

**Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
School of Management and Law
Studiengang General Management**

Bachelorarbeit

W.BA.BO.15HS.VZGMd

**Industrie 4.0 - Strategischer Leitfaden für ein Maschinenbauunternehmen
Handlungsfelder und Nutzen im Kontext einer Digitalisierungsstrategie**

Eingereicht von:

**Marc D. Rahn
Storbülerhalden 31, 8713 Uerikon
Rahnmar1@students.zhaw.ch
14-678-411**

Betreut durch:

Dr. Matthias Ehrat

Ort:

Winterthur

Datum:

24. Mai 2018

Management Summary

Industrie 4.0 ist zu einem zunehmend prägenden Begriff geworden, der die digitale Veränderung von Unternehmen und sogar ganzen Branchen versinnbildlicht. Dabei hat das seit 2011 bestehende Schlagwort in den letzten Jahren einen regelrechten Hype erfahren. Um die dadurch entstandenen Erwartungen an die Industrie 4.0 besser abschätzen zu können, wurden die wichtigsten Technologien anhand des Gartner Hype Cycles überprüft. Die Untersuchung ergab, dass der Hype um die Industrie 4.0 vorerst zu Ende ist. So werden durch weitere technologische Entwicklungen die Erwartungen in Zukunft wohl etwas gebremst und relativiert werden.

Trotzdem beeinflusst die Industrie 4.0 bereits heute viele Industrien, wovon besonders die Maschinenbauindustrie betroffen ist. Es werden sich durch bestehende und neue Technologien viele Möglichkeiten und Potenziale ergeben, um als Maschinenbauunternehmen zu wachsen. Dabei müssen jedoch gewisse Grundvoraussetzungen herrschen, um aus der Industrie 4.0 einen möglichst grossen Nutzen zu realisieren. Setzt ein Unternehmen seinen Fokus auf eine Digitalisierungsstrategie, so sind einerseits die strategischen Handlungsfelder im Unternehmen und andererseits die neu auftretenden Potenziale genau zu kennen.

Diese Arbeit setzt sich zum Ziel, sowohl die digitalen Handlungsfelder als auch die diversen Nutzenpotenziale der Industrie 4.0 für ein Maschinenbauunternehmen zu untersuchen. Die Ermittlung der Handlungsfelder erfolgte dabei durch eine Analyse der individuellen digitalen Stärken und Schwächen. Dazu wurde das Digital Maturity Model der Universität Sankt Gallen verwendet. Zur Beantwortung der Forschungsfrage um die Handlungsfelder wurde zudem eine umfassende Literaturrecherche betrieben, um die im Digital Maturity Model beschriebenen Dimensionen zu ergänzen. Dabei hat sich gezeigt, dass sich traditionelle Maschinenbauunternehmen im Kontext der Industrie 4.0 hauptsächlich in ihrer Organisation, Zusammenarbeit und IT verändern und dadurch charakteristische Züge eines Softwareentwicklungsunternehmens annehmen werden. Auch innerhalb der Unternehmensumwelt sind die wichtigsten Handlungsfelder zu kennen. Dabei zeigte sich, dass die Branchengrenzen innerhalb der Industrie 4.0 verschwimmen. Gerade in Branchen, welche schwer voneinander abzugrenzen sind, werden sich vermehrt Konsolidierungen ergeben.

Die Analyse der Nutzenpotenziale erfolgte auf Basis eines Reports der Capgemini Consulting. Darin sind vier Bereiche (Smart Solutions, Smart Innovation, Smart Supply Chains und Smart Factory) mit je zwei Wertetreibern beschrieben. Diese Wertetreiber decken dabei flächendeckend das Potenzial für ein Maschinenbauunternehmen in der Industrie 4.0 ab. Dabei hat sich ergeben, dass jeder Wertetreiber eine gewisse Datenmenge sowie digitale Reife voraussetzt. In einem eigens für diese Arbeit erstellten Modell konnte so eine Reihenfolge aller Wertetreiber hergeleitet werden. Bei genauerer Betrachtung dieser Reihenfolge hat sich gezeigt, dass die Wertetreiber aufeinander aufbauen und damit eine spannende Grundlage für weitere Forschungen bietet.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2 Forschungsfragen und Zielsetzung.....	5
1.3 Methodik und Aufbau.....	5
2 Industrie 4.0 – Eine Definition.....	6
2.1 Technologien der Industrie 4.0.....	7
2.1.1 Technologieanalyse zum Internet of Things und Smart Objects.....	8
2.1.2 Technologieanalyse zu Cloud Computing.....	9
2.1.3 Technologieanalyse zu Big Data Analytics.....	11
2.1.4 Technologieanalyse zur Robotik und künstlichen Intelligenz.....	12
2.2 Allgemeiner Entwicklungsstand der Industrie 4.0.....	13
2.3 Technologische Trends in der Industrie 4.0.....	14
3 Entwicklung einer Industrie 4.0-Strategie.....	16
3.1 Definition und Zweck einer Strategie.....	16
3.2 Prozess der Strategieentwicklung (Analysephase und Strategieformulierung).....	17
4 Unternehmensanalyse und ihre Handlungsfelder.....	18
4.1 Die digitalen Kompetenzen (Digital Maturity Model).....	18
4.2 Die digitalen Strategiedimensionen und ihre Handlungsfelder.....	25
4.2.1 Organisatorisches Ausrichten des Unternehmens auf die Digitalisierung.....	26
4.2.2 Ausrichten der digitalen Vision auf die Unternehmensstrategie.....	28
4.2.3 Ausrichten der Unternehmensgrundsätze (Mission).....	30
4.2.4 Anpassung der Mitarbeitenden an die digitale Transformation.....	31
4.2.5 Digital Leadership – Definition und Ziel.....	33
4.2.5.1 Führungsverhalten.....	34
4.2.5.2 Bausteine und Führungsrollen von Digital Leadership.....	35
4.2.6 Strategische Ausrichtung der digitalen (Innovations-) Kultur.....	39
4.2.7 Anpassung der digitalen Infrastruktur an die Industrie 4.0.....	41
4.2.8 Transformationsmanagement.....	42
5 Umweltanalyse.....	45
5.1 5-Forces Analyse – Chancen und Risiken anhand Smart, Connected Products.....	45
5.1.1 Neue Branchenstrukturen und deren Problematik.....	48

