten zur echtzeitnahen Prozessüberwachung und der vereinfachten Konfigurierbarkeit globaler Produktionsprozesse.
- **Informations- und Kommunikationstechnologie:** Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial: 1,2% pro Jahr bis 2025 (14 Milliarden Euro).
Diese Effekte entstehen durch neue Produkte und Dienstleistungen für einfache, flexible und echtzeitnahe Produktionsplanung und -steuerung.
- **Landwirtschaft:** Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial: 1,2% pro Jahr bis 2025 (3 Milliarden Euro).
Hier werden die Effekte ebenfalls durch den Einsatz mobiler Geräte für einfache, flexible und echtzeitnahe Produktionsplanung und -steuerung und ad-hoc Vernetzung von Landmaschinen erzielt.

Folgende **Voraussetzungen** für den erfolgreichen Einsatz von Industrie 4.0 Technologien werden identifiziert:

- Um die oben genannten, sowie weitere Effekte auch in anderen Branchen zu realisieren sind Standards und Unterstützung auf Technologie- und Anwendungsseite nötig. Vor allem werden praktikable und abgestimmte Regeln für schnelle sowie problemfreie Kommunikation, Datenschutz und Datensicherheit essentiell.
- Um Industrie 4.0 nicht auf den Einsatz von Technologien zu beschränken ist eine ganzheitliche Betrachtung des „Ökosystems“ notwendig, welches sich aus Technik, Mensch und Organisation zusammensetzt.

3.2.3 Bewertung

Die von BITKOM und Fraunhofer IAO durchgeführte Studie bietet dem Leser einen klar strukturierten Überblick über die Abschätzung volkswirtschaftlicher Potenziale durch Industrie 4.0. Das Werk beschränkt sich auf Deutschland und fokussiert auf unterschiedliche Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Es werden bereits erste Kenntnisse über das Thema Industrie 4.0 seitens des Lesers vorausgesetzt, um die identifizierten volkswirtschaftlichen Potenziale bewerten zu können. Die Studie wendet sich an volkswirtschaftlich Interessierte und an Unternehmen, welche sich bereits mit Industrie 4.0 auseinandersetzen oder dies in Zukunft planen.

3.3 BITKOM / VDMA / ZVEI: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0



Die hier vorliegende Studie „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0“ (April 2015, 96 Seiten) wurde in Zusammenarbeit der Plattform Industrie 4.0 (organisiert durch die Verbände BITKOM – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau sowie ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie) mit Unternehmen der deutschen Wirtschaft und weiteren Verbänden realisiert. Zielgruppe dieser Arbeit sind Leser aus der deutschen Industrie, den relevanten technologieorientierten Branchen, sowie der Forschung und Politik. Die Studie erarbeitet eine Umsetzungsstrategie für die Industrie 4.0, welche eine Innovations- und Forschungs-Roadmap beinhaltet, sowie ein Referenzarchitekturmodell für Industrie 4.0 und Strategien zur Gewährleistung der Sicherheit im Zusammenhang mit neuen Herausforderungen der Industrie 4.0.

3.3.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Zielsetzung allgemein ist die Stärkung Deutschlands als Wirtschaftsstandort, indem eine Umsetzungsstrategie für Industrie 4.0 für Deutschland ausgearbeitet wird. Hierfür bedient sich die Studie eines branchenübergreifenden Ansatzes zur Erarbeitung von Konzepten und Standards für Technologie, Geschäfts- und Organisationsmodelle. Zudem wird auf Kooperationen zwischen wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Einrichtungen gebaut, welche die praktische Umsetzung vorantreiben soll. Da durch Industrie 4.0 neue Wertschöpfungsketten, sowie -netzwerke entstehen, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit den wichtigsten Kernbausteinen aus den Bereichen Forschung und Innovation, Referenzarchitektur, Standardisierung und Normung und der Sicherheit vernetzter Systeme. Des Weiteren werden rechtliche Rahmenbedingungen erarbeitet.

Im Bereich Forschung und Innovation ist das Ziel die Erarbeitung einer zur Umsetzung von Industrie 4.0 erforderlichen Innovations- und Forschungs-Roadmap.

Der Bereich Referenzarchitekturen, Standardisierung und Normung erzielt die Erstellung einer „lösungsneutralen Referenzarchitektur unter Nutzung von Normen, Standards und deren Etablierung“.

Ziel des Bereichs Sicherheit vernetzter Systeme ist, basierend auf exemplarischen Wertschöpfungsketten, die Erarbeitung von konzeptuellen Beiträgen zur Gewährleistung der IT-Sicherheit innerhalb horizontaler und vertikaler Vernetzung.

Inhaltlich beschreibt die vorliegende Studie die wesentlichen Kernbausteine für Industrie 4.0. Darauf aufbauend werden die wichtigsten Forschungsbedarfe abgeleitet und mit Hilfe von Forschungs-Roadmaps und Steckbriefen dargestellt. Die Forschungs-Roadmap dient als Orientierungshilfe für die Weiterentwicklung des Themas Industrie 4.0 und beinhaltet geeignete Maßnahmen und mögliche Förderinstrumente durch Unternehmen und Politik.

Anschließend wird ein Referenzarchitektur-Modell für Industrie 4.0 präsentiert, welches die Industrie 4.0-Komponenten in ihrem Aufbau und ihrer Arbeitsweise darstellt. Zum Teil werden bestehende und relevante Normen in das Referenzarchitektur-Modell und in die Industrie 4.0 Komponenten integriert, um eine rasche Handlungsfähigkeit zu ermöglichen. Zudem werden in der Umsetzungsstrategie, sofern notwendig, zusätzlich identifizierte Standardisierungsbedarfe erhoben und beschrieben.

Abschließend beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit den hohen Sicherheitsanforderungen, welche im Zusammenhang mit Industrie 4.0, aufgrund zunehmender Vernetzung physischer Produkte sowie der steigenden Bedrohung etwa durch Hacker, Geheimdienste und Spionage, notwendig werden.

Methodik

Die Methoden zur Erstellung der Innovations- und Forschungs-Roadmap werden in der vorliegenden Arbeit nicht explizit erörtert. Grundsätzlich wird die Roadmap in Abstimmung mit dem wissenschaftlichen Beirat erstellt, welcher aus 16 Professoren aus den Fachbereichen Produktion und Automatisierung, Informatik sowie Jura und Arbeitssoziologie besteht. Dieser Beirat erstellte zur Hannover-Messe 2014 – der weltweit bedeutendsten Industriemesse – 17 Thesen zu den Bereichen Mensch, Technik und Organisation, welche auch dieser Arbeit zugrunde liegen. Zusätzlich zu diesen Thesen gibt es ein ebenso 2014 veröffentlichtes „Whitepaper FuE Themen“, welches für die Thesen umsetzungsrelevante Themenfelder bezüglich Inhalt und Ziele inkludiert. Somit kann zusammengefasst gesagt werden, dass die Forschungs-Roadmap auf Informationen des wissenschaftlichen Beirats basiert, zudem werden erforderliche Innovations- und Forschungsaktivitäten und deren Förderung auf die Industrie abgestimmt und koordiniert.

Das nächste Kapitel, die Erarbeitung einer Referenzarchitektur, sowie Standardisierung und Normung entstand durch die Kooperation mehrerer Institutionen. Die Plattform Industrie 4.0 übernahm die Koordination der Aktivitäten und die Sicherstellung einer konsistenten Linie. Die Erstellung einer Referenzarchitektur für Industrie 4.0 besteht aus der Zusammenführung unterschiedlicher Aspekte, wie der vertikalen

Integration, des durchgängigen Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette, sowie der horizontalen Integration, zu einem gemeinsamen Modell. Die Erarbeitung des Referenzarchitekturmodells orientiert sich am international anerkannten Smart Grid Architecture Model (SGAM).

Welche Methodik im abschließenden Kapitel bezüglich der Sicherheit vernetzter Systeme angewandt wird, geht aus der vorliegenden Arbeit nicht klar hervor.

3.3.2 Wesentliche Ergebnisse

Ein wesentliches Ergebnis aus dem ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit, **Innovation und Forschung**, ist die erstellte Innovations- und Forschungs-Roadmap. Diese beinhaltet Inhalte zu Forschung und Innovation, angestrebte Ergebnisse von Forschung und Innovation, sowie die wesentlichen Meilensteine. Die behandelten Themenfelder werden untergliedert in:

- Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetze
- Durchgängigkeit des Engineerings über den gesamten Lebenszyklus
- Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme
- Neue soziale Infrastrukturen der Arbeit
- Querschnittstechnologien für Industrie 4.0

Wesentliches Ergebnis aus dem Abschnitt **„Referenzarchitektur, Standardisierung, Normung“** ist das erstellte Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, RAMI 4.0. Um ein gemeinsames Verständnis, basierend auf Standards, Normen und Use Cases zu schaffen, entstand die Notwendigkeit eines Referenzarchitekturmodells.

RAMI 4.0 ist ein dreidimensionales Modell, welches wie folgt aufgebaut ist:

- Die senkrechte Achse besteht aus sechs unterschiedlichen Schichten (Layers). Diese repräsentieren die unterschiedlichen Sichtweisen, wie z.B. Datenabbild, funktionale Beschreibung, Kommunikationsverhalten oder Geschäftsprozesse. Diese Aufteilung entspricht der Denkweise der IT bei der Gruppierung komplexer Projekte in überschaubare Teileinheiten.
- Die waagrechte Achse stellt den Produktlebenszyklus mit den darin enthaltenen Wertschöpfungsketten dar. Mit Hilfe dieses Kriteriums können Abhängigkeiten dargestellt werden, wie z.B. die durchgängige Datenerfassung über den gesamten Lebenszyklus.
- Die dritte Achse umfasst die Verortung von Funktionalitäten und Verantwortlichkeiten innerhalb der Fabriken. Hierbei geht es um die funktionale Hierarchie, nicht um Hierarchieebenen der klassischen Automatisierungsperiode.

Somit ermöglicht RAMI 4.0 die Kombination von Lebenszyklus und Wertschöpfungskette mit einem hierarchisch strukturierten Ansatz für die Definition von Industrie 4.0 Komponenten. Dies ermöglicht ein Höchstmaß an Flexibilität zur Beschreibung der Industrie 4.0 Umgebung, sowie eine sinnvolle Kapselung von Funktionalitäten. Mit Hilfe dieses Modells können Abläufe in überschaubare Teile zerlegt werden, um die zielgerichtete Diskussion bezgl. Standardisierung und Normen zu ermöglichen.

Das abschließende Kapitel **„Sicherheit vernetzter Systeme“** identifiziert die Herausforderungen, welche bezüglich Sicherheitsmaßnahmen durch Industrie 4.0 entstehen. Die neuen Herausforderungen umfassen die Absicherung der Prozesse, sowie die Absicherung der digitalen Domain und die Absicherung der physischen Domain. Eine zusätzliche Herausforderung zur sicheren Implementierung ist die Anforderung, dass Security benutzer- und anwenderfreundlich umgesetzt werden muss, um allgemeine Akzeptanz zu erlangen. Die Datensicherheit im Zusammenhang mit Industrie 4.0 wird immer mehr zum Querschnittsthema, welches sich durch alle Bereiche durch das Unternehmen zieht sowie über Unternehmensgrenzen hinausgeht. Zudem wird Security zum „Moving Target“, was bedeutet, dass ein ständiger Veränderungs- und Anpassungsprozess notwendig ist, um fortlaufend die Sicherheit zu gewährleisten. Die vorliegende Studie erstellt die unten angeführten fünf Security-Hypothesen, welche bei der Konzeption zukünftiger

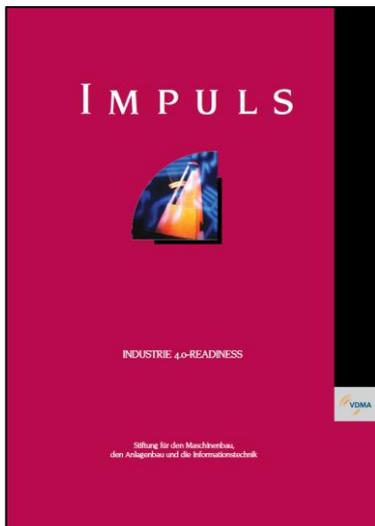
Sicherheitsarchitekturen und -modelle für Industrie 4.0 von Beginn an mitgedacht werden sollen. Die Umsetzung der Hypothesen variiert von Unternehmen zu Unternehmen und wird sich kontextbezogen (und nicht losgelöst von der existierenden Ausgangslage im Unternehmen) entwickeln.

- Das Wertschöpfungsnetzwerk an sich wird zum möglichen Angriffsfaktor.
- Die Verletzlichkeit von Safety-Funktionen nimmt zu.
- Detektions- und Reaktionsfähigkeiten gehören zur Grundausstattung.
- Die aus dem Office-Bereich bekannten Detektionsfähigkeiten müssen für den Produktionsbereich entwickelt und bereitgestellt werden.
- Mit Industrie 4.0 wird die verteilte Datenhaltung zur zentralen Security-Herausforderung.

3.3.3 Bewertung

Die von der deutschen Plattform Industrie 4.0 erarbeitete Studie bietet dem Leser einen umfangreichen, übersichtlich strukturierten Überblick zum Thema Umsetzungsstrategien für Industrie 4.0. Dieses Werk eignet sich aufgrund der einleitenden Definitionen für Industrie 4.0 Neulinge ebenso gut wie für bereits erfahrene Leser aus den Bereichen Wirtschaft, Politik und Forschung. Interessierte sollten für das Lesen dieser Arbeit jedoch etwas Zeit einplanen, da sie auf 100 Seiten viele Detailinformationen liefert.

3.4 VDMA-Impuls-Studie: Industrie 4.0-Readiness



Diese Studie wurde im Auftrag des VDMA (Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) mit Förderung durch seine Impuls-Stiftung umgesetzt (Oktober 2015, 76 Seiten). Sie untersucht, wie der deutsche Maschinen- und Anlagenbau in der Umsetzung von Industrie 4.0 steht. Der Fokus liegt auf Motivation und Hemmnissen von Unternehmen sowie auf Unterschieden zwischen Mittelstand und Großunternehmen. Als zentrales Ergebnis wurde ein „Industrie 4.0 Readiness Index“ entwickelt, der auch als Online-Selbst-Check angeboten wird. Handlungsempfehlungen für die praktische Anwendung in Unternehmen runden die Studie ab.

3.4.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Da der deutsche Maschinen- und Anlagenbau künftig nicht nur Anwender von Industrie 4.0-Konzepten sein wird, sondern sich auch gleichzeitig zu einem Anbieter für entsprechende Lösungen entwickelt, besteht für diese Branche in doppelter Weise die Notwendigkeit, sich frühzeitig und intensiv mit dem Thema Industrie 4.0 auseinander zu setzen. Bei vielen Betrieben bestehen erhebliche Unsicherheiten bezüglich Chancen und Risiken und ein hoher Informationsbedarf bezüglich der konkreten Umsetzung von Industrie 4.0. Zwei zentrale Fragestellungen sollen beantwortet werden:

1. Wo stehen die Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus derzeit auf dem Weg zu Industrie 4.0?
2. Welche Voraussetzungen müssen für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 in den Unternehmen geschaffen werden und welche Rahmenbedingungen müssen dafür verändert werden?

Zu diesem Zweck untersucht die Studie die Industrie 4.0-Readiness, d.h. die Bereitschaft und Fähigkeit der Unternehmen zur Umsetzung von Industrie 4.0-Konzepten.

Methodik

Die Studie entwickelte ein Messkonzept für die Industrie 4.0-Readiness von Unternehmen und ermittelte die Parameter im Rahmen einer Unternehmensbefragung empirisch. Dabei wurden nur Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern befragt. Parallel zur Anwendung dieser Methodik in der Studie selbst entwickelten die Projektpartner IW Consult und FIR an der RWTH Aachen ein Online-Werkzeug, mit dem interessierte Unternehmen ihren individuellen Industrie 4.0-Reifegrad in einem Online-Selbst-Check unter www.industrie40-readiness.de ermitteln können. Das verwendete Modell zur Readiness-Messung basiert auf den folgenden sechs wesentlichen Dimensionen von Industrie 4.0:

- **Strategie und Organisation:** Strategie und Unternehmenskultur für Industrie 4.0 Projekte.
- **Smart Factory:** Dezentrale und hochautomatisierte Produktion in einer vernetzten Fabrik.
- **Smart Operations:** Intelligente Werkstücke in der Steuerung des Fertigungsprozesses.
- **Smart Products:** Die Ausstattung physischer Produkte mit IKT-Komponenten.
- **Data-driven Services:** Die Einbindung datenbasierter Dienstleistungen in Geschäftsmodelle.
- **Mitarbeiter:** Qualifiziertes Personal für Industrie 4.0.

Für diese sechs Dimensionen wird die Industrie 4.0-Readiness auf einer sechsstufigen Skala von 0 bis 5 bewertet, wobei jede Dimension festgelegte Mindestanforderungen enthält, ohne deren Erfüllung eine Stufe als nicht erreicht gilt.

3.4.2 Wesentliche Ergebnisse

Drei Gruppen von Industrie 4.0-Anwendern: Neulinge, Einsteiger und Pioniere

Das Readiness-Modell erlaubt die Einordnung der Unternehmen in die drei Unternehmenstypen „Neulinge“, „Einsteiger“ und „Pioniere“. Mit 5,6 Prozent zählt nur ein relativ kleiner Anteil an Unternehmen bereits zu den Pionieren bei der Umsetzung von Industrie 4.0. 17,9 Prozent der Unternehmen sind Einsteiger, die sich mit Industrie 4.0-Konzepten befassen und erste Maßnahmen zur Realisierung treffen. Die überwältigende Mehrheit von 76,5 Prozent zählt zu den Neulingen und hat bisher noch keine systematischen Schritte zur Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten unternommen.

Die Studie kommt eindeutig zum Ergebnis, dass die Industrie 4.0-Readiness mit der Unternehmensgröße zusammenhängt. Große Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sind bezüglich Industrie 4.0 weiter fortgeschritten als kleine und mittelständische Betriebe. Dabei ist es für ein Unternehmen alleine kaum möglich, unabhängig von Partnern einen höheren Grad an Industrie 4.0-Readiness zu erreichen. Für ein solches Ergebnis müssen alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette entsprechende Konzepte implementieren und in einem digitalen Netzwerk interagieren.

Bereits intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigen sich etwa 20 Prozent der deutschen Maschinen- und Anlagenbauunternehmen – was im Vergleich zum gesamten verarbeitenden Gewerbe ein etwa doppelt so hoher Satz ist. Die Unternehmen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau sehen deutlich mehr Chancen als Risiken: Etwa 90 Prozent der Unternehmen, die sich intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigen, erkennen darin eine Möglichkeit, sich am Markt zu differenzieren. Für über 76 Prozent gehört es zum Selbstverständnis von Technologieführern, sich mit dem Thema Industrie 4.0 zu befassen.

Herausforderungen für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 Konzepten

Speziell für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau identifiziert die Studie vier zentrale Herausforderungen bzw. Erkenntnisse, die für eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 Konzepten berücksichtigt werden müssen:

Industrie 4.0 muss stärker in der Unternehmensstrategie verankert werden:

Bei vier von zehn untersuchten Unternehmen ist noch keine Industrie 4.0-Strategie vorhanden. Entscheidend ist auch, dass die Unternehmensleitung diese Konzepte wirklich vordenkt und vor allem vorlebt. Die Studie identifiziert ein klares Größengefälle: Mit der Größe des Unternehmens steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Betrieb strategisch mit Industrie 4.0 beschäftigt. Die Autoren empfehlen kleinen und mittleren Unternehmen, das Thema Industrie 4.0 über Pilotinitiativen für sich zu erschließen.

Qualifiziertes Personal ist bereits Thema

Dem Großteil der Unternehmen ist die Bedeutung einer breit qualifizierten Belegschaft für die Zielerreichung von Industrie 4.0 bereits bewusst. Bei der Mitarbeiterqualifizierung nutzen Unternehmen ihre Schulungserfahrung und fühlen sich in diesem Themenfeld sicher. Nur 30 Prozent der untersuchten Unternehmen geben an, betriebsintern keine Kernkompetenzen zu besitzen, um die Qualifikationsanforderungen für Industrie 4.0 zu bewältigen.

Data-driven Services und vernetzte Produkte ermöglichen neue Geschäftsmodelle

In der Kategorie „Data-driven Services“ verfügen die deutschen Maschinen- und Anlagenbauer über die mit Abstand geringste Industrie 4.0-Readiness. Zwei Drittel der untersuchten Unternehmen haben die entsprechenden Potenziale noch nicht für sich entdeckt und offerieren keine datenbasierten Dienste. Das, obwohl gerade diese ein enormes Potenzial hätten, um künftig das Serviceportfolio oder das Geschäftsmodell der Unternehmen zu erweitern. Die Autoren empfehlen Produktzusatzfunktionalitäten, die präzise auf potenzielle und bestehende Kunden zugeschnitten sind. V.a. standortbezogene Informationen, die bisher kaum erfasst werden, können einen echten Mehrwert liefern.

Finanzierung von Industrie 4.0-Projekten muss gesichert werden

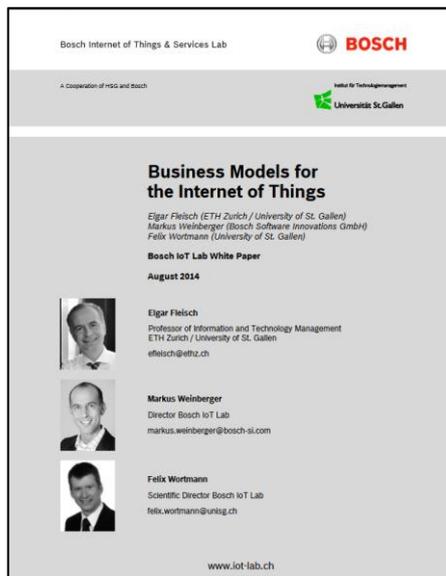
Über 63 Prozent der fortschrittlichsten Unternehmen im Hinblick auf Industrie 4.0 (Kategorie „Pioniere“ in dieser Studie) geben an, dass sie die fehlende Finanzkraft zur Durchführung von Investitionen daran hindert, das Thema weiter voranzutreiben. Bei den Pionieren liegt damit die Finanzierungsfrage als Hemmnis über den Forderungen nach einheitlichen Standards, der IT-Security oder der Klärung von Rechtsfragen.

Die Studie fordert von der Politik, mit angemessenen Maßnahmen wie der steuerlichen Forschungsförderung zu unterstützen. Daneben betonen die Autoren aber auch, dass schon mit der schrittweisen Einführung von Industrie 4.0 innerhalb des Unternehmens ein solides Geschäftsmodell stehen sollte.

3.4.3 Bewertung

Die vorliegende VDMA Studie adressiert Unternehmen und Leser und aus den Bereichen Wirtschaft und Politik, welche bereits über Industrie 4.0 bescheid wissen, aber auch jene welche erstmals in Berührung mit diesem Thema kommen. Der Fokus des Berichts liegt klar im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus in Deutschland. Als Besonderheit dieser Studie ist hervorzuheben, dass sie sich nicht ausschließlich mit Großkonzernen befasst, sondern auch auf den Mittelstand eingeht. Der auf dieser Studie basierende Industrie 4.0 Readiness Index, welcher auch als Online Selbst Check zur Verfügung steht, ist Unternehmen des Maschinenbaus und des verarbeitenden Gewerbes auch außerhalb Deutschlands zu empfehlen.

3.5 Bosch / Universität St. Gallen: Business Models for the Internet of Things



Ziel des Artikels „Business Models for the Internet of Things“, welcher in Zusammenarbeit der Universität St. Gallen und des Unternehmens Bosch erstellt wurde, (August 2014, 18 Seiten) ist die Erstellung einer theoretischen und praktischen Orientierungshilfe für die Entwicklung von Internet of Things (IoT) basierten Geschäftsmodellen für alle Industriesparten. Die Ergebnisse der Studie beinhalten zwei neue Geschäftsmodellmuster basierend auf IoT Technologien. Diese beiden Geschäftsmodellmuster werden als „Digitally Charged Products“ und als „Sensor as a Service“ bezeichnet und beinhalten folgende sechs Komponenten: Physical Freemium, Digital Add-on, Digital Lock-in, Product as Point of Sales, Object Self Service und Remote Usage and Condition Monitoring.

3.5.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Zielsetzung der Arbeit ist die Identifikation von Geschäftsmodellmustern, welche als Grundlage für die Entwicklung von Geschäftsmodellen für IoT dienen. Diese sind so allgemein gehalten, dass sie für Firmen aus allen Industriebereichen anwendbar sind, jedoch konkret genug, um eine direkte Anwendbarkeit im Innovationbereich der Wirtschaft und der Gesellschaft zu ermöglichen. Zudem werden Herausforderungen im Zusammenhang mit der Einführung neuer, IoT basierter Geschäftsmodelle aufgezeigt, welche vor allem für erfolgreiche Produktionsunternehmen relevant sind.

Inhaltlich erstreckt sich die Arbeit über die Rolle des Internets im Zusammenhang mit der Entwicklung von Geschäftsmodellen, hin zur wirtschaftlichen Betrachtung des Internet of Things. Zudem spielt die Zusammenführung der nicht-digitalen Welt mit der digitalen Welt eine wichtige Rolle, sowie die Kombination von physischen Produkten mit digitalen Serviceleistungen.

Außerdem werden Geschäftsmodellmuster für das Internet der Dinge identifiziert, welche im Detail beschrieben werden.

Abschließend behandelt die Arbeit mögliche Herausforderungen, welche bei der Einführung von IoT basierten Geschäftsmodellen auftreten können.

Methodik

Grundlegende Basis für diese Arbeit sind Erkenntnisse aus der Studie von Gassmann et al. (2013), welche 55 unterschiedliche Geschäftsmodellmuster identifiziert haben, die als Grundlage für den Großteil aller neuentwickelten Geschäftsmodelle dienen. In der vorliegenden Arbeit werden diese Geschäftsmodellmuster hinsichtlich ihrer Relevanz im IoT Bereich untersucht.

Zusätzlich zur Analyse der von Gassmann et al. (2013) identifizierten Geschäftsmodellmuster, wurden eine Vielzahl von IoT Applikationen hinsichtlich ihrer Wertschöpfungsstufen und dem High-Resolution Management untersucht. Unter High-Resolution Management wird eine durch IoT Technologien veränderte Managementform verstanden. IoT beeinflusst nicht nur das Geschäftsmodell eines Unternehmens, sondern auch die Art des Personalmanagements, der Strategie und des Controllings. Die Anforderungen an die klassischen Managementaufgaben, Planung, Organisation, Personaleinsatz, Führung und Kontrolle

verändern sich. Beispielsweise lässt sich durch den Einsatz von IoT Technologien eine zeitnahe Planung realisieren, womit sich auch die Angebotsstrukturen verändern und sich ebenso das Verbraucherverhalten selbst verändern kann (Vgl. Fleisch & Müller-Stewens, 2008).

Basierend auf den Analysen werden Geschäftsmodellmuster für IoT identifiziert und zwei mögliche Geschäftsmodelle für das Internet der Dinge abgeleitet.

3.5.2 Wesentliche Ergebnisse

Die Studie identifiziert **zwei neue Geschäftsmodellmuster**, welche sechs Komponenten beinhalten. Das erste Muster wird als „Digitally Charged Products“ bezeichnet und beinhaltet folgende Komponenten: Physical Freemium; Digital Add-on; Digital Lock-in; Product as Point of Sales; Object Self Service; und Remote Usage und Condition Control.

„**Digitally Charged Products**“ beschreibt die Zusammenführung von digitalen Services und physischen Produkten. Der jeweils angebotene Service kann entweder durch den Produzenten direkt angeboten werden, oder durch einen Dritten. Der Service unterscheidet sich zudem durch seine Komplexität und kann – muss aber nicht – im direkten Zusammenhang mit den Produkteigenschaften stehen. Aus dieser neuen Kombination von Produkten im klassischen Sinn und sensor-basierten digitalen Servicekomponenten ergeben sich neue Möglichkeiten der Wertschöpfung.

Das zweite Geschäftsmodellmuster „**Sensor as a Service**“ behandelt die Möglichkeit der Sammlung, Verarbeitung und des Verkaufs von Sensordaten von einem Teilbereich an einen Anderen. Die von Sensoren gemessenen Daten werden nun nicht mehr nur für eine Applikation verwendet, sondern bieten einer Vielzahl anderer Applikationen die Möglichkeit der Nutzung der Daten. Im Fokus steht nun nicht mehr das Produkt, welches Daten generiert, sondern vielmehr die Daten selbst. Bei „Sensor as a Service“ handelt es sich um ein Geschäftsmodellmuster für einen vielseitigen Markt für Sensordaten.

Abschließend zeigt die Arbeit auch **vier potentielle Hürden** für die Einführung von IoT basierten Geschäftsmodellen auf. Die Entwicklung von neuen Ideen und von Veränderungen der Geschäftsmodelle selbst stellt in der Praxis nicht die größte Herausforderung dar. Vor allem in der Vergangenheit erfolgreiche Produktionsunternehmen haben Schwierigkeiten bei der Integration der Servicekomponente.

- Die erste Herausforderung besteht für Firmen darin, das optimale Verhältnis zwischen Produkt- und Serviceanteil zu bestimmen.
- Ein weiteres potentielles Problem liegt in den unterschiedlichen Eigenschaften physischer Produkte und digitaler Services im Bereich der Service- und Produktentwicklung. Der wichtigste Unterschied liegt darin, dass es im digitalen Softwarebereich oftmals wichtig ist sein Produkt schnell, mit geringem Aufwand auf den Markt zu bringen um ehestmöglich Informationen über den Kunden zu gewinnen und um sich dann laufend weiterentwickeln zu können. Bei Produkten hingegen ist es wichtig fehlerfreie Varianten auf den Markt zu bringen.
- Im Bereich von IoT basierten Geschäftsmodellen ist die Entwicklung eines breiten Netzwerks von hohem strategischem Wert. Die Herausforderung besteht darin ein Solches zu entwickeln. Diese Hürde überwinden Firmen oftmals indem sie zu Beginn einfache Produkte am Markt platzieren und diese mit externen Partnern sowie mit der Integration von Kunden weiterentwickeln und dadurch ein breites Netzwerk zur Produktentwicklung aufbauen.
- Die letzte Herausforderung besteht in der Handhabung der Applikationsdaten. Vor allem für klassische Produktionsunternehmen entstehen neue Risiken aber auch Möglichkeiten. Möglichkeiten entstehen im Bereich von verbesserten Produktlösungen und der Entwicklung von neuen Produkten, aber auch der Optimierung der Kundensegmentierung oder der Ertragsfähigkeit. Risiken bestehen im Bereich rechtlicher Rahmenbedingungen und der Datensicherheit. Zudem muss geklärt werden wer über die Rechte der Daten verfügt. Wichtig für betroffene Unternehmen ist die Schaffung eines klaren, transparenten Konzepts für alle Beteiligten, welches offenlegt wie die von den Kunden generierten Daten behandelt werden.

3.5.3 Bewertung

Das von der Universität St. Gallen und Bosch verfasste Whitepaper ist ein kurzes und bündiges Werk, welches Geschäftsmodelle mit dem Internet der Dinge verknüpft und daraus neue Geschäftsmodellmuster ableitet. Das auf Englisch verfasste Dokument ist eher der rein wissenschaftlichen Literatur, ohne empirischer Studie, zuzuordnen. Dennoch adressiert es gleichermaßen die Forschung wie auch Unternehmen aller Branchen. Fundierte Kenntnisse im Bereich Industrie 4.0 werden für diese Arbeit nicht vorausgesetzt, da es selbst einen guten Einstieg in die Materie vermittelt.

3.6 Fraunhofer IPA / Wieselhuber & Partner: Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0 – Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau



Die vorliegende Studie von Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) / Wieselhuber & Partner GmbH (März 2015, 55 Seiten) untersucht die Industrie 4.0 induzierten Veränderungen der Branchenmechanik im Maschinen- und Anlagenbau durch die zunehmende Durchdringung mit IT und die sich dadurch ergebenden Anforderungen an neue Geschäftsmodelle. Hierzu wurden sowohl Experten aus dem Maschinen- und Anlagenbau als auch aus IT-Unternehmen befragt. Die Studie zeigt auf, dass diesem Thema eine hohe Beachtung geschenkt werden muss, um die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus zu sichern.

3.6.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Die vorliegende Studie zeigt auf, welche Potentiale und Vorteile Geschäftsmodellentwicklungen durch Industrie 4.0 sowohl für IT-Unternehmen als auch für Unternehmen im Bereich Maschinen- und Anlagenbau ergeben können. Dabei geht es vor allem um die Herausforderungen und Barrieren, die bei der Umsetzung von Industrie 4.0 induzierten Veränderungen bestehen, sowie die generelle Akzeptanz und Umsetzungsbereitschaft von Seiten der Unternehmen aus verschiedenen Branchen.

Die Autoren analysieren die Einstellungen und Meinungen zu Industrie 4.0 und den damit verbundenen Geschäftsmodellen aus unterschiedlichen Blickwinkeln:

- Aus der Perspektive des Maschinen- und Anlagenbaus
- Aus Perspektive von IT-Unternehmen
- An der Schnittstelle zwischen Maschinen- / Anlagenbau und IT

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse werden zwei gegensätzliche Szenarien beschrieben, die die Bandbreite einer möglichen zukünftigen Entwicklung von evolutionären bis hin zu disruptiven Geschäftsmodellen aufspannen. Schließlich werden Ansätze entwickelt, mit denen sich Unternehmen der

Herausforderung der Geschäftsmodell-Innovation für Industrie 4.0 stellen können. Im Wesentlichen geht es dabei um das Erkennen der individuellen neuen Erfolgslogik für ein Unternehmen, die unter den Rahmenbedingungen der Industrie 4.0 in der Lage ist, dem Kunden ein neues Nutzenniveau durch die Verwendung von Daten zu offerieren.

Im Mittelpunkt steht in der Regel eine starke Serviceorientierung der neu entwickelten Geschäftsmodelle und nicht selten ein strategisch zu definierendes neues Verständnis von Partnerschaft und Wettbewerb.

Methodik

Die Ergebnisse und Erkenntnisse der Studie sowie die unterschiedlichen Perspektiven basieren auf zwei verschiedenen, qualitativen Erhebungen.

Zum einem wurden Interviews mit 20 Führungskräften von Maschinen- und Anlagenbauern sowie 13 Experten aus der IT-Branche geführt. Dabei standen vor allem die Aufnahme der Geschäftsmodellorientierung sowie damit verbundene Innovationspotenziale im Vordergrund. Die Befragung von IT-Unternehmen (Anbieter von Unternehmenssoftware- und Hardwaresystemen) diente vor allem zur Bewertung der Geschäftsmodellorientierung in der IKT Branche sowie der Vernetzungsaktivitäten in Richtung Maschinen- und Anlagenbau.

Ergänzend dazu wurden verschiedene Workshops mit Studienteilnehmern aus beiden Branchen abgehalten, indem potenzielle Geschäftsmodellenszenarien für den Maschinen- und Anlagenbau unter den Rahmenbedingungen der Industrie 4.0 erarbeitet wurden.

3.6.2 Wesentliche Ergebnisse

Aus Sicht der Studie zeigen sich zwei gegensätzliche Ergebnisse. Zum einen besteht bei Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau eine eher kritische Haltung gegenüber neuen, Industrie 4.0 orientierten Geschäftsmodellen. Zum anderen zeigen sich IT-Unternehmen durchaus offen und interessiert und sehen, dass Industrie 4.0 zahlreiche neue Chancen bietet. Dabei ist vor allem eine Kombination bzw. starke Vernetzung beider Branchen erforderlich. Es gilt vor allem die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau zu ermutigen, sich in Richtung neuer Entwicklungen rechtzeitig zu positionieren, um somit Wachstum zu sichern und neue Märkte zu erobern.