5.2	PEST-Analyse – Chancen und Risiken	49
6	Strategieformulierung und -auswahl (SWOT / TOWS).....	50
7	Wertetreiber der Industrie 4.0	52
7.1	Smart Solutions	52
7.2	Smart Innovation.....	53
7.3	Smart Supply Chain	55
7.4	Smart Factory	56
7.5	Aufteilung interner und externer Wertetreiber	57
7.6	Das Industrie 4.0 Wertetreiber Modell.....	60
7.7	Umsetzung der Wertetreiber von Maschinenbauunternehmen in der Praxis	65
8	Fazit.....	66
9	Literaturverzeichnis.....	71
10	Anhang.....	81
10.1	Fragebogen für Indikatoren des Digital Maturity Models.....	81
10.2	Zusammensetzung der Cluster	85

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Firmentypologie der SwissMEM Umfrage.....	2
Abbildung 2: Anzahl Nutzen-Nennungen pro Unternehmen.....	3
Abbildung 3: Umsetzung der Projekte nach Unternehmensbereich der Grossunternehmen	3
Abbildung 4: Identifikation grösster Hindernisse für Industrie 4.0	4
Abbildung 5: Gartner Hype Cycle 2017	9
Abbildung 6: Digital Maturity Model	19
Abbildung 7: Neue organisationale Struktur durch Stabsstelle.....	27
Abbildung 8: Schematischer Ablauf eines Transformationsprozesses	42
Abbildung 9: Beispiel einer SWOT Analyse	51
Abbildung 10: Datenerfassungsmodell für Maschinenbauunternehmen	61
Abbildung 11: Industrie 4.0 Wertetreibermode ll	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dimensionen des Digital Maturity Models	22
Tabelle 2: Beschreibung aller Gesamtreifegrade	25
Tabelle 3: Wichtige Mitarbeiterkompetenzen im Kontext der Industrie 4.0.....	31
Tabelle 4: Voraussetzungen für die Wertetreiber.....	62

Abkürzungsverzeichnis

3D	Dreidimensional
AK	Agile Kooperationsnetzwerke
CAD	Computer Aided Design
CDO	Chief Data Officer
CLI	Connected Lifecycle Innovation
CPPS	Cyber-physische Produktionssysteme
CPS	Cyber-physische Systeme
DBO	Datenbasierte Betriebsoptimierung
DP	Dezentrale Produktionssteuerung
EI	Extended Innovation
ERP	Enterprise Resource Planning
ICT	Information and Communication Technology
IoT	Internet of Things
IS	Intelligente Services
IT	Informationstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz
KPI	Key Performance Indicator
M2M	Machine-to-Machine
MES	Manufacturing Execution System
MVP	Minimal Viable Product
PLM	Product Lifecycle Management
RFID	Radio-Frequency-Identification
SCP	Smart, Connected Products
SOA	Service orientierte Architektur
VL	Vernetzte Lieferkette

1 Einleitung

Egal, ob in Zeitungen, Fernsehnachrichten, Fachzeitschriften oder Filmen – wir werden täglich mit der Digitalisierung konfrontiert und wegen revolutionärer Technologien wie künstlicher Intelligenz (KI), 3D-Drucker oder Internet of Things (IoT) wird dies weiter zunehmen. Die Digitalisierung wird dabei in Bezug auf Produktionsunternehmen oft mit dem Begriff der Industrie 4.0 beschrieben. Aufgrund der hohen Salienz dieses Themas müsste man daher annehmen können, dass die meisten Unternehmen bereits solche oder ähnliche Technologien verwenden oder sich zumindest auf eine Digitalisierung ihrer Geschäftsfelder vorbereiten. Doch ist dies tatsächlich der Fall? Was kommt mit der Digitalisierung auf ein Unternehmen zu und was ist dabei zu beachten?

Der Fokus innerhalb dieser Arbeit soll auf die Maschinenbaubranche und ihre Unternehmen gerichtet werden, da diese von der Digitalisierung und den damit einhergehenden Technologien und der daraus resultierenden Vernetzung von Maschinen und ihrer Umgebung stark betroffen sein werden. Die Ausgangslage, Problemstellung und die daraus abgeleitete Forschungsfragen basieren auf einer Befragung der SwissMEM aus dem Jahr 2016 bezüglich der Umsetzung der Industrie 4.0. Die SwissMEM stellt den Branchenverband für KMU und Grossfirmen der schweizerischen Maschinen-, Elektro-, und Metallindustrie wie auch andere verwandte technologieorientierte Branchen dar (SwissMEM, Portrait, o.J.). Im Maschinenbau definiert sich ein Unternehmen dadurch, dass sich dieses ingenieurwissenschaftlich mit der Entwicklung, Konstruktion und Produktion von Maschinen sowie Maschinenteilen beschäftigt (Item24, o.J.). Um später in dieser Arbeit eine genauere Analyse der Ergebnisse zu gewährleisten, werden die Maschinenbauunternehmen in vier verschiedene Kategorien unterteilt: Komponentenhersteller, Gerätehersteller, Maschinenhersteller sowie Anlagenhersteller.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit werden die Ausgangslage und die Problemstellung genauer erläutert. Die daraus abgeleiteten Forschungsfragen neben der Zielsetzung bilden dann die Basis für weitere Analysen. Des Weiteren werden das gewählte methodische Vorgehen sowie der genaue Aufbau dieser Arbeit dargelegt.