Perspektive des Maschinen- und Anlagenbaus

Entwicklung neuer Geschäftsmodelle: Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle auf Basis einer Lebenszyklus- und Serviceorientierung steht in dieser Branche noch am Anfang. Der Fokus im Maschinen- und Anlagenbau liegt vorerst auf hochtechnologischen Geräten, die jeweils in sehr engen Nischen positioniert sind.

Digitale Veredelung: Der Maschinenbau konzentriert sich zunehmend auf die Erweiterung der aktuellen Geschäftsmodelle durch digitale Veredelung (Digitalisierung von Produktfunktionen oder Services). Eine Vernetzung einzelner Maschinen zu Gesamtsystemen wird jedoch generell abgelehnt. Das liegt vor allem am relativ hohen Spezialisierungsgrad und auch der zukünftig vorhandenen Nischendichte innerhalb des Sektors. So wird ein evolutionäres Geschäftsmodell bevorzugt, bei dem ein genereller Fokus auf die eigene, technologienahe Effizienzsteigerung gelegt wird und weniger auf Vernetzung.

Unterschätzung von disruptiven Geschäftsmodellen: Geschäftsmodell-Innovationen gehen teilweise stark vom Kunden aus. So werden aus Komponentenanbietern Systemanbieter, die neue Aufgaben z.B. im Bereich der Logistik oder Wartung anbieten. Der Maschinen- und Anlagenbau sieht daher zukünftig eine Differenzierung im Bereich Software und / oder Dienstleistung. Eine systematische Weiterentwicklung des eigenen Geschäftsmodells wird jedoch kaum berücksichtigt.

Perspektive der IT-Unternehmen

Systematische Geschäftsmodellentwicklung in Richtung produzierender Unternehmen: Das Potential und die Möglichkeiten, die bei der Digitalisierung und Vernetzung entstehen, wurden von einem Großteil der IT- Unternehmen bereits erkannt, da Software und Plattformen bereits flexibel bei einer breiten Anwendergruppe und in verschiedensten Branchen bereitgestellt bzw. angeboten werden.

Entstehung unabhängiger Softwareplattformen: Durch die zunehmende Individualisierung von Produkten und Produktion werden flexible IT-Lösungen gefordert. Die Mehrheit der Befragten befürwortet die Etablierung einer breit aufgestellten Softwareplattform, die Raum für die Integration individueller Einzellösungen anbietet, im Sinne eines virtuellen Marktplatzes. Unterschiedliche Anbieter können dort ihr Leistungsangebot positionieren. Somit können dort beispielsweise Speziallösungen oder unabhängige Betriebssoftware für Maschinen in ein durchgängiges IT-Gesamtkonzept integriert werden.

Gemeinsame Perspektiven – Maschinen-/Anlagenbau und IT

Verschiebung klassischer Branchengrenzen: Für neue Industrie 4.0 Geschäftsmodelle im Bereich Maschinenbau ist eine verstärkte Einbindung bzw. Integration der IT absolut notwendig. Ein Zusammenwachsen beider Branchen ist bereits spürbar, da die IT „von oben“ die Prozesslandschaft der Unternehmen immer weiter durchdringt. Weil der Kunde zunehmend die Steigerung der Effizienz der gelieferten Maschinen fordert, besteht die Notwendigkeit, Maschinen und Anlagen horizontal miteinander zu vernetzen bzw. relevante Informationen in Echtzeit zur Verfügung zu stellen. Der Wettbewerb wird sich somit durch smarte, vernetzte Produkte und Maschinen, sowie die damit verbundenen Services in Zukunft stark verändern.

Zukünftiger Fokus auf umfassendere Wertschaffung: Es ist davon auszugehen, dass in Zukunft im Zuge der Entwicklung unterschiedlicher Industrie 4.0 Technologien eine stärkere Wertorientierung in den Fokus des Angebots rückt. Übergeordnete Wertbeiträge wären hierbei die Verfügbarkeit („pay-per-hour“-Prinzip), die Produktivität („pay-per-piece“-Prinzip) sowie Funktionalität („pay-per-feature“-Prinzip).

Geschäftsmodelle der Industrie 4.0

Grundsätzlich sind Geschäftsmodelle der Industrie 4.0 durch eine konsequente Serviceorientierung gekennzeichnet. Dies beginnt auf der Ebene der Bereitstellung eines echten Mehrwerts bzw. eines entsprechenden Wertversprechens der Bedürfniserfüllung („**Value as a Service**“). Dieses Wertversprechen wird bedarfsorientiert und wirtschaftlich über eine Kombination modularer, in vielen Fällen auch offener Hardware und Software bereitgestellt („**Modules as a Service**“). Zur Bereitstellung werden sowohl im Bereich der Hardware als auch der Software und Services Plattformen bestimmend sein („**Platform as a Service**“), die öffentliche oder private Infrastrukturen wirtschaftlich nutzen, um das Leistungsangebot zum Kunden zu bringen („**Infrastructure as a Service**“).

Das Prinzip der Modularisierung bzw. Funktionskapselung in Hardware, Software und Service muss durchgängig beherrscht werden. Dazu gehört auch, die eigene Organisation und die Geschäftsprozesse entsprechend auszurichten und zu befähigen, um das eigene Industrie 4.0-Geschäftsmodell wirtschaftlich betreiben zu können.

3.6.3 Bewertung

Die von Fraunhofer IPA und Wieselhuber & Partner verfasste Studie ist vor allem für Leser interessant, welche sich mit der Veränderung von Geschäftsmodellen und Geschäftsmodellinnovationen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 befassen. Das systematisch aufgebaute Werk bietet auch für Neulinge in diesem Themenfeld einen guten Einstieg. Der Fokus der Arbeit liegt im Bereich des Anlagen- und Maschinenbaus. Die in der Studie erläuterten Potenziale und Vorteile von Geschäftsmodellinnovationen, sowie

die daraus resultierenden Herausforderungen und Barrieren erscheinen auch für Unternehmen anderer Branchen relevant. Besonders positiv hervorzuheben sind die in jedem Bereich angeführten Praxisbeispiele, welche dem Leser ein klar verständliches Bild vermitteln.

3.7 Agiplan / Fraunhofer IML / ZENIT-Studie: Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand



Diese Studie, verfasst von der agiplan GmbH, dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) und dem Zentrum für Innovation und Technik in Nordrhein-Westfalen (ZENIT) im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Juni 2015, 386 Seiten), will Potenziale der Industrie 4.0 für den deutschen Mittelstand identifizieren, den Umsetzungsstand Mitte 2015 aufzeigen und ein Aktionsportfolio ableiten, mit dem Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu einer möglichst breiten Umsetzung von Industrie 4.0 im Mittelstand beitragen können. Zentrale Frage ist, ob und inwiefern bestehende Angebote der Forschung und Förderung ein geeignetes Instrumentarium darstellen, den Mittelstand bei der Einführung und Umsetzung der Industrie 4.0 zu unterstützen.

3.7.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Die Studie geht von der Arbeitshypothese aus, dass mittelständische Unternehmen große Schwierigkeiten bei der Einführung von Industrie 4.0 im eigenen Betrieb haben, da es ihnen schon aus zeitlichen Gründen kaum möglich ist, der aktuellen Entwicklung im Bereich Industrie 4.0 zu folgen und diese zu bewerten. Hinzu kommt, dass der Mittelstand für die notwendigen Anpassungsprozesse an Industrie 4.0 vergleichsweise geringe eigene Mittel zur Verfügung hat, was die Umsetzung der Technologien erschwert. Auch existiert Best Practice bislang nur vereinzelt und die beispielhaften Referenzlösungen, die ein gutes Bild über die mögliche zukünftige Anwendung der Industrie 4.0 vermitteln können, fehlen zumeist.

Andererseits konstatieren die Autoren, dass der Mittelstand – so er die bestehenden Hürden überwindet – sich zu einem Erfolgsfaktor in der vierten industriellen Revolution entwickeln kann, vor allem weil diese Unternehmen aufgrund ihrer Größe und der damit einhergehenden Flexibilität prinzipiell dazu prädestiniert sind, die Ideen von Industrie 4.0 umzusetzen. Demnach können mittelständische Unternehmen viel besser als weniger flexible Großkonzerne neue Produkte, Märkte und Geschäftsmodelle entwickeln. Dabei räumen die Autoren schon ein, dass bislang vor allem Großunternehmen eine Vorreiterrolle in Bezug auf die Einführung von Industrie 4.0 einnehmen und die Entwicklung vorantreiben.

Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen betreffen sowohl das Handlungsfeld A „Industrie 4.0 Technologien und Anwendungen, die bereits kurzfristig umgesetzt werden können, weil die Marktreife bereits vorliegt und sie mit hohen Nutzenpotenzialen verbunden sind“, wie auch Handlungsfeld B „Technologien, in denen noch Forschungsbedarf besteht“. Konkret umfasst die Studie folgende Inhalte:

- Ermittlung des aktuellen Stands der Technik in Industrie 4.0
- Analyse von Forschungs- und Innovationsprogrammen und Forschungsprojekten in Industrie 4.0
- Identifikation aktueller und zukünftiger Anforderungen von mittelständischen Unternehmen (bis 2.500 Mitarbeiter) an Industrie 4.0
- Analyse von Chancen und Risiken von Industrie 4.0 Anwendungen im Mittelstand
- Identifikation von Hemmnissen und Defiziten im Einsatz von Industrie 4.0 in mittelständischen Unternehmen
- Ableitung von Handlungsfeldern zur Einführung von Industrie 4.0 im Mittelstand
- Abgleich bestehender Förderprogramme mit den Handlungsfeldern
- Daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen

Methodik

Die Studie baut zur überwiegenden Mehrheit auf Sekundärmaterial auf. Beispielsweise wurden nationale deutsche Studien und Thesenpapiere zu Industrie 4.0 ausgewertet, die relevanten Technologien daraus extrahiert und zu Technologiefeldern geclustert. Danach erfolgte eine Bewertung des Reifegrades der Technologien sowie eine Klassifizierung in Basis-, Schlüssel- und Schrittmachertechnologien. Die Ergebnisse dieses Technologiescreenings wurden in einem Evaluierungsworkshop mit Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik geschärft.

Die Ziele und Herausforderungen mittelständischer Unternehmen wurden anhand einer Literaturrecherche und auf Basis von Projektdaten abgeschlossener und laufender Projekte der letzten beiden Jahre aus der Mittelstandsberatung der agiplan GmbH analysiert. Dieselben Quellen stellten auch die Basis für die Analyse des Umsetzungsstandes von Industrie 4.0 im Mittelstand dar, ergänzt durch sechs Experteninterviews und einen Evaluierungsworkshop mit 38 Vertretern aus Mittelstand und Wissenschaft. Im Rahmen einer Defizitanalyse wurde die Marktnachfrage durch mittelständische Unternehmen mit dem Technologieangebot abgeglichen.

Der Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen wurde eine skizzenhafte Analyse der Industrie 4.0 Förderpolitiken in exemplarisch ausgewählten Ländern und auf EU-Ebene vorgeschaltet. Konkret wurde die Förderpolitik in den USA, in Finnland und in Österreich mit jener in Deutschland verglichen.

3.7.2 Wesentliche Ergebnisse

Die Analyse der Technologien und bestehender Forschungs- und Fördermaßnahmen ergibt, dass die Entwicklung von Industrie 4.0 durch die nationale deutsche Forschungsförderung auf breiter Front vorangetrieben wird, wobei sich gewisse Schwerpunkte herauskristallisiert haben. Die Forschungsergebnisse fokussieren aktuell vorrangig auf das direkte Umfeld der Produktion, während weitere Einsatzpotenziale entlang des gesamten Wertschöpfungsprozesses inner- und überbetrieblich in geringerem Maße adressiert werden. Die Autoren schätzen diese Situation in der aktuellen Phase noch nicht als kritisches Ungleichgewicht ein, empfehlen aber zur Ausschöpfung sämtlicher Nutzenpotenziale der Industrie 4.0 und zur flächendeckenden Verbreitung die gesamte Wertschöpfungskette zu bearbeiten. Konkret werden in den aktuellen Förderprojekten Aufgabenstellungen zu neuen Wertschöpfungsmustern, neuen Geschäftsmodellen und -prozessen noch zu selten bearbeitet, auch weil die Förderausschreibungen selbst diese Fragestellungen nur am Rande aufgreifen.

Die Analyse der untersuchten Verbundforschungsprojekte zeigt eine massive Unterrepräsentation von KMUs, v.a. weil der Aufwand für die fachliche Konzeption und Organisation dieser Projekte hoch ist und von KMU gemieden wird. KMUs und mittelständische Unternehmen benötigen deshalb neben der reinen Förderberatung auch fachliche Unterstützung bei der Konzeption, Beantragung und teilweise der Durchführung von Förderprojekten.

Außerdem ist bei der Analyse der F&E-Aufwendungen der hohe Anteil für Entwicklungen im Bereich der Software- und Softwaresystementwicklung auffällig. Das ist zwar grundsätzlich plausibel und nachvollziehbar, allerdings wird der Großteil der F&E-Mittel für die lösungsspezifische Implementierung von Software aufgebracht. Hier schlägt die Studie eine Änderung vor, wonach in Zukunft stattdessen interoperable, offene, nachhaltig nutzbare und sichere Software-Plattformen für die Lösungsentwicklung gefördert werden und die Wiederverwendbarkeit der Lösungen verbessert werden sollten. Die Forcierung einer nationalen IT-Strategie für die Industrie 4.0 könnte einen wichtigen Beitrag zur Etablierung solcher Software-Plattformen leisten.

Zusammenfassend folgert die Studie für den deutschen Mittelstand auf dem Weg zur Industrie 4.0 folgendermaßen:

- Noch in weiter Zukunft liegt die Realisierung einer vollständigen vertikalen und horizontalen Integration von Industrie 4.0 im Mittelstand (und in der Industrie insgesamt).
- Technologien und Anwendungen von Industrie 4.0 können einen wertvollen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstandes leisten.
- Viele Industrie 4.0 Anwendungen und Technologien sind zwar für den Einsatz grundsätzlich bereit, werden vom Mittelstand aber noch nicht hinreichend genutzt.
- Der Mittelstand muss für den Nutzen und die Vorteile von Industrie 4.0 sensibilisiert werden!
- Der Mittelstand hat große Chancen durch Industrie 4.0 seine Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, sofern er eine aktive Rolle einnimmt.

Vor allem aufgrund von Zweifeln an der Datensicherheit und einem Informationsdefizit nimmt der Mittelstand aktuell eine vorwiegend passive Rolle beim Thema Industrie 4.0 ein. Die Studie zeigt, dass die Chancen von Industrie 4.0 meist deckungsgleich mit den Zielen der mittelständischen Unternehmen sind. Industrie 4.0 könnte also helfen, aktuelle Herausforderungen des Mittelstandes zu bewältigen!

Außerdem vergleicht die Studie die deutsche Situation mit der Industrie 4.0 Förderpolitik in den USA, in Finnland, in Österreich und auf EU-Ebene. Dabei wird deutlich, dass der deutsche Begriff „Industrie 4.0“ bislang kaum Eingang in die internationale Diskussion gefunden – ausgenommen Österreich. Deshalb musste der internationale Vergleich auf Themen wie Industrial Internet, Factory of the Future oder Cyber-Physische Systeme abstellen. Die folgende Tabelle fasst die länderspezifischen Schwerpunkte der Industrie 4.0 Förderung zusammen:

USA	EU	Finnland	Österreich
Forschungsschwerpunkte der Labore für Cyber-Physische-Systeme reichen von der Grundlagenforschung bis zu praktischen Anwendungen.	Die Förderung innerhalb der PPP Maßnahme Factory of the Future ist auf Fertigungstechnologien ausgerichtet, die einen hohen Mehrwert in den Fabriken der Zukunft schaffen sollen. Weiters finden sich in HORIZON 2020 im Themenblock „Grundlegende industrielle Technologien“ diverse Themen mit Industrie 4.0 Bezug (z.B. vernetzte Fabrik, smarte Produktionsausrüstungen)	Branchenbezogen ist der Ansatz deutlich weiter als das deutsche Industrie 4.0 Konzept. Es werden auch smart Homes, smart City und medizinische Internet of Things-Anwendungen bearbeitet. Die meisten Projekte sind allerdings IKT-getrieben.	Industrie 4.0 Themen finden sich in IKT-Programmen wie auch in der Produktionsforschung. Gefördert werden auch Pilotfabriken und Investitionen von KMU in Industrie 4.0 Technologien. Oberösterreich fördert Projekte im Bereich industrieller Produktionsprozesse sowie im Themenfeld Mobilität und Logistik.

3.7.3 Bewertung

Die vorliegende Studie bezüglich der Erschließung der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 ist eines der wenigen Industrie 4.0 relevanten Werke, welches auf den Mittelstand fokussiert. Zielgruppe des Werks sind Leser aus den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik unabhängig von deren Kenntnisstand zu Industrie 4.0. Speziell kleine und mittlere Unternehmen dürften von dieser Studie und den darin präsentierten Erkenntnissen profitieren. Länderspezifisch liegt der Fokus auf Deutschland, wobei die Förderpolitik in den USA, Finnland und Österreich mit jener Deutschlands verglichen wird und somit für unterschiedliche Länder interessant ist. Die Studie ist gut verständlich, jedoch mit knapp 400 Seiten sehr umfangreich gestaltet und beansprucht dementsprechend auch viel Zeit vom Leser.

3.8 Roland Berger / BDI: Die Digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist.



Die europäische Studie von Roland Berger Strategy Consultants untersuchte im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI) im ersten Quartal 2015 Ursachen und Wirkungen der Digitalisierung auf die Industrie Deutschlands und Europas. Die Studie besteht aus zwei Teilen: aus dem Studienbericht „Die Digitale Transformation der Industrie“ im engeren Sinn (52 Seiten – auf Deutsch und auf Englisch verfügbar), und aus einer vertiefenden Analyse zur Studie (44 Seiten – nur auf Deutsch verfügbar), in der Detailbetrachtungen zu den Studienergebnissen zur Verfügung gestellt werden. Für acht ausgewählte Branchen, die in zeitlich versetzten Wellen von der digitalen Transformation erfasst werden, werden innovative Anwendungsfälle der Digitalisierung dargestellt.