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Die Aufrüstung mit modernsten Technologien sowie die Vernetzung der Produktion wird die Industrie in naher Zukunft zunehmend prägen, denn es steht noch immer ein (r)evolutionärer Wandel bevor, welcher sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen wird (SwissMEM, 2016, S. 1). Dieser Wandel wird, wie in der Einleitung beschrieben, oft als Industrie 4.0 oder die vierte industrielle (R)evolution definiert. Die in der Schweiz vorherrschenden Bedingungen, um das daraus resultierende Potenzial zu nutzen, sind als grundsätzlich sehr gut zu bewerten. Dies liegt vor allem daran, dass die Schweizer Industrieunternehmen äusserst innovativ und

technologisch höchst fortgeschritten sind. Durch den hohen Kostendruck verfügen die Betriebe zumeist über effiziente Prozesse, optimierte Produktionen sowie global organisierte Wertschöpfungsketten. Des Weiteren wurden in den letzten Jahren kontinuierlich Investitionen in den Maschinenpark sowie die Infrastruktur getätigt. Ausserdem sind in der Schweiz dank dem herausragenden Bildungssystem gut qualifizierte Fachkräfte auf allen Ebenen vorhanden (SwissMEM, 2016, S. 1).

Da die vierte industrielle (R)evolution in den kommenden Jahren besonders auf die Maschinenbaubranche einen grossen Einfluss ausüben wird, müssen sich die Unternehmen im Idealfall bereits heute intensiv mit dieser Thematik befassen und sich strategisch daran anpassen. Genau dies hat die SwissMEM 2016 mit Hilfe einer Befragung ihrer Mitgliederfirmen untersucht und nach der individuellen Relevanz sowie Umsetzung von Industrie 4.0 gefragt, um einen Gesamtüberblick über die Branche zu erhalten. Zusätzlich wurden weitere Daten einer ähnlichen Umfrage der Swissmechanic, dem Arbeitgeberverband der KMU in der MEM-Branche (Swissmechanic, o.J.), in die Auswertung integriert. So kamen insgesamt 373 Unternehmen, darunter KMU wie auch Grossunternehmen, zusammen, welche sich an den zwei Umfragen beteiligten. Zu erwähnen ist, dass die Ergebnisse teilweise unter den KMU und Grossunternehmen separat ausgewertet wurden, um spezifischere Erkenntnisse zu erhalten. Des Weiteren ist in Abbildung 1 zu sehen, dass insgesamt 55 Prozent der befragten Unternehmen aus dem für diese Arbeit relevanten Segment aus Anlagebau, Maschinenbau sowie Komponentenherstellung stammen (SwissMEM, 2016, S. 4-5).

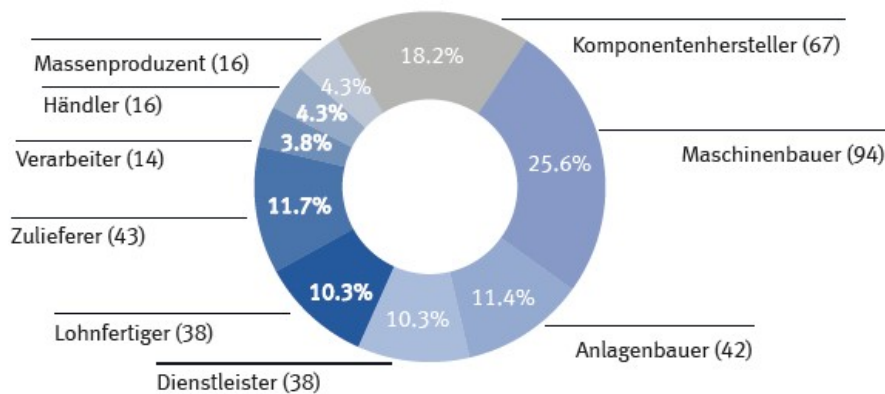


Abbildung 1: Firmentypologie der SwissMEM Umfrage (SwissMEM, 2016, S. 5)

Mit der ersten für diese Arbeit relevanten Frage nach dem konkreten Nutzen der Industrie 4.0 konnten 80 Prozent der befragten Unternehmen mindestens einen direkten Nutzen angeben. Auffallend ist, dass ca. 50 Prozent der befragten Unternehmen nicht mehr als 3 Nutzen aufzählen konnten (siehe Abbildung 2: Anzahl Nutzen-Nennungen pro Unternehmen). Dies ist in Anbetracht der Möglichkeiten innerhalb der Industrie 4.0 ein bescheidenes Resultat, da den Nutzenpotenzialen kaum Grenzen gesetzt sind.

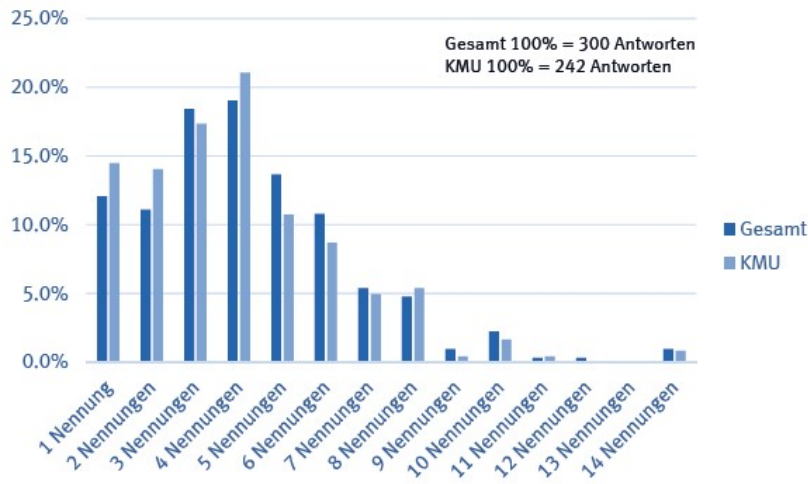


Abbildung 2: Anzahl Nutzen-Nennungen pro Unternehmen (SwissMEM, 2016, S. 6)

Die zwei am meisten genannten Nutzen waren dabei *Steigerung der Produktivität* und die *Schaffung von Zusatznutzen*. Weitere Nutzen wie beispielsweise *bessere Auslastung der Produktion* oder *Montage oder Abfederung der Auswirkung der Marktvolatilität (Agilität)* wurden vergleichsweise selten genannt (SwissMEM, 2016, S. 6-7).