3.8.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Das Ziel der Studie besteht in einer Darstellung der ökonomischen Perspektiven der digitalen Zukunft: Dabei werden die Risiken (Bedrohungsszenarien) und die Potenziale des erfolgreichen Wandels einerseits für Deutschland, andererseits für Europa betrachtet. Die Untersuchung der Ursachen und Wirkungen der Digitalisierung auf die Industrie führt zur Entwicklung einer „Taxonomie der digitalen Welt“. Weiters werden Handlungsempfehlungen für Unternehmen und die Politik abgeleitet.

Im Kern wirkt die digitale Transformation – so die Studienautoren – über vier Hebel, die durch neue Enabler-Technologien und Nutzenversprechen („Value Propositions“) gestützt werden:

- **Daten** (in der Studie als „digitale Daten“ bezeichnet): Die Erfassung, Verarbeitung und Auswertung von Daten führt zu besseren Vorhersagen und Entscheidungen. Als Treiber dieser Entwicklung nennen die Autoren das Internet der Dinge und umfassende Sensorisierung, die die Datenerfassung neben der traditionellen Maschinendatenerfassung hin auf die Sammlung von Daten an der Schnittstelle zum Kunden (z.B. Nutzungsdaten, Fahrzeugdaten, über mobile Geräte erfasste Daten) verlagern.

- **Automatisierung:** Die Kombination von klassischen Automatisierungstechnologien mit Verfahren der künstlichen Intelligenz führt zunehmend zu autonom arbeitenden Systemen, zu einer Verringerung der Fehlerquote, zur Erhöhung der Geschwindigkeit und zur Senkung der Betriebskosten.
- **Vernetzung:** Die digitale Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette bewirkt eine Synchronisation der Lieferketten und eine Verkürzung der Produktionszeiten und Innovationszyklen. Es kommt zu einem Übergang von traditionellen starren Wertschöpfungsketten zu dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken.
- **Digitaler Kundenzugang:** Neue Intermediäre erhalten direkten Zugang zum Kunden und bieten ihm vollständige Transparenz. Es entstehen neuartige Services und Plattformen, die Anbieter und Nachfrager rasch und bequem zusammenbringen. Eine ungeklärte Frage in diesem Zusammenhang ist, wem die Daten der Smart Factory und der Smart Products zufallen: dem Nutzer? Dem Hersteller? Dem Betreiber? Dem IT-Dienstleister? Viele der daran angeschlossenen Szenarien bergen die Gefahr, dass sich die heutigen „industriellen Champions“ als Zulieferer für einen digitalen Plattformbetreiber wiederfinden.

Die Studienautoren betrachten einleitend die Perspektiven der digitalen Zukunft und zeigen das Risikopotenzial im Falle einer mangelnden oder zögerlichen Reaktion auf die Herausforderungen der digitalen Transformation auf. Sie stellen die der Digitalisierung innewohnende Logik anhand der oben erwähnten Hebel, Enabler-Technologien und Nutzenversprechen dar und untersuchen das disruptive Potenzial der Aufspaltung von Wertschöpfungsketten.

Die Situation der Industrie in Bezug auf den digitalen Wandel wird für acht Branchen detailliert analysiert, die – so die Studienautoren – in drei Wellen von der Digitalisierung erfasst werden. Speziell in der Hintergrundanalyse werden die zentralen Fragestellungen sowie innovative Anwendungsfälle der Digitalisierung entlang der Wertschöpfungskette dargestellt:

- **1. Welle:** Die digitale Transformation wird in den Branchen Automobil und Logistik disruptive bis hohe Auswirkung haben. Sie ist dort schon weit vorangeschritten und kann zu einem branchenweiten Strukturwandel führen. Dennoch warnen die Studienautoren, sich nicht auf den eigenen Vorsprung zu verlassen. Die beiden Industrien machen mit 167 Milliarden Euro fast die Hälfte der Bruttowertschöpfung des Untersuchungsumfangs aus.

Die zentralen Fragen in der **Automobilindustrie** sind:

- Wann und wie werden selbststeuernde Autos die Branche verändern?
- Wer hat Zugriff auf die im Fahrzeugbetrieb erzeugten Daten?
- Wer kontrolliert den Zugang zum Kunden, wer rückt als Zulieferer in die zweite Reihe?

Die zentralen Fragen in der **Logistik** sind:

- Werden sich langfristig weltweite Standards für Kommunikation und Schnittstellen durchsetzen?
- Werden Anbieter von 4PL-Komplettlösungen¹ mit direktem Kundenzugang Teile des Markts umwälzen?
- Welchen Mehrwert werden die Logistiker der Zukunft ihren Kunden bieten?

- **2. Welle:** In den Branchen Medizintechnik, Elektroindustrie, Maschinen- und Anlagenbau sowie Energietechnik wird die Digitalisierung starke bis mittlere Auswirkungen auf einzelne Segmente haben und damit insgesamt 127 Milliarden Euro Bruttowertschöpfung betreffen.

Die zentralen Fragen in der **Medizintechnik** sind:

- Welche Patientendaten werden für wen verfügbar sein, wem gehören die Daten und wer darf diese wie nutzen?

Die zentralen Fragen in der **Elektroindustrie** sind:

- Wird das Internet der Dinge den erhofften Wachstumsimpuls geben?

¹ Anmerkung: „4PL“ steht für „Fourth-Party-Logistics“ und meint Logistik-Dienstleister, die über keine eigene Logistik-Infrastruktur verfügen.

- Wo werden offene, wo weiterhin proprietäre Systeme gebraucht?
- Gelingt es, mit intelligenten Halbleitern neue Märkte zu erobern?

Die zentralen Fragen im **Maschinen- und Anlagenbau** sind:

- Ab wann müssen Maschinen und Anlagen Industrie 4.0-konform sein?
- Auf welcher Ebene werden sich Standardisierungen auswirken?

Die zentralen Fragen in der **Energietechnik** sind:

- Welche Voraussetzungen braucht das Smart Grid – und was bringt es?

- **3. Welle:** Schwächer und vor allem evolutionär wird sich die Digitalisierung auf die Branchen Chemie und Luft- und Raumfahrt auswirken – aus sehr unterschiedlichen Gründen. Sie machen mit 47 Milliarden Euro Bruttowertschöpfung lediglich ein Siebtel des Untersuchungsumfangs aus.

In der **chemischen Industrie** ist aufgrund der dort herrschenden Prozessfertigung vieles von dem, was im Maschinenbau unter dem zukunftsorientierten Schlagwort "Industrie 4.0" verstanden wird, schon gängige Praxis. So steuert die deutsche Chemieindustrie ihre Herstellung bereits rechnergestützt und hochintegriert. Die Automatisierung ist besonders in der Basischemie weit fortgeschritten. Wo Spezialchemikalien genutzt und Servicemitarbeiter zur ihrer Anwendung benötigt werden, etwa in der Agrar- oder Bauwirtschaft, können digitale Technologien dazu beitragen, die Leistung chemischer Produkte zu erhöhen.

Digitale Technologien spielen in der **Luft- und Raumfahrt** bereits auf vielen Wertschöpfungsstufen eine Rolle. Noch ist die Branche allerdings nicht so weit entwickelt wie bei der Automatisierung des Flugvorgangs selbst. Auch bei den Herstellern großer Flugzeuge hält die Digitalisierung zunehmend Einzug, angesichts sehr kleiner Serien allerdings deutlich später als etwa bei den Autobauern. Zusätzliches Optimierungspotenzial in Produktion und Montage ergibt sich durch den Einsatz von Robotertechnik und additiver Fertigung. Auch gibt es Pläne, jedes Flugzeug über seine gesamte Lebensdauer hinweg mit einer elektronischen Wartungsakte auszustatten.

Die Untersuchung der digitalen Reife legt für Deutschland eine große **Durchdringungslücke** offen. Nur rund ein Drittel der deutschen Unternehmen schätzt seine eigene digitale Reife als hoch oder sehr hoch ein. Dabei liegt dieser Wert bei größeren und profitableren Unternehmen im Durchschnitt deutlich höher – immerhin 62 Prozent der Unternehmen mit einer EBIT-Marge von über 15 Prozent bescheinigen sich eine hohe oder sehr hohe digitale Reife. Nach Branchen betrachtet, liegen Chemie, Logistik und Energie vorne. Das Schlusslicht in Sachen digitaler Reife bilden – nach eigener Einschätzung – viele mittelgroße Unternehmen der Elektroindustrie sowie des Maschinen- und Anlagenbaus. Sie fühlen sich somit als besonders anfällig für disruptive digitale Technologien.

Methodik

Die Studie basiert auf der Auswertung von rund zwei Dutzend qualitativen Interviews mit den Vorständen deutscher Leitbetriebe und einer unter mehr als 300 Top-Entscheidern der deutschen Wirtschaft durchgeführten Umfrage. Die Studienergebnisse sind graphisch ansprechend aufbereitet. Zitate ausgewählter Experten bieten einen Bezug zur betrieblichen Realität.

In der Hintergrundanalyse werden für acht ausgewählte Branchen innovative Anwendungsfälle der Digitalisierung dargestellt, die in einer Matrix den vier zentralen Hebeln der Transformation (Daten, Automatisierung, Vernetzung, digitaler Kundenzugang) und der Wertschöpfungskette zugeordnet werden.

3.8.2 Wesentliche Ergebnisse

Roland Berger Strategy Consultants versehen ihre Studie mit dem Attribut „europäisch“. Dementsprechend darf man auch eine „Flughöhe“ erwarten, die eher auf Branchen- und auf volkswirtschaftlicher Ebene liegt als auf der Ebene einzelner Unternehmen. Jedoch liefert die Studie auch Handlungsanwei-

sungen für Unternehmen und zeigt bis auf die Ebene einzelner Rollen (z.B. CEO, CFO), wie sich die Unternehmen für die Digitalisierung vorbereiten und sie vorantreiben können. Durch die Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung auf acht ausgewählte Branchen wird eine Brücke zur realen Anwendungsszenarien geschaffen.

Kernergebnisse

Die Kernergebnisse der Studie werden in drei Punkten zusammengefasst – wir zitieren direkt:

1. **„Die digitale Transformation der Industrie bietet Europa enorme Chancen – und stellt es vor große Herausforderungen.** Den vielversprechenden Möglichkeiten vernetzter, effizienterer Produktion und neuer Geschäftsmodelle stehen dramatische Risiken gegenüber: Bis 2025 könnte Europa einen Zuwachs von 1,25 Billionen Euro an industrieller Bruttowertschöpfung erzielen, aber auch einen Wertschöpfungsverlust von 605 Milliarden Euro erleiden.
2. **Die digitale Transformation der Industrie konfrontiert die Volkswirtschaften Europas mit einem radikalen Strukturwandel.** Neue Daten, Vernetzung, Automatisierung und die digitale Kundenschnittstelle sprengen bestehende Wertschöpfungsketten. Unternehmen müssen ihre Produkte und Fähigkeiten hinterfragen und ihre digitale Reife erhöhen, um neue Möglichkeiten zu erkennen, zu entwickeln und schnell umzusetzen.
3. **Die digitale Transformation der Industrie verlangt nach gemeinsamen Aktionen Europas.** Es gilt, einen neu austarierten, einheitlichen ordnungspolitischen Rahmen zu setzen sowie eine flächendeckende, leistungsfähige Informations- und Kommunikationsinfrastruktur zu schaffen, um die Voraussetzungen für die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie zu sichern. Ein konkreter nächster Schritt für Europas Unternehmen und Politik ist die offensive Auseinandersetzung mit der Standardisierung der digitalen Wirtschaft.“

Zentrale Handlungsfelder

Charles-Edouard Bouée und Stefan Schaible von Roland Berger Strategy Consultants fassen die zentralen Handlungsfelder in ihrem Vorwort zu den Perspektiven der digitalen Zukunft wie folgt zusammen:

- **Digitale Reife:** Höchste Priorität genießt die Sensibilisierung der Unternehmen, denn viele von ihnen verstehen die Digitalisierung in erster Linie als Hebel zur Effizienzsteigerung. Die digitale Ökonomie bewirkt jedoch nicht nur die Optimierung bestehender Geschäftsmodelle, sie verspricht auch neue, bisher ungenutzte Wertschöpfungspotenziale. Um diese Möglichkeiten ergreifen zu können, müssen Unternehmen ihre digitale Reife erhöhen. Dazu gehört erstens eine bessere Durchdringung der digitalen Möglichkeiten; zweitens ein tiefes Verständnis dafür, wie sich die Wettbewerbsregeln in der digitalen Wirtschaft ändern, um bestehende Geschäftsmodelle zu optimieren und neue zu entwickeln; und drittens die Fähigkeit zum Auf- und Ausbau jener Ressourcen, die nötig sind, um neue (digitale) Chancen auch zu realisieren.
- **Gemeinsame Standards:** Branchenregeln spielen eine zentrale Rolle, um industrielle Kompetenzen auch künftig in Wettbewerbsvorteile umsetzen zu können. Diese Standards sollten die Unternehmen rasch festlegen und gemeinsam geeignete Plattformen für den Austausch von Ideen, Wissen und Erfahrung schaffen. Die Politik sollte diesen Prozess flankieren.
- **Leistungsfähige Infrastruktur:** Bildet das Rückgrat einer vernetzten Wirtschaft. Für das Gelingen der digitalen Transformation bedarf es des flächendeckenden Ausbaus von Breitbandnetzen und der Sicherung einer hohen Servicequalität für geschäftskritische Anwendungen. Maschinen und Anlagen müssen umfassend und sicher vernetzt werden können.
- **Europaweite Koordination:** Investitionsprogramme wie der Juncker-Plan sollen konsequent auf die Förderung der digitalen Transformation ausgerichtet werden. Im Rahmen eines EU-weit abgestimmten Vorgehens gilt es, Cluster und Kooperationen durch eine europäische Wirtschaftsallianz zu ermutigen und die über Europa verstreuten Kompetenzen in einem virtuellen Digital Valley zusammenzuschließen. Dieses würde alle relevanten Entwickler und Anbieter digitaler Lösun-

gen vernetzen – vom Start-up bis zum Global Player – und so die nötige Anregungsdichte für Innovationen und neue Geschäftsmodelle schaffen.

Handlungsempfehlungen für Unternehmen

Daraus resultieren dringende **Handlungsaufträge** für Unternehmen und die Politik. Die Studienautoren geben den Unternehmen folgende Handlungsempfehlungen:

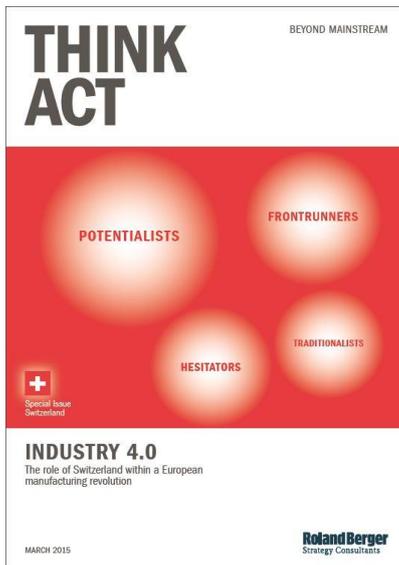
- Die **Unternehmensspitze** muss die digitale Reife des Unternehmens in den Mittelpunkt der Strategie rücken. Digitalisierung ist Chefsache, die Unternehmensführung sollte alle Ebenen des Unternehmens in diesen Prozess einbeziehen. Die Umsetzung eines **Masterplans für die digitale Transformation** („Digitalisierungsstrategie“) empfiehlt sich in drei Phasen: Die erste Phase umfasst die Analyse des Einflusses digitaler Technologien auf die jeweilige Branche. In der zweiten Phase werden die zu erwartenden Verschiebungen mit der Position des eigenen Unternehmens abgeglichen. Anhand der festgestellten Umsetzungs- und Kompetenzlücken wird in der dritten Phase eine Roadmap für die digitale Transformation entwickelt.
- Das **mittlere Management** soll die Möglichkeit erhalten, sich in neuen Herausforderungen zu bewähren und eigene, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.
- Die **Fachexperten** sollen eine Digitalkultur entwickeln und sich stärker mit den daraus entstehenden inkrementellen und disruptiven Möglichkeiten befassen.
- Die **Techniker** – selbst jene aus den IT-Abteilungen – müssen an die digitale Zukunft herangeführt werden. Sie sind vielfach für Instandhaltung und Verbesserung bestehender Systeme ausgebildet und eingesetzt und müssen eine Offenheit für völlig neue Entwicklungen entfalten.
- Die **Kunden und Zulieferer** schließlich sollten – trotz manch berechtigter Skepsis – die Chancen der digitalen Ökonomie kennenlernen.

Angesichts dieser umfassenden Anforderungen brauchen Unternehmen eine digitale Strategie und gute Kommunikatoren, die für die Chancen der neuen Entwicklungen werben.

3.8.3 Bewertung

Die Arbeit von Roland Berger Strategy Consultants adressiert gleichermaßen Unternehmen und Politik. Die in der Studie hervorgehobenen Risiken und Potenziale werden einerseits für Deutschland und andererseits für gesamt Europa erhoben und sind somit auch für Österreich von Bedeutung. Leser, die sich mit der Studie und der dazugehörigen Analyse befassen, sollten bereits über ein grundlegendes Verständnis vom Begriff Industrie 4.0 verfügen, jedoch wird kein fundiertes Expertenwissen vorausgesetzt. Das Werk ist sehr praxisorientiert angelegt, da es unter anderem auf zahlreiche qualitative Interviews aufgebaut ist. Besonders hilfreich ist die vorliegende Arbeit bezüglich der konkreten Handlungsempfehlungen für Unternehmen und die einzelnen Entscheidungsträger innerhalb eines Unternehmens. Die zwei Teile der Studie sind übersichtlich strukturiert. Um einen groben Überblick zu bekommen, ist der erste Studienteil ausreichend. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, wird jedoch empfohlen beide Teile der Studie zu lesen.