Sieht man sich die Angaben zur Umsetzung an, kann man erkennen, dass sich bereits viele Unternehmen mit der Industrie 4.0 auseinander gesetzt haben. Die Projekte werden allerdings innerhalb der Unternehmen nicht flächendeckend umgesetzt, was sich mit dem Befund aus den Nutzen-Angaben deckt. Dabei haben 39 Prozent der befragten Unternehmen ein Projekt geplant, in Arbeit oder bereits umgesetzt. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, laufen die meisten Projekte im Bereich der Zusammenarbeit mit Kunden. Ansonsten sind die angegebenen Projekte fast gleichmässig auf die Unternehmensbereiche verteilt. Auch die Umfrageergebnisse der KMU zeigen ein ähnliches Bild (SwissMEM, 2016, S. 9-10).

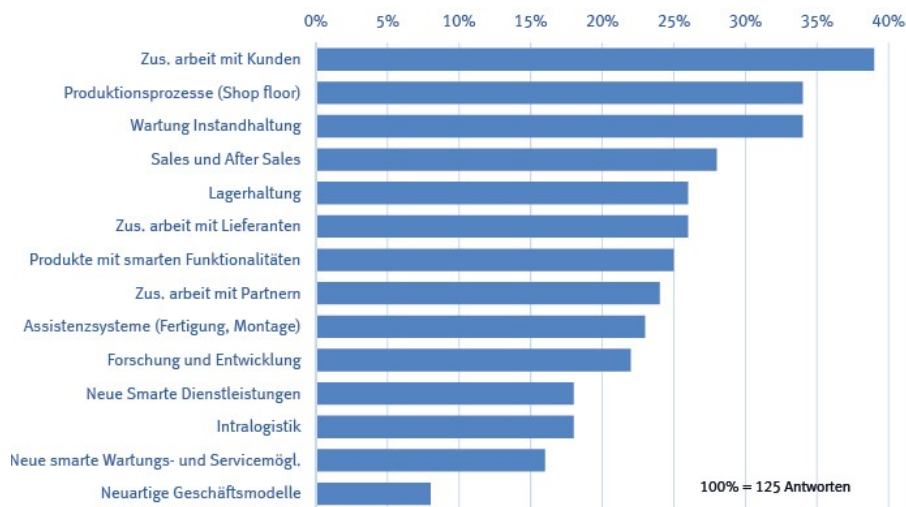


Abbildung 3: Umsetzung der Projekte nach Unternehmensbereich der Grossunternehmen (SwissMEM, 2016, S. 9)

Dieses Ergebnis lässt darauf schliessen, dass bisher ein klarer Leitfaden fehlt, der aufzeigt, mit welchen Projekten der Einstieg in die Industrie 4.0 erfolgen soll. Des Weiteren fehlt die allgemeine Kenntnis über alle betroffenen Bereiche im Unternehmen. Auch zeigt das Ergebnis, dass im Bereich neuartiger Geschäftsmodelle bisher wenig geplant oder umgesetzt worden ist.

Wie die Abbildung 4 zeigt, wurden auch die Hindernisse von Industrie 4.0 erfragt. Dabei haben 47 Prozent der Unternehmen *fehlende personelle Ressourcen für die Projekte* und 33 Prozent eine *fehlende ganzheitliche Industrie 4.0-Strategie* genannt.

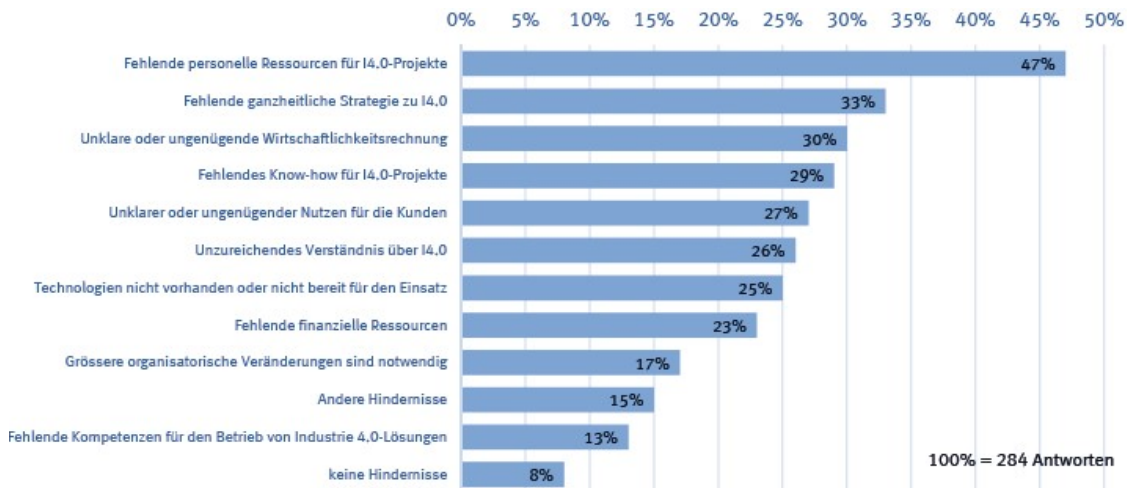


Abbildung 4: Identifikation grösster Hindernisse für Industrie 4.0 (SwissMEM, 2016, S. 13)

Abgesehen von den *fehlenden personellen Ressourcen* zeigen die weiteren identifizierten Hindernisse, dass viele Unternehmen mit dem gesamten Umfang der Industrie 4.0 überfordert sind (SwissMEM, 2016, S. 13). Eine erst kürzlich erschienene Studie zur Industrie 4.0 im Maschinenbau hat diese Erkenntnis nochmals verdeutlicht. Zwar haben grosse Unternehmen mittlerweile eine systematische Herangehensweise an die Digitalisierungsstrategie im Kontext der Industrie 4.0 entwickelt, jedoch sind es oft KMU, welche noch mit der Industrie 4.0 überfordert sind (o.V., 2018).

Zusammenfassend zeigen die Resultate der SwissMEM Umfrage, dass sich eine hohe Anzahl der befragten Unternehmen bereits mit der Industrie 4.0 auseinandergesetzt haben. Einzelne Unternehmen haben sogar bereits Projekte durchgeführt. Die Umfrage zeigt jedoch auch, dass viele Unternehmen die Industrie 4.0 als Konzept sowie das riesige Potenzial und den Nutzen dahinter nicht vollumfänglich erfasst haben. Auch die Auswahl geeigneter Projekte scheint für die Unternehmen unklar zu sein. So sind die angegebenen Projekte auf viele verschiedene Unternehmensbereiche verteilt. Zu erwähnen ist, dass Projekte im Bereich neuartiger Geschäftsmodelle von den Unternehmen bisher am wenigsten geplant oder umgesetzt wurden. Des Weiteren zeigte sich, dass viele Unternehmen mit dem gesamten Umfang der Industrie 4.0 überfordert sind und Unterstützung auf strategischer Ebene benötigen.

1.2 Forschungsfragen und Zielsetzung

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Umfrage der SwissMEM stellen sich nun folgende Forschungsfragen, welche den Leitfaden dieser Arbeit bilden:

- Was bedeutet Industrie 4.0 auf strategischer Ebene für das Unternehmen?
- Welche Nutzenpotenziale kann ein Maschinenbauunternehmen verfolgen?
- Welche Projekte sollen zu Beginn verfolgt werden und welche später?

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist die Erarbeitung eines strategischen Leitfadens. Dieser Leitfaden soll das breite Nutzenspektrum der Industrie 4.0 genau aufzeigen. Dabei wird zwischen internen und externen Nutzenpotenzialen unterschieden werden, was die Thematik den Unternehmen zugänglicher machen und dabei helfen soll, die Erkenntnisse aus dieser Arbeit präziser umzusetzen. Des Weiteren ist es Ziel dieses Leitfadens, die Unternehmen dabei zu unterstützen, ihre Industrie 4.0 Projekte schematisch auszuwählen, was als Voraussetzung gilt, um diese in der Folge optimal umsetzen zu können. Dazu baut der Leitfaden auf einem strategischen Teil auf, welcher einerseits die Strategieentwicklung und andererseits die wichtigsten Handlungsfelder für ein Unternehmen im Kontext der Industrie 4.0 verdeutlicht.

Die mit den Nutzenpotenzialen einhergehenden neuen Geschäftsmodelle werden in dieser Arbeit ebenfalls thematisiert. Einen Leitfaden zur Entwicklung konkreter Geschäftsmodelle oder Empfehlungen zur Umsetzung innerhalb der Industrie 4.0 werden jedoch nicht abgegeben. Der Grund dafür ist, wie in der Einleitung angesprochen, dass innerhalb der Maschinenbaubranche die angebotenen Produkte von Komponenten bis kompletten Anlagen zu stark divergieren.

1.3 Methodik und Aufbau

Die vorliegende Arbeit ist als Literaturarbeit konzipiert und soll durch die Sichtung, Klassifikation und Bewertung relevanter Literatur neue Erkenntnisse auf die definierten Fragestellungen erschliessen. Der Erkenntnisgewinn erfolgt also nicht aus der eigenen Erhebung von Fakten, sondern aus bereits publizierten Fakten, welche unter neuen Gesichtspunkten ausgewertet werden. Die in dieser Arbeit angewendete Methodik kann somit als Inhaltsanalyse bezeichnet werden (Balzert, Schröder, & Schäfer, 2011, S. 73-74).

Dabei sollen die Befunde aus dem Capgemini Report *Industrie 4.0 – Eine Einschätzung von Capgemini Consulting* (Bechtold, Bernhofer, Kern, & Lauenstein, 2014, S. 1) mit den Erkenntnissen aus weiteren Literaturquellen zusammengetragen werden, um bezogen auf die Problemstellung und Forschungsfragen eine Verbindung herzuleiten. Der Capgemini Report dient folglich als Hauptquelle, an welcher sich diese Arbeit orientiert.

Die Arbeit ist so aufgebaut, dass zu Beginn eine Einführung in die Industrie 4.0 und die für ein Maschinenbauunternehmen relevanten Technologien erfolgt. Durch eine Einschätzung der Technologien mit Hilfe des Gartner Hype Cycles soll der allgemeine Entwicklungsstand der Industrie 4.0 erfasst werden. Zudem wird dadurch eine realistische Beurteilung gewisser Erwartungen möglich. Anschliessend soll ein strategischer Teil bezüglich der Industrie 4.0-Strategieentwicklung und ihrer Handlungsfelder im Unternehmen folgen. Dieser Teil stützt sich hauptsächlich auf die Digital Maturity-, 5-Forces- und SWOT-Modelle. Der dritte Teil behandelt dann die Nutzenpotenziale der Industrie 4.0 und soll die Erkenntnisse aller Teile in einem Big Picture synthetisieren. Abschliessend soll noch ein Blick auf verschiedene Geschäftsmodelle innerhalb der Maschinenbaubranche geworfen werden, um die Thematik in der Praxis zu ergründen.