3.9 Roland Berger: INDUSTRY 4.0 – The role of Switzerland within a European manufacturing revolution



Der Report von Roland Berger (März 2015, 22 Seiten) beleuchtet die aktuelle industrielle Situation in Europa mit Fokus auf die Schweiz. Es wird erläutert wie der derzeitige Anteil der industriellen Wertschöpfung in Europa von durchschnittlich 15 Prozent mittels Investitionen in Industrie 4.0 auf 20 Prozent gesteigert werden kann. Der dargestellte Industrie 4.0 „Readiness Index“ bietet einen Überblick über länderspezifische Ausgangssituationen bzw. die Bereitschaft zur Adaption von Industrie 4.0. Ein kurzer Einblick in 4 Best Practice Beispiele und die Beschreibung einer 3-stufigen Roadmap zur Implementierung von Industrie 4.0 runden den Report ab.

3.9.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Zentrale Zielsetzung des Roland Berger Reports ist es, die Hintergründe von Industrie 4.0 zu erläutern und darauf aufbauend die zukünftigen Veränderungen für die betroffenen Unternehmen zu beschreiben. Die Studie erläutert wie durch Investitionen in Industrie 4.0 eine Anhebung des Anteils der industriellen Wertschöpfung in Europa bewerkstelligt werden kann. Mittels „Readiness Check for Europe“ wird die Ausgangsposition europäischer Länder für die Transition in die vierte industrielle Revolution dargestellt.

Roland Berger nennt folgende Schlüsselbereiche für die neue industrielle Landschaft

- Cyber-physische Systeme und Marktplätze
- Intelligente Roboter und Maschinen
- Big Data
- Neue Qualität der Vernetzung (Maschinen, Produkte, Menschen)
- Energieeffizienz und Dezentralisierung
- Virtuelle Industrialisierung

In der Studie wird detailliert beschrieben welche Veränderungen bzw. Herausforderungen sich zukünftig für Unternehmen ergeben. Trotz unterschiedlicher Entwicklungsgeschwindigkeiten von Unternehmen beim Übergang in das nächste industrielle Zeitalter können, wie nachfolgend zusammengefasst, branchenübergreifende Implikationen festgestellt werden:

- **Output: Lokal produzierte und personalisierte Produkte** werden Wirklichkeit und ermöglichen mehr Freiheit und Flexibilität im Produktionsprozess (3D Druck, „Mass Customization“)
- **Prozess: Vernetzte Fertigung und Clusterdynamik.** Dieser Trend führt zu mobilen Fertigungseinheiten wie z.B. kleine autonome Fertigungszellen, die für lokale Märkte entwickelt werden und somit große zentrale Fertigungsstätten ablösen.
- **Business Model: Fragmentierung der Wertschöpfungskette.** In einer immer komplexeren Wertschöpfungskette werden sich die Rollen von Entwicklern, Designern, Herstellern und auch die Schnittstellen mit den Kunden ändern.

- **Wettbewerb: Konvergierende Grenzen.** Traditionelle Grenzen zwischen Industrie und „Nicht“-Industrie verschwimmen zusehends.
- **Schlüsselfertigkeit: Interdisziplinäres Denken.** Dominante Technologien sind IT, Elektronik und Robotik, aber auch Bio- und Nanotechnologien. Es findet eine Verschiebung vom Produktdenken hin zu „Design Thinking“ statt.

Methodik

Der im Report beschriebene länderspezifische "RB Industry 4.0 Readiness Index" setzt sich aus zwei Kategorien „Industrial Excellence“ (Automatisierungsgrad, Bereitschaft der Mitarbeiter, Reifegrad der Produktionsprozesse und Innovationsintensität) und „Value Network“ (Wertschöpfungsgrad, Offenheit der Industrie, Innovationsnetzwerk, Internet-Reifegrad) zusammen. Jede Kategorie wird über eine 5 Punkte Skala, in der „5“ den höchsten Wert (das bewertete Land ist exzellent auf Industrie 4.0 vorbereitet) darstellt, gemessen.

Für die weiteren Aussagen bzw. Darstellungen, die in der Studie präsentiert werden, sind die empirischen Grundlagen nicht näher beschrieben. Insgesamt vier Autoren von europäischen Roland Berger Standorten scheinen auf. Die meisten Daten, die zur Illustration und Untermauerung der Aussagen herangezogen werden, stammen von Eurostat, Word Bank, UNCTAD und eigenen Quellen von Roland Berger.

3.9.2 Wesentliche Ergebnisse

Die Autoren betonen, dass ein schneller Übergang zu Industrie 4.0 zu einem großen Wettbewerbsvorteil für die europäische Wirtschaft führen kann und somit die globale Wettbewerbsfähigkeit steigert. Die Ausgangssituation, aufbauend auf einer soliden industriellen Basis in vielen europäischen Ländern, ist besser als oftmals in den Medien kolportiert.

Der in der Studie angeführte „Readiness Check for Europe“ zeigt, dass sich die europäischen Länder in vier Cluster einteilen lassen. Die als „**Frontrunners**“ bezeichneten Länder wie Schweden, Österreich, Deutschland und die Schweiz, haben aus Sicht der Autoren aufgrund der breiten industriellen Basis, der guten Geschäftsbedingungen und der technologischen Kompetenz, die besten Voraussetzungen für eine Adaption von Industrie 4.0. Die „**Traditionals**“, meist osteuropäische Länder (Tschechien, Slowakei, Slowenien und Ungarn) haben ebenfalls eine gute industrielle Basis, jedoch bis dato nur wenige Initiativen in Richtung Industrie 4.0 gesetzt. Ein interessante Gruppe, die „**Potentialists**“, darunter befinden sich Länder wie Frankreich, Niederlande und Großbritannien, sehen sich zwar mit einer schwächeren industriellen Ausstattung konfrontiert, sind aber aufgrund ihrer modernen und innovativen Denkweise gut gerüstet für den Übergang in die vierte industrielle Revolution. Für die Länder im Cluster der „**Hesitators**“ (z.B. Kroatien, Italien und Polen) ist der Weg in Richtung Industrie 4.0 noch ein weiter.

Abschließend betonen die Autoren, dass Industrie 4.0 eine große Chance bietet, speziell für das europäische Modell: eine nachhaltige Industrie, qualifizierte Mitarbeiter und die Unterstützung der Energiewende. Industrie 4.0 ermöglicht ein konkurrenzfähiges Europa im globalen Wettbewerb.

3.9.3 Bewertung

Die kurz gehaltene, auf Englisch verfasste Studie der Roland Berger Stratgey Consultants ist eine der wenigen Industrie 4.0 relevanten Studien mit Fokus auf die Schweiz. Eine allgemeine Bedeutung der Studie ergibt sich durch den darin ausgearbeiteten Readiness Check für Europa. Das vorliegende Werk ist sehr praxisorientiert und eignet sich für Unternehmen aller Branchen und ist ebenso wenig auf eine bestimmte Unternehmensgröße limitiert. Das Werk liefert einen guten Einstieg in die Praxis von Industrie 4.0, jedoch weniger für wissenschaftliche Zwecke. Dank der beschriebenen Best Practice Beispiele ist der Bericht sehr anschaulich.

3.10 ITA-AIT-Studie: Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution



Das Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA) der österreichischen Akademie der Wissenschaften und das Austrian Institute of Technology (AIT) verfassten gemeinsam diesen Endbericht (November 2015, 59 Seiten) zum Pilotprojekt „Industrie 4.0: Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution“ im Auftrag der Direktion des österreichischen Parlaments. Im bewussten Gegensatz zu den meisten anderen Studien im Themenfeld „Industrie 4.0“ fokussiert die Studie nicht auf die betrieblichen und volkswirtschaftlichen Effekte von Industrie 4.0, sondern rückt die gesellschaftliche Dimension der erwarteten industriellen Umwälzung in den Mittelpunkt. Dafür werden speziell die Themen Qualifizierung und Sicherheit vertieft. Neue Anforderungen an Fähigkeiten und Kompetenzen der Beschäftigten werden ebenso wie Sicherheitsrisiken untersucht und Handlungsoptionen sowohl im Bildungs- wie auch im Sicherheitsbereich gegeben.

3.10.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung und Inhalt

Ausgehend von der Feststellung, dass die Zukunftsvision von Industrie 4.0 bislang vor allem von Fragen technischer Entwicklung und Einschätzungen zu den erhofften wirtschaftlichen Effekten geprägt war, rückt die vorliegende Studie mögliche gesellschaftliche Auswirkungen in den Blick. Eine Einführung von Industrie 4.0 auf breiter Ebene führt nicht nur zu Veränderungen von Organisations- und Arbeitsstrukturen, sondern auch zu Folgewirkungen auf betrieblicher, zwischenbetrieblicher und gesellschaftlicher Ebene. Bezüglich der konkreten sozialen Auswirkungen herrscht noch eine hohe Ungewissheit.

Mittels Foresight und Technikfolgenabschätzung untersucht die Studie Chancen, Risiken und Herausforderungen in neun zentralen Feldern:

- **Beschäftigungseffekte**, die umstritten sind, weil noch unklar ist, ob Industrie 4.0 den Abbau industrieller Arbeitsplätze aufhalten bzw. kompensieren kann oder sogar beschleunigen wird.
- **Arbeitsorganisation** mit Gestaltungsspielräumen mit Auswirkungen auf Qualifikation, Flexibilität, Arbeitszeiten, etc.
- **Aus- und Weiterbildung** für geforderte neue Kompetenzen von Beschäftigten.
- **Gesundheit:** Verstärkte Automation kann physische Erleichterungen bringen, aber auch neue psychische Belastungen.
- **Ressourceneinsatz:** Während beim Materialeinsatz Einsparungen erwartet werden, besteht hinsichtlich dem Personaleinsatz hohe Ungewissheit.
- **Wirtschaft und Wettbewerb:** Höhere Ressourceneffizienz, Flexibilität und neue Geschäftsmodelle stehen Kontrollproblemen in flexiblen Wertschöpfungsnetzen gegenüber.

- **Digitale Sicherheit** ist als erfolgskritisches Problem anerkannt, aber bislang noch weitgehend ungelöst.
- **Technische Standards** sind ein klares Erfordernis und bestimmen die Durchsetzung von Industrie 4.0.
- **Regulierung:** Vor allem im Hinblick auf Haftung, Datenschutz sowie Arbeits- und Sozialrecht bestehen offene Fragen bzw. Anpassungsbedarf.

Ergänzend zu diesen neun Wirkungsfeldern werden zwei Bereiche – Qualifizierung und Sicherheit – vertiefend analysiert. Für diese beiden Vertiefungsthemen werden (politische) Handlungsoptionen identifiziert, die dazu beitragen können, Qualifizierung und Sicherheit für Industrie 4.0 zu verbessern.

Methodik

Die angewandte Methodik besteht primär aus einer Kombination aus Hintergrundanalysen und Workshops. Damit konnte einerseits auf das Wissen von Experten und Stakeholdern zurückgegriffen werden, und andererseits ein regelmäßiger Austausch mit Parlamentariern stattfinden. Außerdem wurde das Projekt von einem Projektbeirat begleitet, bestehend aus Vertretern des FTI Ausschusses des österreichischen Parlamentes.

3.10.2 Wesentliche Ergebnisse

Die wesentlichen Ergebnisse der Studie betreffen die zwei gewählten Vertiefungsthemen Qualifizierung und Sicherheit.

Qualifizierung: Der mit Industrie 4.0 verbundene Wandel der Arbeitsprozesse stellt neue Anforderungen an die Beschäftigten. Komplexe Fertigungsverfahren auf Basis datengetriebener Prozesse und neuer Geschäftsmodelle verlangen neue Qualifikationsprofile. Die vorliegende Studie zeigt Handlungsoptionen zur Sicherstellung einer adäquaten Qualifizierung für Industrie 4.0 in vier Handlungsfeldern:

- **Förderliche Rahmenbedingungen:** Politische Priorisierung von Industrie 4.0, Sensibilisierung im Bildungswesen, Bereitstellung von Fördermitteln, Initiierung und Koordination von Kooperationen sowie flankierende Regulierung z.B. im Arbeitsrecht und Datenschutz.
- **Reformen im Bildungssystem:** Verbesserungen bei Zugang, Durchlässigkeit und Verknüpfbarkeit von Bildungszweigen, neue Lehrangebote, verstärkte Kombination von Theorie- und Praxisausbildung, Förderung der Fachkräfteausbildung im mittleren Bildungssegment.
- **Anpassung der Bildungsinhalte:** Vor allem im Hinblick auf digitale Basiskompetenzen, Stärkung fachspezifischer und multidisziplinärer Qualifikationen inklusive überfachlicher Qualifikationen wie bspw. soziale und kommunikative Kompetenzen.
- **Betriebliche Voraussetzungen:** Förderung von Bildungs-, Innovations- und Partizipationskultur, Implementierung arbeitsplatznaher Weiterbildungsmöglichkeiten und Förderung des innerbetrieblichen Wissenstransfers.

Digitale Sicherheit: Grundsätzlich führen Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung zu erheblichen Sicherheitsrisiken und Herausforderungen. Die Studie zeigt Handlungsoptionen zur Etablierung und Gewährleistung hoher Sicherheitsstandards in vier zentralen Handlungsfeldern:

- **Nationaler und internationaler Rechtsrahmen:** U.a. Schaffung von Rechtssicherheit, Klärung von Haftungsfragen, Schutz sensibler Daten, Schaffung von Sicherheitsstandards etc.
- **Ausbau von wissenschaftlich-technologischen Kompetenzen:** V.a. Schaffung von Investitionsanreizen und Bewusstseinsbildung zu Sicherheitsfragen bei Beschäftigten etc.
- **Schaffung von Organisationsstrukturen und Prozessen zur Problembewältigung:** U.a. Weiterentwicklung von Strukturen und Organisationen zum frühzeitigen Informationsaustausch über Cyberangriffe, Evaluierung und Ausbau von Notfall- und Risikomanagementplänen, Einrichtung von Notfall-Einsatzteams und Durchführung von Notfallübungen.

- **Bewusstseinsbildung und Vertrauen in Sicherheitslösungen:** U.a. verlässliche Konzepte und Standards als Basis für gegenseitiges Vertrauen in vernetzten Systemen, digitale Kompetenz als Kernthema in Schule und Weiterbildung etc.

Im Resümee kommen die Studienautoren zu dem Schluss, dass die durch Industrie 4.0 verursachten grundlegenden Veränderungen von Wirtschaften und Arbeiten nur ein wichtiger Baustein im Zuge einer weitreichenden digitalen Transformation der Gesellschaft insgesamt sind. Österreich habe dabei die Möglichkeit, diese Entwicklung von Beginn an sowohl wirtschaftlich erfolgreich als auch sozial verträglich mitzugestalten. Um davon zu profitieren, sind abgestimmte und gezielte Maßnahmen auf nationaler Ebene erforderlich, wie auch die Beteiligung bzw. Mitgestaltung durch österreichische Akteure auf internationaler Ebene.

3.10.3 Bewertung

Dieses Werk bildet in der Reihe der Industrie 4.0 relevanten Literatur eine deutliche Ausnahme, da es sich im Gegensatz zum Großteil der Literatur mit den gesellschaftlichen Aspekten von Industrie 4.0 befasst. Deshalb ist dieser Bericht auch für weitere Zielgruppen – wie etwa die Sozialwissenschaft – relevant. Dennoch adressiert die Studie auch Unternehmen, da unter anderem neue Anforderungen bezüglich Kompetenzen künftiger Beschäftigter erläutert werden. Besonders relevant ist die Studie für Leser aus dem Bereich der Politik, da Handlungsempfehlungen zur Sicherstellung der Qualifizierung und der digitalen Sicherheit herausgearbeitet werden. Der Fokus liegt klar auf österreichischer Ebene.

3.11 acatech: Smart Service Welt. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft



Der Abschlussbericht „Smart Service Welt“ (März 2015, Langversion 192 Seiten) wurde in Kooperation des Arbeitskreises Smart Service Welt und acatech, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, erstellt. Der Bericht erarbeitet Umsetzungsempfehlungen für Deutschland für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Diese zeigen wie Deutschland und Europa die gute Ausgangsposition im Bereich Industrie 4.0 und smarter Produkte nutzen können, um im globalen digitalen Wettlauf mitzuspielen und sich gegen Konkurrenten wie beispielsweise die USA durchzusetzen. Die nutzerzentrierte Sicht der Smart Service Welt steht im Fokus des Berichts.

3.11.2 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung des Berichts ist die Entwicklung von Umsetzungsempfehlungen für die deutsche Wirtschaft im Bereich der Smart Service Welt. Deutschland soll in Zukunft eine digitale Führungsrolle im internationalen Wettbewerb übernehmen. Ausgangssituation ist, dass es bereits viele smarte Produkte gibt, d.h. Produkte welche mit Sensoren ausgestattet, durch Software gesteuert und mit dem Internet verbunden sind. Diese Produkte sammeln eine Vielzahl an Daten. Der globale Wettstreit um die Sammlung und Nutzung der Daten ist bereits im Gange. Der vorliegende Abschlussbericht behandelt die Sammlung und Nutzung dieser Daten und die dadurch entstehenden Smart Services, die smarte Produkte ergänzen. Die wiederum darauf basierende Smart Service Welt wird anhand mehrerer Anwendungsbeispiele aus unterschiedlichen Bereichen dargestellt.

Im nächsten Kapitel werden digitale Plattformen evaluiert und hinsichtlich ihrer Sicherheit untersucht. Darauf basierend werden erste Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Zudem bedarf es, um im globalen Wettbewerb erfolgreich zu sein, eines Paradigmenwechsels in den Unternehmen sowie in der Arbeitswelt. Hier leiten die Autoren ebenfalls Handlungsempfehlungen für die deutsche Wirtschaft ab.