2 Industrie 4.0 – Eine Definition

Das Schlagwort Industrie 4.0 wird häufig dazu benutzt, um eine weitere sich anbahnende industrielle Revolution zu umschreiben. Wie die drei industriellen Revolutionen zuvor, soll die vierte Revolution ebenfalls durch eine neue technologische Innovation ausgelöst werden, nämlich durch die Vernetzung der industriellen Infrastruktur wie Maschinen, Werkstücke, Produkte und Menschen (Obermaier, 2017, S. 3).

Der Grund, weshalb in der Einleitung von der (R)evolution gesprochen wird, ist die allgemein unklare Auffassung der Industrie 4.0. Während die einen damit argumentieren, dass die Industrie 4.0 nicht sofort kommen, sondern sich eher evolutionär entwickeln wird (Lukas, Stork, & Behr, 2014, S. 256), argumentieren andere, dass jede industrielle Revolution mit einer technologischen Innovation begonnen hatte und so Auswirkungen auf verschiedene Bereiche wie Arbeits- und Sozialordnung, Politik etc. mit sich gebracht hatte (Barthelmäs et al., 2017, S. 52). Die verschiedenen Auffassungen geben Grund zur Diskussion, welche jedoch von Obermaier in seinem Buch als mässig bezeichnet wird (2017, S. 4). Diese Diskussion sollte allerdings nicht als mässig aufgefasst werden, da die Frage mit dem allgemeinen Vorgehen eines Unternehmens einhergeht. So kann sich ein Unternehmen beispielsweise evolutionär an die Industrie 4.0 anpassen und ist nicht gezwungen, wie bei einer Revolution, in kürzester Frist Massnahmen einzuleiten. Die Diskussion soll daher durch die Erkenntnisse aus dieser Arbeit zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal aufgegriffen werden, um dem Leser eine mögliche Herangehensweise zu veranschaulichen.

Auch bei der genauen Begriffsdefinition von Industrie 4.0 herrscht kaum Klarheit. So gibt es schätzungsweise 200¹ Definitionen dazu (SwissMEM, 2016, S. 4). Eine davon, welche den Inhalt dieser Arbeit gut widerspiegelt, lautet wie folgt (Industrie2025, o. J.):

¹ Stand 2016

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.

Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit[,] aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“

Der Begriff Industrie 4.0 wurde 2011 unter anderem vom deutschen Physikprofessor Doktor Henning Kagermann ins Leben gerufen. Die ersten Impulse zum Thema Industrie 4.0 gingen daher von Deutschland aus, welches sich mittlerweile global im Diskurs befindet. Die allgemeinen Nutzenpotenziale von Industrie 4.0 sind hauptsächlich die Steigerung der Produktivität sowie die Entwicklung neuer Geschäftsmodellen (Feldges, 2016). Besonders die Thematik um die Nutzenpotenziale soll, wie in der Einleitung beschrieben, im Verlauf dieser Arbeit detailliert aufgegriffen werden.

2.1 Technologien der Industrie 4.0

Die teils neuen Technologien sind die zentralen Treiber, welche mit der Entwicklung der Industrie 4.0 einhergehen (Assenza, 2018) und können als die Basis der anwachsenden Digitalisierung in der Wirtschaft verstanden werden (Albulena, 2016). Dabei werden zu Beginn technologische Innovationen oft unterschätzt oder ihnen wird kaum Beachtung geschenkt. Durch die fortschreitende Entwicklung nehmen diese Technologien dann jedoch immer mehr Einfluss auf Unternehmen, Branchen und Wirtschaft. Es ist daher von grosser Wichtigkeit, Technologien und Trends frühzeitig zu erkennen, da diese bereits heute oder zukünftig eine zentrale Rolle innerhalb der Industrie 4.0 spielen könnten. Auch ist es wichtig, regelmässig den aktuellen Entwicklungsstand der Technologien zu erfassen, um sich ein eigenes Bild über die weiteren Entwicklungen und Erwartungen machen zu können. Dieser Abschnitt soll genau dies ermöglichen, ohne sich dabei mit den technologischen Aspekten in einem detaillierten Rahmen zu befassen.

2.1.1 Technologieanalyse zum Internet of Things und Smart Objects

Das Technologiekonzept des Internet of Things (IoT) baut auf der Idee von Mark Weisers Ubiquitous Computing auf. Ubiquitous Computing stellt eine Umgebung dar, welche durch eingebettete und unaufdringliche Informations- und Kommunikationstechnologien vernetzt wird. Der Unterschied zu IoT liegt darin, dass letztgenannte Technologie den Menschen mit sämtlichen Alltagsgegenständen und Objekten vernetzt und diese durch Audio- und Video-Ausgabegeräte gesteuert werden können (Laudon, Laudon, & Schoder, 2016, S. 236). So werden physische Gegenstände „smart“, d.h., fähig, Informationen zu verarbeiten und bereitzustellen. Objekte gelten als „smart“, sobald in diese Prozessoren, Datenspeicher, Sensorik sowie Netzwerktechnologien eingebettet worden sind. Teilweise sind die Objekte auch mit Aktoren ausgestattet, welche Signale empfangen, um diese dann in eine Prozessbeeinflussung umsetzen (Laudon et al., 2016, S. 236-237; Reif, 2011). An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass im Rahmen dieser Arbeit oft von Cyber-physischen Systemen (CPS) gesprochen wird und sind dabei mit intelligenten Produkten gleichzusetzen (Bechtold et al., 2014, S. 6). Bezogen auf Maschinen bedeutet diese Einbettung von Sensor- und Aktor-Anwendungstechnologien die Anwendung der sogenannten Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M), welche als Kerntechnologie des IoT gilt und folglich die Schnittstelle zwischen der physischen und virtuellen Welt bildet (Bechtold et al., 2014, S. 21).

Konkret können durch die Vernetzung intelligenter Objekte oder Maschinen beispielsweise neue Daten zu Lagerbeständen, Maschinen und Anlagen erfasst werden, um diese kostenoptimal zu steuern. Das unglaubliche Potenzial von IoT widerspiegelt sich darin, dass die globale Wertschöpfung dieser Technologie im Jahr 2025 auf bis zu 6'000 Mrd. US\$ geschätzt wird (Ematinger, 2018, S. 5).

Um den aktuellen Stand der Entwicklung der IoT-Technologie einzuordnen, lohnt es sich, die in der Abbildung 5: Gartner Hype Cycle 2017 dargestellte Grafik heranzuziehen. Der Gartner Hype Cycle erfasst die allgemeine öffentliche Aufmerksamkeit einer Technologie. So durchläuft eine (neue) Technologie verschiedene Phasen von der technologischen Auslösung, zum Gipfel des Hypes inklusive überzogener Erwartungen bis zur Ebene der Produktivität, welche für eine ausgereifte Entwicklung steht (Gartner, o.J.).

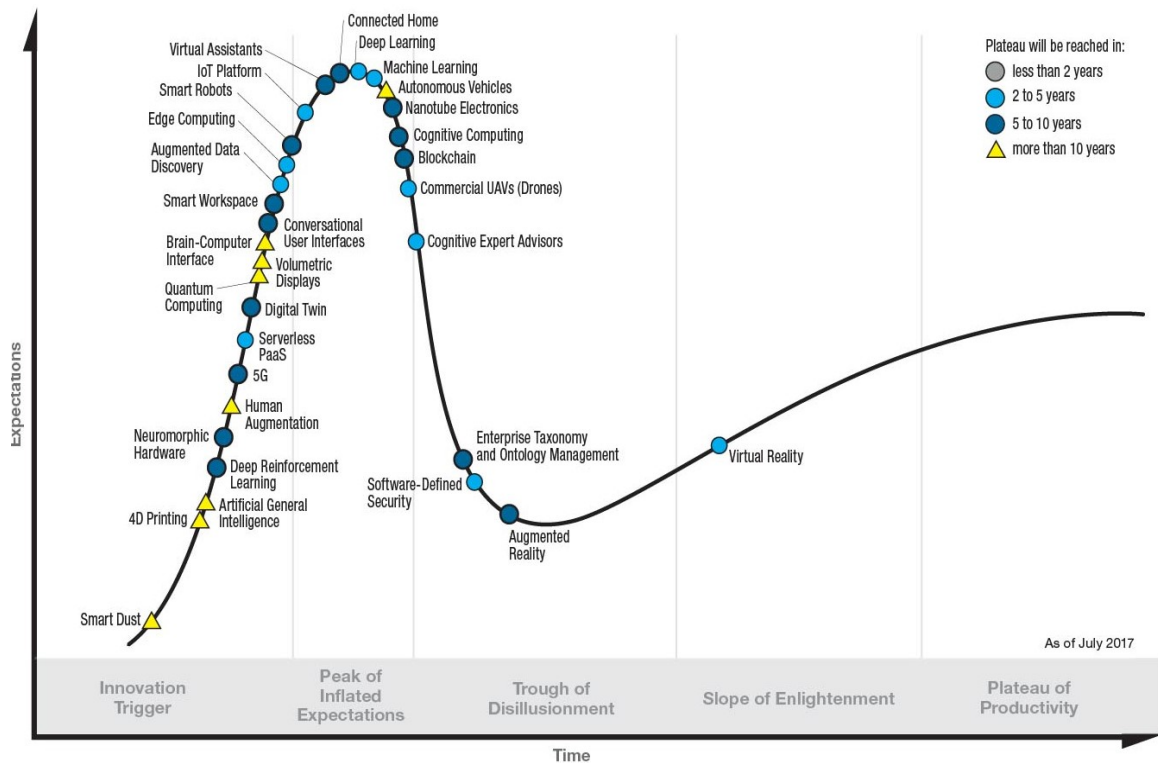


Abbildung 5: Gartner Hype Cycle 2017 (Panetta, 2017)

Nach dem Gartner 2016 IoT als reine Technologie aus dem Gartner Hype Cycle entfernte, wurde der Hype Cycle gleichzeitig mit konkreteren IoT-Technologien wie beispielsweise „Digital Twins“ oder „IoT-Plattformen“ ergänzt. Auch das „Machine Learning“ steht stellvertretend für die IoT-Technologie (Panetta, 2016). Demzufolge kann daraus abgeleitet werden, dass die IoT-Technologie kurz vor dem absoluten Hype-Peak steht. Eine vollständige Entwicklung der Technologie wird sich wohl noch während der nächsten 5 Jahre hinziehen. Diese Erkenntnis relativiert ebenfalls die Aussage des Wertschöpfungspotenzials von 6'000 Mrd. US\$ im Jahr 2025, da man annehmen muss, dass der Hype diese Schätzung ebenfalls verzerrte.

2.1.2 Technologieanalyse zu Cloud Computing

Der Begriff „Cloud“ tauchte das erste Mal Anfang der 1990er Jahre in den USA auf. Grosse Telekommunikationsanbieter erweiterten ihr Angebot durch die Einführung einer Gesamtdienstleistung für Netzwerke statt einzelner Serviceangebote für Router, Hubs oder Switches. Dieses Servicepaket minimierte so die Komplexität für den Endanwender entsprechend. In Bezug auf die EDV hat Google CEO Eric Schmidt den Begriff „Cloud Computing“ das erste Mal auf der Search Engine Strategies Conference verwendet. Dabei beschrieb er Cloud Computing als eine Art Wolke, in welcher Dienstleistung sowie Architektur durch das Internet abrufbar werden (Reitz, 2017, S. 248).