Um US-amerikanischen Unternehmen in nichts nachzustehen, erarbeitet der Bericht die Bedeutung des „digitalen Binnenmarktes Europa“ um innovationsorientierte Rahmenbedingungen und eine Chancengleichheit für Deutschland und Europa zu gewährleisten. Auch hiervon leiten sich Handlungsempfehlungen ab.

Da es sich um einen Abschlussbericht bzw. um Umsetzungsempfehlungen für die deutsche Wirtschaft handelt, werden die zugrunde liegenden Methoden im Rahmen der Arbeit nicht erläutert.

3.11.3 Wesentliche Ergebnisse

Eine grundlegende Veränderung ist, dass nun nicht mehr der Anbieter mit seinen klassischen Produkten und / oder Dienstleistungen im Fokus eines Geschäftsmodells steht. Mittelpunkt der Smart Service Welt sind Kunden und Nutzer. Nutzer bekommen in Smart Service Welten genau zugeschnittene Pakete von Produkten, Dienstleistungen und Diensten „as a Service“, jederzeit und an jedem Ort. Smart Services bewirken zusätzlich eine Steigerung bei Qualität und Service. Der Fokus auf den Nutzer kann als disruptiv angesehen werden und hebt somit konventionelle Geschäftsmodelle aus. Dadurch entstehen neue, **disruptive Geschäftsmodelle**, welche auf der individualisierten Bündelung von Smart Services über mehrere Beteiligte und der Monetarisierung von Smart Data basieren und sich aus folgenden drei Grundbausteinen zusammensetzen:

- Digitale Ökosysteme und Marktplätze
- Integrierte Bezahlungsfunktion
- Sichere Identität des Nutzers

Durch den Wechsel von produktzentrierten zu nutzerzentrierten Geschäftsmodellen müssen sich vor allem etablierte Unternehmen einem Anpassungsprozess unterziehen und mitunter neue Kooperationen eingehen, da in den meisten Fällen unternehmensinterne Kompetenzen alleine nicht ausreichend sind. Je kleiner ein Unternehmen ist, umso wahrscheinlicher ist es, dass das Unternehmen auf neue **digitale Plattformen** und / oder Leistungen von Dritten zurückgreifen muss. Dadurch entstehen neue Formen der Kooperation, welche technisch durch digitale Infrastrukturen ermöglicht werden. Die intelligenten Umgebungen werden als **Smart Spaces** bezeichnet und setzen sich aus intelligenten, digital anschlussfähigen Gegenständen zusammen und bilden damit eine **vernetzte physische Plattform** (Smart Products). Auf einer nächsten Ebene, den **Software-definierten Plattformen** (Smart Data), werden Daten der vernetzten physischen Plattform zusammengeführt und weiter verarbeitet. Diese werden Smart Service-Anbietern bereitgestellt. Wenn die Daten zu systematischen Angeboten (Smart Services) verarbeitet wur-

den, werden sie auf **Serviceplattformen** bereitgestellt. Verschiedene Anbieter können sich nun auf den Serviceplattformen zu digitalen Ökosystemen vernetzen.

Die Etablierung von Software-definierten Plattformen und Serviceplattformen, sowie darauf aufbauende Online-Marktplätze bzw. App-Stores und an sie gebundene digitale Ökosystemen entscheiden über den Erfolg im internationalen Wettbewerb.

Durch das Angebot von Smart Services verändern sich deutsche Leitbranchen. Wichtig ist vor allem die **technologische Souveränität** im Hinblick auf Gewinne und den Erhalt von Arbeitsplätzen. Es ist nicht erforderlich, dass alle, für die Entwicklung von Smart Services notwendigen Komponenten und Technologien aus Deutschland kommen. Jedoch ist die **Leitanbieterschaft** bei strategisch essentiellen Elementen, insbesondere bei digitalen Plattformen, wichtig, da hier die Kontrollpunkte der digitalen Wertschöpfungsketten liegen.

Aufgrund komplexer Vernetzungen und einer Vielzahl an Daten werden Sicherheitsaspekte immer wichtiger. Das Sicherheitsparadigma der Smart Service Welt wird als „**Resilienz by Design**“ bezeichnet. Wie etwa bei elektronischen Börsen- und Bezahlssystemen, wo bereits heute etablierte IT-Sicherheitslösungen angeboten werden, soll eine hohe Sicherheit und Resilienz der angebotenen Services garantiert werden.

Eine wichtige Voraussetzung für den Wandel in die Smart Service Welt ist das Verständnis der Unternehmensführung für neue Herausforderungen. Der globale Wettbewerb erfordert einen **Paradigmenwechsel im Unternehmen und in der Arbeitswelt**. Für die Arbeitswelt werden neue Berufsbilder relevant, während andere nicht länger existieren. Die Herausforderung besteht darin, im Zuge der Transformation gute Arbeit zu schaffen. Mehr Selbstbestimmung in der Arbeit und die Anreicherung vieler Tätigkeiten sind möglich.

Eine weitere Herausforderung ist die Schaffung eines digitalen Binnenmarktes für Europa. Für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit ist der **digitale Binnenmarkt** mit einer einheitlichen europäischen Datenschutzverordnung und harmonisierten Regelungen bezüglich Urheberrecht und Patentschutz erforderlich.

Zur Umsetzung der oben genannten neuen Möglichkeiten und zur Überwindung der Herausforderungen sind deutsche Unternehmen, Politik, Forschungseinrichtungen, Sozialpartner und die Zivilgesellschaft dazu angehalten, beim Aufbau unternehmensübergreifender digitaler Plattformen und ihrer Komponenten sowie der Etablierung von „Smart Service Made in Germany“ an einem Strang zu ziehen.

3.11.4 Bewertung

Der Abschlussbericht der acatech Studie erarbeitet gut strukturiert umfangreiche und größtenteils sehr detaillierte Handlungsempfehlungen für die deutsche Wirtschaft und Politik. Daraus abgeleitet findet sich die Zielgruppe vor allem im Bereich der Politik, der Unternehmen und der Wissenschaft. Für einen allgemeinen Überblick werden dem Leser auf der acatech Website ebenso eine kurze deutschsprachige und eine englischsprachige Version zur Verfügung gestellt. Der Langbericht beinhaltet die Kurzversionen in beiden Sprachen und verfügt darüber hinaus noch über eine detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Themenbereiche in Deutsch. Länderspezifisch fokussiert die Arbeit auf Deutschland, jedoch sind die Ergebnisse meist auch auf Österreich und den Rest Europas übertragbar. Dem Leser wird empfohlen bereits Kenntnisse zu den Themen Industrie 4.0, Smart Products und Smart Services zu besitzen.

3.12 Harvard Business Manager: Wie smarte Produkte Unternehmen und den Wettbewerb verändern



Die beiden Artikel „Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern“ (Dezember 2014, 27 Seiten) und „Wie smarte Produkte Unternehmen verändern“ (Dezember 2015, 21 Seiten) entstammen einer zweiteiligen Serie von M.E. Porter und J.E. Heppelmann im Harvard Business Manager. Die Artikel befassen sich mit dem Einfluss der Vernetzung von Produkten auf die Wertschöpfung und auf die Wettbewerbssituation. Intelligente, vernetzte (= „smarte“) Produkte erfordern eine neue technologische Infrastruktur, eröffnen vielfältige Einsatzszenarien und verändern die Strukturen und Grenzen von Branchen. Der Bezug zu den Grundgedanken der Industrie 4.0 ergibt sich dadurch, dass smarte Produkte Rückmeldungen über die Nutzung und Belastung von Produkten in allen Phasen des Lebenszyklus an die Engineering- und Produktionsbereiche ermöglichen.

3.12.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Die Vernetzung von Produkten durch Sensoren und Aktoren bewirkt eine radikale Veränderung der Wertschöpfungsketten und der Grenzen des Wettbewerbs. Die Autoren gehen in ihren Artikeln der Frage nach, wie sich der technologische Wandel hin zu smarten Produkten auf die Konzeption, die Herstellung, den Betrieb und die Wartung auswirkt.

Im ersten Teil der Serie untersuchen die Autoren im Besonderen den Einfluss von smarten Produkten auf die strategischen Entscheidungen in den Unternehmen. Sie betrachten dabei Veränderungen in den Kooperationen mit traditionellen und neuen Partnern innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks, die Sicherung von Wettbewerbsvorteilen, die Veränderung der Branchenstrukturen und die Entwicklung neuer Produkt-Ökosysteme. Der Artikel liefert einen Rahmen für die Strategieentwicklung und zeigt, wie man sich in einer Welt intelligenter, vernetzter Produkte Wettbewerbsvorteile verschaffen kann.

Der zweite Artikel fokussiert auf die internen Auswirkungen smarter Produkte in Unternehmen. In Fertigungsbetrieben verändert sich beinahe jede Unternehmensfunktion grundlegend. Kernbereiche werden neu definiert, wodurch sich neue Funktionen ergeben. Neue Fertigungsunternehmen entstehen und ganze Werteketten werden transformiert. Der Artikel beschreibt die Veränderungen in den einzelnen Bereichen und wie die Grenzen zwischen einzelnen Funktionen immer mehr verschoben oder aufgehoben werden. Zudem werden die Auswirkungen smarter Produkte auf die gesamte Organisationsstruktur erhoben.

Durch die Veränderung des Wettbewerbs durch smarte Produkte stellen sich künftig folgende vier Fragen für Unternehmen.

- „Wie beeinflusst die Umstellung die Struktur und die Grenzen der Branche?“
- „Wie werden der Aufbau der Wertschöpfungskette und die wettbewerbsnotwendigen Aktivitäten beeinflusst?“

- „Welche neuen strategischen Entscheidungen müssen Unternehmen treffen, um sich Wettbewerbsvorteile zu sichern?“
- „Welche organisatorischen Auswirkungen hat der neue Produkttyp, und welche Herausforderungen sind mit ihm verbunden?“

Der erste Artikel zielt auf die Beantwortung der ersten Fragen ab, indem die Auswirkung vernetzter, intelligenter Produkte auf die Struktur und Grenzen von Branchen analysiert werden. Zudem werden neue strategische Entscheidungen identifiziert, mit denen sich ein Unternehmen durch die Entstehung smarterer Produkte befassen muss.

Der zweite Artikel erhebt Auswirkungen smarterer Produkte auf die Wertschöpfungsketten und welche organisatorischen Herausforderungen sich daraus für Unternehmen ergeben.

Da es sich bei beiden Artikeln um Beiträge in Fachzeitschriften handelt, werden die zugrundeliegenden Methoden nicht erläutert.

3.12.2 Wesentliche Ergebnisse

Der erste Artikel identifiziert drei Grundtendenzen, wie sich die Wirtschaft durch intelligente, vernetzte Produkte verändern wird. Die Veränderung im Einzelnen ist jedoch stark von der Branche abhängig.

- Steigende Einstiegshürden im Zusammenhang mit Pioniervorteilen durch das frühzeitige Sammeln und Auswerten von Nutzungsdaten führen in vielen Branchen zu einer Konsolidierung.
- In einzelnen Branchen, in denen Grenzen zunehmend abgebaut werden, steigt der Konsolidierungsdruck enorm an. Hersteller von Einzelprodukten werden sich nur schwer gegen Unternehmen mit mehreren Produkten und Produktleistungen und breiten Systemen behaupten können.
- Entstehung einflussreicher neuer Wettbewerber, welche bestehende Unternehmen mit ihren neuen Wettbewerbsmodellen und ohne traditionelle Altlasten ausstechen. Zudem werden einige der neuen Strategien produktlos sein. Somit liegt der Wettbewerbsvorteil allein im System der Vernetzung von Produkten und nicht im Produkt selbst.

Damit Unternehmen auch in Zukunft eine führende Wettbewerbsposition einnehmen können, müssen sie ihre Strategie überarbeiten. Der erste Artikel identifiziert **zehn strategische Optionen**, welche miteinander verknüpft sind und sich gegenseitig stärken müssen um eine kohärente, individuelle, strategische Positionierung des Unternehmens zu ergeben. Die zehn strategischen Optionen behandeln folgende Themenbereiche: Grad der Integration smarterer Produktfunktionen, Integration von Funktionen in das Produkt oder in eine Cloud, Entscheidung zwischen offenem und geschlossenem System, Entscheidung über interne oder externe Entwicklung von Funktionen und Infrastrukturen, Identifikation essentieller Daten zur Wertsteigerung von Produkten, Verwaltungsangelegenheiten bezüglich des Eigentums an und Zugriffsrechten auf Daten, Umstrukturierung des Vertriebsnetzes durch eventuellen Verzicht auf Vertriebspartner und Servicenetzwerke, Veränderung des Geschäftsmodells, Verkauf von Produktdaten und Veränderung bzw. Ausweitung des Tätigkeitsbereichs.

Durch smarte Produkte und die daraus gewonnenen Daten verändern sich Unternehmensstrukturen und transformieren somit die Wertkette:

- **Produktentwicklung:** Smarte Produkte haben andere Anforderungen an die Konzeption und die Entwicklung von Produkten. Variabilität und kontinuierliche Weiterentwicklung von Produkten stehen im Fokus. Ebenso wie neue Benutzeroberflächen und erweiterte Realität. Smarte Produkte beeinflussen auch das kontinuierliche Qualitätsmanagement und ermöglichen einen vernetzten

Kundendienst. Zudem bieten sie eine Grundlage für neue Geschäftsmodelle und forcieren die Verknüpfung mit anderen Systemen.

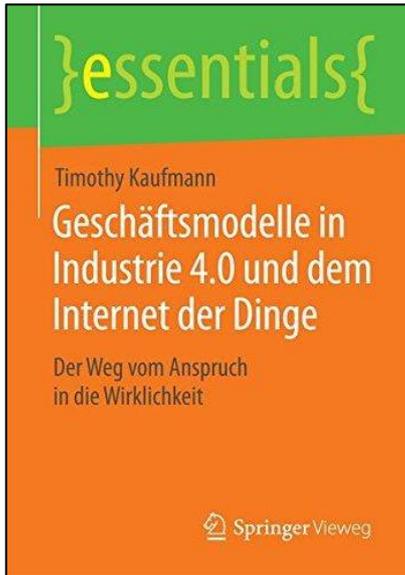
- **Fertigung:** Durch smarte Produkte entstehen intelligente Fabriken sowie einfachere Komponenten und neue Montageprozesse. Fertigung wird nun als dauerhafter Prozess gesehen, nicht wie bisher als abgeschlossener, der mit der Auslieferung des Produkts endete.
- **Logistik:** Durch ständig verfügbare Echtzeitdaten kann der Logistikprozess optimiert und / oder vollkommen erneuert werden.
- **Marketing und Vertrieb:** Durch smarte Produkte bieten sich neue Möglichkeiten für Segmentierung und Individualisierung und es entstehen neue Kundenbeziehungen, neue Geschäftsmodelle. Der Fokus liegt nun auf ganzheitlichen Systemen statt auf einzelnen Produkten.
- **Aftersales-Service:** Durch smarte Produkte nimmt die Effizienz und das Service im Bereich Aftersales enorm zu. Effizientere Wartung und Kundendienst aus der Distanz, sowie vorbeugende Analyse und neue Serviceangebote revolutionieren diese Funktion.
- **Sicherheit:** Durch smarte Produkte steigen die Sicherheitsanforderungen, welche nun nicht mehr nur Aufgabe von IT-Abteilungen sind, sondern sich über das gesamte Unternehmen erstrecken.
- **Personal:** Durch die veränderten Schwerpunkte ergeben sich neue Anforderungen an das Personal und neue Kompetenzbereiche werden relevant, wodurch auch eine neue Firmenkultur und neue Vergütungsmodelle entstehen.

Durch die Verlagerung der Arbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette entstehen grundlegende **organisatorische Veränderungen**. Unternehmen müssen sich nicht nur neue Kompetenzen im Softwarebereich aneignen, sie müssen nach wie vor produzieren und die Produkte mit einer Dienstleistungsfunktion begleiten. Durch die neuen Anforderungen an Produktionsunternehmen haben sich neue Bereiche gebildet, wie etwa die intensive Zusammenarbeit zwischen IT und F&E, eine zentrale Datenabteilung oder Dev-Ops (Zusammenarbeit zwischen Development und Operations). Eine weitere neue Unternehmensfunktion stellt das Kundenerfolgsmanagement dar, welches dem Kunden den maximalen Nutzen aus den Produkten ermöglicht, sowie die nun über alle Funktionen geteilte Verantwortung.

3.12.3 Bewertung

Die beiden aufeinander aufbauenden Artikel des Harvard Business Manager lassen sich als gut strukturierte, interessante Literatur zum Thema intelligente Produkte und deren Auswirkungen kategorisieren. Im Grunde werden keine Kenntnisse vorausgesetzt, dennoch schadet es nicht bereits mit dem Begriff „Smart Products“ vertraut zu sein. Besonders empfiehlt sich dieses Werk für Unternehmen, welche selbst in Berührung mit intelligenten Produkten stehen, oder dies in Zukunft anstreben, aber auch für Leser aus den Bereichen Wissenschaft und Politik sind die Werke geeignet. Aufgrund der guten Struktur und der praxisnahen Beispiele handelt es sich um gut verständliche Artikel, für welche der Leser nur einen überschaubaren Zeitrahmen einplanen muss.

3.13 Timothy Kaufmann: Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge



Das Büchlein „Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge – Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit“ (August 2015, 58 Seiten) beschäftigt sich mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen, Kundenbeispielen und geeigneten Werkzeugen für die Umsetzungen von Industrie 4.0 sowie dem Internet der Dinge, welche große Chancen für neue, innovative Geschäftsmodelle und für die Veränderung bestehender Geschäftsmodelle bieten. Es eignet sich hervorragend um sich einen Einstieg und Überblick zum Thema Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge zu verschaffen und adressiert Entscheider aus den Bereichen Entwicklung, Logistik, Produktion, Service und Strategie sowie die Geschäftsführung und Interessierte am Thema Industrie 4.0 und Geschäftsmodelle.

3.13.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Zielsetzung des vorliegenden Büchleins ist die Identifikation wichtiger Kernkomponenten von Industrie 4.0 sowie die Klärung der Frage, durch welches Zusammenspiel sie den größtmöglichen Nutzen erzeugen. Zudem werden datenzentrierte Geschäftsmodelle erklärt und Chancen durch Industrie 4.0 für bestehende und neue Geschäftsmodelle identifiziert. Des Weiteren wird ein Vorgehensmodell zur erfolgreichen Durchführung von Industrie 4.0 Projekten erarbeitet. Abschließend wird die Frage „Wie sehen Nutzenpotenziale von Industrie 4.0-Vorhaben aus?“ beantwortet.

Die Studie gliedert sich in drei Kapitel: (i) Industrie 4.0 – ein Überblick, (ii) Datenzentrierte Geschäftsmodelle und (iii) Umsetzung und Transformation.

Zu Beginn wird dem Leser ein Einstieg in das Thema Industrie 4.0 geboten. Aktuelle Trends werden beschrieben sowie die Definition von Industrie 4.0, die Komponenten und ein Industrie 4.0-Modell.

Darauf basierend werden im zweiten Kapitel Chancen für Geschäftsmodelle beschrieben, welche sich durch Industrie 4.0 ergeben. Bei der Betrachtung von Industrie 4.0-Geschäftsmodellen wird in der Studie folgende Kategorisierung vorgenommen: Geschäftsmodell-Innovationen auf Basis existierender Modelle, Veränderung bestehender Geschäftsmodelle und neu zu definierende Geschäftsmodelle. Geschäftsmodell-Innovationen basierend auf existierenden Modellen beschäftigen sich mit Geschäftsmodellen, welche bereits in anderen Branchen vorgedacht wurden, aber neu für das jeweilige Unternehmen sind. Die Veränderung bestehender Geschäftsmodelle bedeutet, dass mindestens eine Dimension des Geschäftsmodells durch Industrie 4.0-Technologien verändert wird. Wohingegen neu zu definierende Geschäftsmodelle jene Modelle sind, die noch nicht existieren.

Das abschließende Kapitel beschreibt schrittweise eine mögliche Vorgehensweise zur Identifikation und Umsetzung des individuell differenzierten Geschäftsmodells, um sich von den wichtigsten Wettbewerbern zu differenzieren und dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen.

Welche methodische Herangehensweise für die Arbeit gewählt wurde, wird vom Autor nicht erläutert.

3.13.2 Wesentliche Ergebnisse

Die für Industrie 4.0 essentiellen wirtschaftlichen und technischen **Trends** sind: Digitalisierung, Veränderung der Wertschöpfungsnetzwerke, Individualisierung der Kundenanforderungen, Veränderung von Geschäftsmodellen und eingebettete Systeme.

Die wichtigsten **Komponenten** von Industrie 4.0 sind: Intelligente Maschinen / Geräte / Werkstücke, Machine-to-Machine Kommunikation (M2M), Internet der Dinge, Big => Smart Data, Selbstlernende Systeme und Augmented Reality.

Geschäftsmodell-Innovationen auf Basis existierender Modelle:

Industrie 4.0-Lösungen: Viele produzierende Unternehmen entwickeln sich vom Produkt- zum Lösungsanbieter. Neue Geschäftsmodelle basierend auf Verfügbarkeiten können durch intelligente Produkte, intelligente Services, Open Source-Konzepte oder personalisierte Produkte entstehen.

- **Losgröße 1 am Aftermarket:** Bezieht sich auf die kurzfristige Verfügbarkeit von Ersatzteilen und die damit verbundene Notwendigkeit für einen großen Lagerbestand für Firmen. Durch neue Technologien und Modelle können Lagerbestände so gering wie möglich gehalten werden.
- **Verfügbarkeit on Demand:** Hierbei geht es darum, dass Kunden nicht mehr länger das Produkt selbst, sondern nur die Leistung kaufen und zwar dann, wenn sie gerade benötigt wird.
- **Offenes Geschäftsmodell:** Ein bestehendes Geschäftsmodell verändert sich durch die Einbeziehung von Marktteilnehmern. Kernstück sind die Grundfunktionalitäten einer Plattform. Kunden und Partner können auf einer Plattform Applikationen und Analysen entwickeln und ihren Kunden als Services anbieten. Ein Marktplatz auf Basis eines offenen Geschäftsmodells bietet neue Geschäftsanwendungen und Prozesse.

Veränderung bestehender Geschäftsmodelle:

Bestehende Geschäftsmodelle können durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien verändert und verbessert werden. Aspekte wie **verkürzte Lieferzeit** und **die Verbesserung der Qualität** beeinflussen ein Geschäftsmodell nachweislich. Die Reduzierung der Lieferzeit ist eine Effizienzsteigerung, welche durch die Veränderung der Prozesse in der Lieferkette, der Produktion und der Logistik möglich ist. Eine Verbesserung der Qualität durch Industrie 4.0-Technologien und Verfahren reduziert die Ausschüsse und erhöht die Margen.

Neu zu definierende Geschäftsmodelle:

Im Fall von neu zu definierenden Geschäftsmodellen handelt es sich einerseits um komplett neue Geschäftsmodelle, welche in den kommenden Jahren neu entwickelt werden und andererseits um Geschäftsmodelle, welche sich aus der neuen, individuellen Zusammenstellung mehrerer existierender Geschäftsmodelle ergeben. Hierfür werden im Buch zwei Firmenbeispiele identifiziert und beschrieben.

Die **Umsetzung und Transformation** von Industrie 4.0 beschreibt die Vorgehensweise zur Identifizierung von individuellen differenzierten Geschäftsmodellen, welche Schritt für Schritt durchzuführen sind. Die wichtigsten Erkenntnisse zu den einzelnen Schritten und die empfohlenen Werkzeuge werden im Folgenden zusammengefasst:

Im Bereich **Analyse** zeigt ein Industrie 4.0-Reifegradmodell den mehrstufigen Weg zu neuen Geschäftsmodellen. Mittels eines **6-Stufen Systems** können einzelne Kategorien analysiert und bewertet werden.

Im Bereich der **Ideenfindung** gilt es für das Unternehmen neue Ideen für ein wettbewerbsfähiges Geschäftsmodell unter der Nutzung von Industrie 4.0 Technologien zu finden. Hierfür wird die **Design-Thinking-Methode**, eine kreative Methode zur Entwicklung neuer Ideen, empfohlen.

Das **Industrie 4.0-Zielmodell** dient der Definition und Konkretisierung des Geschäftsmodells und der IT-Architektur. Ein hierfür empfehlenswertes Werkzeug ist beispielsweise der **Business Model Canvas** (vgl. Osterwalder et al., 2010).

Aufgrund des starken IT-Fokus von Industrie 4.0-Geschäftsmodellen ist der Entwurf der zukünftigen Enterprise- und **IT-Architektur** im Zusammenspiel mit der Automatisierungs- und Gerätearchitektur essentiell.

Die **Wirtschaftlichkeitsrechnung** im Zusammenhang mit Industrie-4.0 ist besonders schwierig, da zu herkömmlichen Risiken und Unsicherheiten bezüglich zukunftsorientierter Aussagen noch die Herausforderung unausgereifter Technologien hinzukommt.

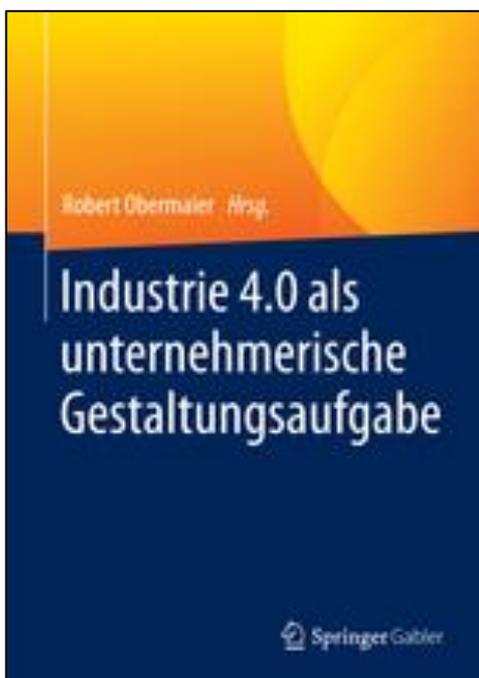
Der abschließenden Erstellung einer **Roadmap** dient die **Backcasting-Methode** als Werkzeug.

Abschließend muss das Industrie 4.0-Geschäftsmodell noch umgesetzt werden. Aufgrund der noch nicht vollständig ausgereiften Technologien eignet sich als Werkzeug die **Prototyping-Methode**. Mit Hilfe dieser wird für jede Projektphase ein anfassbarer Prototyp gebaut.

3.13.3 Bewertung

Wie der Reihentitel bereits verrät, handelt es sich bei Timothy Kaufmann's Werk aus der Reihe essentials um ein Einstiegs- und Grundlagenwerk. Angesprochen werden Entscheider im Bereich der Entwicklung, Produktion, Logistik, Service, Strategie und der Geschäftsführung. Zudem eignet sich die Arbeit bestens für alle, die sich erstmals mit dem Thema Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge in Zusammenhang mit Geschäftsmodellen befassen. Das Werk fokussiert auf kein spezielles Land und eignet sich für Unternehmen aller Branchen. Es handelt sich zwar um eine theorielastige Arbeit, aber der Autor veranschaulicht seine Aussagen mit praktischen Beispielen.

3.14 Robert Obermaier (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe – betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen



Das Buch „Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe – betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen“ (Mai 2016, 322 Seiten) besteht aus fünf Schwerpunktthemen zu den Bereichen: (i) Industrie 4.0: Vision, Innovation, Konzeption; (ii) Stand und Perspektiven; (iii) Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Lösungsansätze; (iv) Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Kalkulation; (v) Voraussetzungen, Veränderungen und Akzeptanz. Insgesamt beinhaltet das Werk 18 von unterschiedlichen Autoren verfasste Artikel zu den soeben beschriebenen Themen. Diese Beiträge befassen sich mit Fragestellungen bezüglich horizontaler und vertikaler Vernetzung, der Vernetzung von Mensch und Maschine, sowie Produkt- und Geschäftsmodellinnovationen.

3.14.1 Zielsetzungen, Inhalt und Methodik

Das vorliegende Buch beinhaltet 18 eigenständige Artikel zu fünf Themenschwerpunkten. Die hier präsentierten Zielsetzungen, Inhalte und Ergebnisse umfassen das gesamte Buch mit Fokus auf den vom Herausgeber Robert Obermaier verfassten Leitartikel „Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe“.

Ziel des Leitartikels ist es, die mit Industrie 4.0 verbundenen betriebswirtschaftlichen Handlungsoptionen aufzuzeigen. Zudem sollen unternehmerische Gestaltungsaufgaben für Unternehmen identifiziert werden, die sich aus den technischen Möglichkeiten der „Produktionsvision Industrie 4.0“ ergeben. Hierfür wird zu Beginn ein betriebswirtschaftlich orientiertes Begriffsverständnis für Industrie 4.0 entwickelt. Darauf basierend sollen Trends, relevante Technologien und Anwendungen für wettbewerbsfähige industrielle Strukturen identifiziert werden, um anschließend sich durch Industrie 4.0 ergebende Strategieoptionen zu entwickeln. Fokus der Studie liegt einerseits bei der Steigerung der Effizienz von Prozessen industrieller Wertschöpfung und andererseits bei der Steigerung der Effektivität von Produkten und den damit zusammenhängenden Geschäftsmodellen.

Inhaltlich gliedert sich der Artikel in die Erläuterung der allgemeinen Problemstellung, einer Begriffserklärung von Industrie 4.0 und einer kurzen Erklärung der „Gesetze der Digitalisierung“ als Treiber von Industrie 4.0. Im nächsten Schritt werden Technologieinnovationen als Befähiger von Industrie 4.0 beschrieben. Das eigentliche Thema des Artikels, unternehmerische Gestaltungsfelder im Kontext von Industrie 4.0, beinhaltet Informationen zu Produktionsfaktoren, Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen und zu Geschäftsmodellen.

Die für den Leitartikel relevanten Methoden werden nicht explizit angeführt. Einige der Artikel des Buches beinhalten spezifische Methoden, welche in den jeweiligen Artikeln erläutert werden. Zudem ist anzumerken, dass sich der Großteil der Autoren aus Universitätsprofessoren zusammensetzt.

Die hier nicht ausführlich angeführten Artikel beinhalten unter anderem Informationen zu folgenden Schwerpunktthemen:

- Vision, Innovation, Konzeption wie beispielsweise: Implementierungsstrategien für Industrie 4.0; Strategische Innovation durch strategische Sensitivität oder rechtliche Herausforderungen der Industrie 4.0;
- Stand und Perspektiven wie beispielsweise: Stand und Entwicklungspfade der digitalen Transformation in Deutschland; Controlling von Digitalisierungsprozessen mit Fokus auf Veränderungstendenzen und empirische Erfahrungswerte aus dem Mittelstand inklusive Aspekten zur Transformation von Geschäftsmodellen;
- Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Lösungsansätze wie beispielsweise: „Smart Decisions“ als integraler Bestandteil von Industrie 4.0 oder Datenschutz in der Industrie 4.0;
- Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Kalkulation wie beispielsweise: Betriebswirtschaftliche Wirkungen digital vernetzter Fertigungssysteme;
- Voraussetzungen, Veränderungen und Akzeptanz wie beispielsweise: Industrie 4.0 durch strategische Organisationsgestaltung managen; Akzeptanzanalyse in der Industrie 4.0-Fabrik;

3.14.2 Wesentliche Ergebnisse

Die zu Beginn angestrebte begriffliche Erklärung von Industrie 4.0 resultiert in folgender Arbeitsdefinition:

„Industrie 4.0 beschreibt eine Form industrieller Wertschöpfung, die durch Digitalisierung, Automatisierung sowie Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Akteure charakterisiert ist und auf Prozesse, Produkte oder Geschäftsmodelle von Industriebetrieben einwirkt“ (Obermaier 2016, S.8).

Grundsätzlich sind die Gestaltungsoptionen für Unternehmen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 in zwei Richtungen zu unterteilen:

- Unternehmen können einerseits die Rolle des **Industrie 4.0-Anwenders** annehmen. In dieser Rolle können Unternehmen durch die Steigerung der Prozesseffizienz an Wettbewerbsfähigkeit gewinnen. Die steigende Prozesseffizienz ist bedingt durch neue technische Möglichkeiten von Automatisierung, Digitalisierung, sowie der intelligenten Vernetzung von industriellen Infrastrukturen. Die Steigerung (im Sinne von Verbesserung von Wertschöpfungsstrukturen) kann entweder operativ oder strategisch verfolgt werden, beispielsweise durch eine Flexibilisierung der Produktion und damit einhergehender Individualisierung der Produkte durch Verschiebung des Order Penetration Point.
- Andererseits können Unternehmen die Rolle des **Industrie 4.0-Anbieters** übernehmen. Hierbei entwickelt das Unternehmen selbst intelligente und vernetzte Produkte und die damit verbundenen Dienstleistungen bis hin zu innovativen Geschäftsmodellen. Die dahinterstehende Kernidee beruht auf dem Konzept der digitalen Ubiquität, d.h. der grenzenlosen Möglichkeiten zur digitalen Vernetzung von Objekten (Internet of Things). Hierbei ist vor allem anzumerken, dass es nicht primär um die Verdrängung bestehender Lösungen geht, sondern viel mehr um die Digitalisierung, Vernetzung und Neukonfiguration bestehender Produkte und Dienstleistungen. Jedoch können hybride Ansätze, welche sowohl auf digital vernetzten Wertschöpfungsprozessen als auch auf digital vernetzten Produkten basieren, auch disruptives Potenzial entwickeln.

Bezüglich der **Realisierung der Produktvision Industrie 4.0** ist zusammenfassend zu sagen, dass diese schrittweise erfolgen kann. Basierend auf der intelligenten Vernetzung industrieller Infrastrukturen bieten sich Möglichkeiten zur Verbesserung der Effizienz industrieller Wertschöpfungsprozesse. Hinsichtlich Produkten und Dienstleistungen geht es vor allem um die Etablierung von Mehrwertdiensten durch intelligente Vernetzung. Darauf basierend können innovative Lösungen und Geschäftsmodelle entwickelt werden.

Welche strategische Richtung Industriebetriebe im Rahmen der Industrie 4.0 einschlagen ist nicht festgelegt. Die Steigerung der Produkteffizienz ist jedoch essentiell, um wettbewerbsfähige Kostenstrukturen zu erhalten. Zurzeit wird in Deutschland die Rolle des Industrie 4.0-Anwenders von technisch orientierten Industrieunternehmen stark verfolgt. Hingegen stehen die Entwicklung intelligenter, vernetzter Produkte und Dienstleistungen und die darauf basierenden Geschäftsmodellinnovationen noch ganz am Anfang.

Industriebetriebe stehen daher jetzt vor der Herausforderung, neben der Steigerung der Prozesseffizienz, sich mit dem Aufbau von Kompetenzen im Bereich intelligent vernetzter Produkte und Dienstleistungen und darauf basierender innovativer Geschäftsmodelle zu beschäftigen.

3.14.3 Bewertung

Das hier vorliegende Buch, welches aus 18 einzelnen Arbeiten besteht, eignet sich für Leser unterschiedlichster Fachbereiche. Der Sammelband bietet einerseits einen umfangreichen Einstieg in die Materie und zum anderen fachspezifische detaillierte Ausarbeitungen zu Themen wie Wirtschaftlichkeit oder rechtliche Rahmenbedingungen. Einzelne Artikel beziehen sich auf Deutschland, wohingegen andere keinen Länderfokus aufweisen. Generell eignet sich das Buch für alle Branchen, allerdings befassen sich wiederum einzelne Artikel mit bestimmten Industriezweigen wie etwa der Halbleiterindustrie. Um einen umfangreichen Überblick zum Thema unternehmerische Gestaltungsaufgaben im Kontext Industrie 4.0 zu erhalten, empfiehlt es sich, das gesamte Buch zu lesen. Um sich jedoch über ein spezifisches Thema – wie etwa Datenschutz in der Industrie 4.0 – zu informieren, eignen sich ebenso einzelne Artikel des Buches.

4 Umfassendes Literaturverzeichnis

4.1 Reports / Studien zum Industrial Internet / Industrie 4.0

Agiplan; Fraunhofer IML; Zenit (2015): Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie4.0‘ im Mittelstand. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Online verfügbar unter:

<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/erschliessen-der-potenziale-der-anwendung-von-industrie-4-0-im-mittelstand,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

Andelfinger, Volker P. / Hänisch, Till (Hg.) (2015): Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle. Springer Fachmedien Verlag, Wiesbaden.

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften; Fraunhofer IML; equeo (2016): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen.

Online verfügbar unter:

http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Kooperationspublikationen/acatech_DOSSIER_Kompetenzentwicklung_Web.pdf

Arbeitskreis Smart Service Welt / acatech (Hg.) (2015): Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Wirtschaftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht Langversion, Berlin.

Online verfügbar unter:

Deutsche Studie Langversion:

http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Projekte/Laufende_Projekte/Smart_Service_Welt/Smart_Service_Welt_2015/BerichtSmartService2015_D_lang_bf.pdf

Deutsche Studie Kurzversion:

http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Projekte/Laufende_Projekte/Smart_Service_Welt/Smart_Service_Welt_2015/BerichtSmartServiceWelt2015_DE_KURZ.pdf

Englische Studie Langversion:

http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Projekte/Laufende_Projekte/Smart_Service_Welt/Smart_Service_Welt_2015/BerichtSmartService2015_LANGVERSION_en.pdf

Englische Studie Kurzversion:

http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Projekte/Laufende_Projekte/Smart_Service_Welt/Smart_Service_Welt_2015/ReportSmartServiceWelt2015_EN_SHORT.pdf

Baker & McKenzie (2016): Industrie 4.0 – Rechtliche Herausforderungen für die österreichische Industrie. Ein Leitfaden von Baker & McKenzie.

Online verfügbar unter:

<http://plattformindustrie40.at/wp-content/uploads/2016/05/Industrie-4.0-rechtliche-Herausforderungen-f%C3%BCr-die-%C3%B6sterreichische-Industrie-BakerMcKenzie.pdf>

Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung – Technologien – Migration. Springer Vieweg, Wiesbaden.

BCG Boston Consulting Group; Lorenz, Markus; Rüßmann, Michael; Strack, Rainer; Lueth, Knud, Lasse; Bolle, Moritz (2015): Man and Machine in Industry 4.0 – How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?

Online verfügbar unter:

<http://www.bcg.it/documents/file197250.pdf>

Biedermann, Hubert (Hg.) (2016). Industrial Engineering und Management. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden.

BITKOM e.V. (2016): Industrie 4.0 – Status und Perspektiven.

Online verfügbar unter:

<https://www.bitkom.org/Publikationen/2016/Leitfaden/Industrie-40-Status-und-Perspektiven/160421-LF-Industrie-40-Status-und-Perspektiven.pdf>

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Hg.); Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Hg.); Bauer, Wilhelm, Schlund, Sebastian; Marrenbach, Dirk; Ganschar, Oliver (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland.

Online verfügbar unter:

<https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf>

BITKOM e.V.; VDMA e.V.; ZVEI e.V.(2015) Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.

Online verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattform-bericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

Bosch Internet of Things White Paper Series:

Bosch White Paper (2014): Capitalizing on the Internet of Things – how to succeed in a connected world. Bosch Connected World, White Paper Series Part I: Internet of Things Strategy.

Bosch White Paper (2014): Realizing the connected world–how to choose the right IoT platform. Bosch Connected World, White Paper Series Part II: IoT Technology.

Bosch White Paper (2015): Harnessing the Power of the Internet of Things – The IoT for the Extended Enterprise, Bosch Connected World, White Paper Series Part III: IoT for the Extended Enterprise.

Bosch White Paper (2016): Enabling Intelligent Decisions in the Internet of Things – IoT and Business Rules, Bosch Connected World, White Paper Series Part IV: IoT and Business Rules.

Bosch White Paper (2016): Addressing the real-world challenges of IoT solution development, Bosch Software Innovations and PTC, White Paper Series.

Bosch White Paper (2014): Creating connected manufacturing operations in the Internet of Things, Bosch Software Innovations.

Bosch White Paper (2014): IoT and Big Data, Bosch Software Innovations und MongoDB.

Bosch White Paper (2015): Marktstudie Industrie 4.0: Bedarf und Nutzen vernetzter Softwarelösungen, Bosch Software Innovations.

Bosch White Paper (2015): Industrie 4.0: Von der Vision in die Praxis, Bosch Software Innovations.

Alle Bosch White Papers: Online verfügbar unter:

<https://www.bosch-si.com/de/internet-der-dinge/iot-download/iot-informationsmaterial.html>

Botthof, Alfons; Hartmann, Ernst, A.(2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer Vieweg, Wiesbaden.

Bruner, Jon (2013): Industrial Internet. The Machines are talking. Sebastopol, USA: O'Reilly Media.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales Deutschland (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0 – Arbeit weiter denken.

Online verfügbar unter:

http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?__blob=publicationFile

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Deutschland (2015): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft – Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation.

Online verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Deutschland (2016): Digitale Strategie 2025.

Online verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Zukunftsbild „Industrie 4.0“. Hightech-Strategie.

Online verfügbar unter:

https://www.bmbf.de/pub/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf

Deutsches Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015) Industrie 4.0 Innovationen für die Produktion von morgen.

Online verfügbar unter:

https://www.bmbf.de/pub/Industrie_4.0.pdf

Evans, Peter C.; Annunziata Marco (2012): Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. GE paper.

Online verfügbar unter:

http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf

FORBA – Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt; Holtgrewe, Ursula; Riesenecker-Caba, Thomas; Flecker, Jörg (2015): „Industrie 4.0“ – eine arbeitssoziologische Einschätzung. Enbericht für die AK Wien.

Online verfügbar unter:

https://media.arbeiterkammer.at/wien/PDF/studien/digitalerwandel/Industrie_4.0.pdf

Frick, Karin; Höchli, Bettina; GDI Gottlieb Duttweiler Institute (2015): Die Zukunft der vernetzten Gesellschaft. Neue Spielregeln, neue Spielmacher.

Online verfügbar unter:

<http://gdi.ch/de/Think-Tank/Studien/Die-Zukunft-der-vernetzten-Gesellschaft/611>

Handelsblatt Journal (2016): Industrie 4.0 – Integration, Innovation, Kooperation. Sonderveröffentlichung von Handelsblatt und Euroforum, 03/16.

Online verfügbar unter:

<http://veranstaltungen.handelsblatt.com/journal/pdf/P6200058.pdf>

Hans Böckler Stiftung; Botthof, Alfons; Bovenschulte, Marc (Hg.) (2009): Das „Internet der Dinge“ – die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags Erläuterungen einer neuen Basistechnologie. Arbeitspapier 176.

Online verfügbar unter:

http://www.vdivde-it.de/publikationen/tagungsbaende/das-internet-der-dinge.-die-informatisierung-der-arbeitswelt-und-des-alltags/at_download/pdf

IAB – Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; Wolter, Marc, I.; Mönning, Anke; Hummel, Markus; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Neuber-Pohl, Caroline (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft – Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB Forschungsbericht 08/15.

Online verfügbar unter:

<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf>

Industrial Internet Consortium (2015): Journal of Innovation.

Online verfügbar unter:

<http://www.iiconsortium.org/journal-of-innovation.htm>

Industrial Internet Consortium (2015): White Paper: Industrial Internet Investment Strategies: New Roles, New Rules.

Online verfügbar unter:

<http://www.iiconsortium.org/vc-whitepaper.htm>

Innovation in Digital Manufacturing (2011): Report from the Workshop on Innovation in Digital Manufacturing, held on 21st and 22nd January 2015 in Brussels, Belgium, organised by DG CONNECT (Communications Networks, Content and Technology Directorate-General) A3 and the European Factories of the Future Research Association (EFFRA).

Summary und Report online verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-co-operation-innovation-digital-manufacturing>

Institut für Arbeitsforschung und Arbeitspolitik der Johannes Kepler Universität Linz; Igelsböck, Judith; Koprax, Irina; Kuhlmann, Martin; Link, Karin; Zierler, Clemens (2016): Bestandsaufnahme Arbeitspolitik in Oberösterreich – Herausforderungen und Perspektiven der Arbeitswelt im Kontext von Industrie 4.0 und veränderten Marktanforderungen.

Online verfügbar unter:

http://arbeitsforschung.at/wp-media/Bestandsaufnahme_Arbeitspolitik_in_OOe_Endbericht_final.pdf

ITA Institut für Technologiefolgenabschätzung; AIT Austrian Institute of Technology (2015): Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution. Zusammenfassender Endbericht.

Online verfügbar unter:

https://www.researchgate.net/publication/291351305_Industrie_40_Foresight_Technikfolgenabschätzung_zur_gesellschaftlichen_Dimension_der_nachsten_industriellen_Revolution_Zusammenfassender_Endbericht

Köhler-Schute, Christiana (2015): Industrie 4.0: Ein praxisorientierter Ansatz. KS-Energy-Verlag.

McKinsey Global Institute (2015): The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype.

Online verfügbar unter:

http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx

McKinsey & Company (2016): Industry 4.0 after the initial hype – Where manufacturers are finding value and how they can best capture it. McKinsey Digital.

Online verfügbar unter:

https://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/mckinsey_industry_40_2016.pdf

Manzei, Christian; Schleupner, Linus; Heinze, Ronald (Hg.)(2016): Industrie 4.0 im internationalen Kontext – Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends. VDE Verlag.

Meunier, François; Wood, Adam; Weiss, Keith; Huberty, Katy; Flannery, Simon; Moore, Joseph; Hettenbach, Craig; Lu, Bill, Morgan Stanley (2014): The 'Internet of Things' Is Now. Connecting the Real Economy. Morgan Stanley Blue Paper.

Online verfügbar unter:

<http://www.technologyinvestor.com/wp-content/uploads/2014/09/internet-of-things-2.pdf>

Obermaier, Robert (Hg.) (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden.

Pinnow, Carsten; Schäfer, Stephan (2015): Industrie 4.0: (R)Evolution für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Beuth Verlag.

Plattform Industrie 4.0 (2015): Industrie 4.0: White Paper FuE – Themen.

Online verfügbar unter:

<http://www.zvei.org/Downloads/Automation/Whitepaper-I40-FuE-Themen-2015-04.pdf>

Plattform Industrie 4.0 / BITKOM e.V. (Hg.); VDMA e.V. (Hg.); ZVEI e.V. (Hg.) (2015): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.

Online verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattform-bericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

Porter, Michael, E.; Heppelmann, James, E. (2014): Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern. Harvard Business Manager.

Porter, Michael, E.; Heppelmann, James, E. (2015): Wie smarte Produkte Unternehmen verändern. Harvard Business Manager.

PwC Österreich (2015): Industrie 4.0 – Österreichs Industrie im Wandel. PwC Österreich GmbH, Startegy&t.

Deutsche Studie Online verfügbar unter:

<https://www.pwc.at/publikationen/industrie-4-0-oesterreichs-industrie-im-wandel-2015.pdf>

Englische Studie Online verfügbar unter:

http://www.pwc.at/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/Survey_Industry_4.0_ENG_web.pdf

PwC (2016): Industry 4.0: Building the digital enterprise. 2016: Global Industry 4.0 Survey.

Online verfügbar unter:

http://www.pwc.at/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/2016-Global-Industry4.0_Building%20your%20digital%20enterprise.pdf

PwC Deutschland (2016): Der Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitskräftesituation in Deutschland Berufs- und branchespezifische Analyse bis zum Jahr 2030

Online verfügbar unter:

<https://www.pwc-wissen.de/pwc/de/shop/publikationen/Der+Einfluss+der+Digitalisierung/?card=17574>

Report of the MIT Taskforce on Innovation and Production (2013): Massachusetts Institute of Technology.

Online verfügbar unter:

http://web.mit.edu/pie/news/PIE_Preview.pdf.

Roland Berger Strategy Consultants (2015): Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. Im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI)

Studie Deutsch:

www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_Die_digitale_Transformation_der_Industrie_20150315.pdf

Studie Englisch:

www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf

Roland Berger Strategy Consultants (2015): Die digitale Transformation der Industrie. Analysen zur Studie. Im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI).

Online verfügbar unter:

https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Analysen_zur_Studie_Digitale_Transformation_20150317.pdf

Roland Berger Strategy Consultants (2015): INDUSTRY 4.0 The role of Switzerland within a European manufacturing revolution.

Online verfügbar unter:

https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_Switzerland_20150526.pdf

Roth, Armin (Hg.) (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. Springer-Verlag, Wiesbaden.

Obermaier, Robert (Hg.) (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe – Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden.

Schwemmler, Michael; Wedde, Peter (2012): Digitale Arbeit in Deutschland. Potenziale und Problemlagen. Friedrich Ebert Stiftung, Medienpolitik.

Online verfügbar unter:

<http://library.fes.de/pdf-files/akademie/09324.pdf>.

Slama, Dirk; Frank Puhlmann, Jim Morrish, Rishi M Bhatnagar (exp. 2015): Enterprise IoT: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services. Sebastopol, USA: O'Reilly Media.

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2014): Statusreport: „Industrie 4.0 Wertschöpfungsketten“.

Online verfügbar unter:

https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/sk_dateien/VDI_Industrie_4.0_Wertschoepfungsketten_2014.pdf

VDMA Studie: Lichtblau, Karl; Stich, Volker; Bertenrath, Roman; Blum, Mathias; Bleider, Martin; Millack, Agnes; Schmitt, Katharina; Schmitz, Edgar; Schröter, Moritz (2015): Industrie 4.0 Readiness. IMPULS-Stiftung des VDMA.

Online verfügbar unter:

<http://www.impulsstiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974;jsessionid=AD922E7A6E86039440E01BFDF424CAE7>

VDMA Studie: Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan; Zirnic, Christopher; Suphan, Anne; Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025.

Online verfügbar unter:

https://www.vdma.org/documents/105628/792540/VDMA-Studie_Industrie%204.0%20%E2%80%93%20Qualifizierung%202025.pdf/5d8938c4-5a24-4e9b-9dd5-07d585c5cbe0

World Economic Forum (2016): The Future of Jobs – Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report.

Online Verfügbar unter:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

4.2 Literatur zur Entwicklung und Einschätzung von Geschäftsmodellen

Brauckmann, Otto (2014): Smart Production: Wertschöpfung durch Geschäftsmodelle. Springer Verlag, Wiesbaden.

Burmeister, Christian; Lüttgens Dirk; Piller, Frank, T. (2015): Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the "Industrial Internet" Mandates a New Perspective on Innovation. RWTH-TIM Working Paper- Revised Version 2.0.

Online verfügbar unter:

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2571033

Bruhn, Manfred; Hepp, Michael; Hadwich, Karsten (2015): Vom Produkthersteller zum Serviceanbieter - Geschäftsmodelle der Servicetransformation. Marketing Review St. Gallen 32.1.

Eckert, Roland (2014): Business Model Prototyping – Geschäftsmodellentwicklung im Hyperwettbewerb. Strategische Überlegenheit als Ziel. Springer Verlag, Wiesbaden.

Fleisch, Elgar; Weinberger, Markus; Wortmann, Felix; (2014): Business Models for the Internet of Things. Bosch Internet of Things & Service Lab, Institut für Technologiemanagement Universität St.Gallen.

Online verfügbar unter:

http://www.iot-lab.ch/wp-content/uploads/2014/11/EN_Bosch-Lab-White-Paper-GM-im-IOT-1_3.pdf

Fraunhofer IOA; Dr. Wieselhuber & Partner (2015): Geschäftsmodellinnovation durch Industrie 4.0 – Chancen und Risiken für den Maschinen und Anlagenbau.

Online verfügbar unter:

http://www.wieselhuber.de/lib/public/modules/attachments/files/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf

Gassmann, Oliver; K. Frankenberger, M. Csik (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Hanser Verlag, München.

Glauner, Friedrich (2016): Zukunftsfähige Geschäftsmodelle und Werte: Strategieentwicklung und Unternehmensführung in disruptiven Märkten. Springer Verlag, Wiesbaden.

Hoffmann, Christian, P.; Lennerts, Silke; Schmitz, Christian; Stölzle, Wolfgang; Uebernickel, Falk (Hg.) (2016): Business Innovation: Das St. Galler Modell. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

Hoffmeister, Christian (2013): Digitale Geschäftsmodelle richtig einschätzen. Carl Hanser Verlag, München.

Hoffmeister, Christian (2015): Digital Business Modelling – Digitale Geschäftsmodelle entwickeln und strategisch verankern. Carl Hanser Verlag, München

Jahn, Myriam. (2016). Ein Weg zu Industrie 4.0: Geschäftsmodell für Produktion und After Sales. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

Kaufmann, Timothy (2015). Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. Springer Verlag.

Müller, Simon, C.; Böhm, Markus; Krcmar, Helmut; Welp, Isabell, M. (2016): Machbarkeitsstudie: Geschäftsmodelle in der digitalen Wirtschaft. Studien zum deutschen Innovationssystem. Fortiss, Technische Universität München.

Online verfügbar unter:

http://www.e-fi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2016/StuDIS_12_2016.pdf

Osterwalder, Alexander; Yves, Pigneur (2011): Business Model Generation. Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Campus Verlag.

Otto, Boris; Österle, Hubert (2016): Corporate Data Quality – Voraussetzung erfolgreicher Geschäftsmodelle. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden.

Schallmo, Daniel R.A. (2014): Kompendium Geschäftsmodell-Innovation. Grundlagen, aktuelle Ansätze und Fallbeispiele zur erfolgreichen Geschäftsmodell-Innovation. Springer Verlag, Wiesbaden.

Wirtz, Bernd W. (2013): Business Model Management: Design – Instrumente – Erfolgsfaktoren. Springer Verlag, Wiesbaden.