Cloud Computing gründet auf sechs verschiedene Basistechnologien, welche Breitbandinternet, Hochleistungsserver, Virtualisierung, Internetbrowser, das interaktive Web 2.0 und mobile Endgeräte beinhalten. Das Breitbandinternet stellt sicher, dass die Dienstleistung überhaupt bereitgestellt werden kann. Dies kann über einen einzelnen oder mehrere zentrale Server geschehen. Diese Hochleistungsserver bilden die Hauptinfrastruktur, auf welcher die zentralen Applikationen laufen. Nutzer können diese in Echtzeit über das Internet abrufen und nicht benutzte Rechnerkapazitäten können parallel vermietet werden. Die Virtualisierung macht es möglich, dass mehrere Nutzer gleichzeitig auf die Hardware zugreifen und unterschiedliche Applikationen ausführen können. Der Internetbrowser stellt dabei das Mittel zur Verfügung, um überhaupt die Cloud-Services nutzen zu können, ohne dabei eine lokale Software installieren zu müssen. Das Web 2.0 ist für die Darstellung im Internetbrowser zuständig. Durch diese Technologie wird interaktives Arbeiten ermöglicht. Abschliessend komplettieren mobile Endgeräte die Liste der Technologien für Cloud Computing. Dabei sind mobile Endgeräte eher sekundär, da sie lediglich die Möglichkeit bieten, von überall her die Cloud Services abzurufen (Reitz, 2017, S. 249-250).

Cloud Computing stellt für die Industrie 4.0 eine wesentliche Kerntechnologie dar, da diese oft für mobile Mehrwertservices wie Plattform- oder Infrastrukturlösungen eingesetzt wird. Cloud Computing garantiert einen grenzenlosen Datenfluss neben einem ortsunabhängigen Zugang auf eine riesige Datenmenge, was gerade innerhalb der Industrie 4.0 von zentraler Bedeutung ist. Wird der Service extern bezogen, kann die Kapazität problemlos erhöht werden und das finanzielle Risiko einer Investition in die Infrastruktur entfällt somit (Bechtold et al., 2014, S. 20). Im Maschinenbau gilt Cloud Computing als ein zentraler Baustein für den Datenaustausch zwischen den Maschinen. Dabei können sowohl prozessbezogene wie auch externe Daten, wie beispielsweise Energiepreise in Echtzeit, in der Cloud zusammentreffen, um diese später auszuwerten (Heckel, 2015).

Schaut man sich den Gartner Hype Cycle an, ist zu erkennen, dass die Cloud Computing Technologie das letzte Mal 2014 erwähnt wurde. Dabei befand sie sich im „Tal der Enttäuschung“ und hatte somit die Hype-Phase überstanden (Gartner, 2014). In den vergangenen Jahren hatte sich die Technologie stetig weiterentwickelt und genießt mittlerweile eine breite Akzeptanz (Augsten, 2016). Trotzdem beinhaltet die Cloud Computing Technologie Risiken wie beispielsweise Datenschutz, Datensicherheit und Datenmissbrauch (Reitz, 2017, S. 262-263), welche gerade innerhalb der datenintensiven Industrie 4.0 als hohe Gefahr einzustufen sind.

2.1.3 Technologieanalyse zu Big Data Analytics

Angetrieben durch günstige Hardware sowie neuartige Prozesse haben über die letzten zwei Jahrzehnte viele Bereiche wie beispielsweise die Wissenschaft, Medizin, Wirtschaft und Unternehmen eine enorme Menge an Daten produziert. Dieser Trend wurde mit der steigenden Anzahl an Social Media Nutzern durch das Web 2.0 weiter verstärkt. Die Analyse riesiger Datenmengen zur Optimierung der Customer Experience hat dann letztendlich zur Entstehung von Big Data Analytics geführt (Ravi & Kamaruddin, 2017, S. 16).

Wie aus dem Namen bereits hervorgeht, bildet Big Data die Grundlage für die Analyse. Big Data zeichnet sich durch *Volumen*, *Velocity*, *Variety*, *Veracity* sowie *Value*, die sogenannten 5V, aus. *Volumen* bezieht sich dabei auf die enorme Datenmenge, welche jede Sekunde generiert wird. Dank Cloud Computing ist es mittlerweile für jeden möglich, diese Datenmengen zu speichern und abzurufen. Die *Velocity*, also die Geschwindigkeit, ist ein weiteres Merkmal, welches die Dynamik von Big Data umschreibt. Damit ist gemeint, dass oft in kürzester Zeit ein extensives Datenvolumen generiert wird. Des Weiteren bezeichnet *Variety*, zu *Deutsch Vielfalt*, die vielen verschiedenen Datentypen, die in Big Data zusammenkommen. Dabei handelt es sich um unstrukturierte, halb-strukturierte sowie strukturierte Daten aus diversen Quellen. Das vierte *V* stellt die *Veracity*, Wahrhaftigkeit, dar, welche die Glaubwürdigkeit der Daten und damit ihre Qualität versinnbildlicht. Das letzte Merkmal liegt im *Value*, der übersetzt Wert bedeutet. Dabei handelt es sich um den Unternehmenswert der Daten, womit gemeint ist, welche Erkenntnisse daraus erfasst werden können (Ravi & Kamaruddin, 2017, S. 16).

Die Grundbasis für die Big Data Analysen bilden zentrale Daten-Repositories. Um diese Art von Datenbanken in ein Unternehmen zu integrieren, können innovative Technologien wie Hadoop, MySQL oder In-Memory-Datenbanken herangezogen werden. Liegen die Daten im Repository vor, können diese detailliert ausgewertet oder auf wiederkehrende Muster analysiert werden. Dies erlaubt es den Unternehmen, völlig neue Erkenntnisse und Zusammenhänge aus ihren betrieblichen Tätigkeiten zu erhalten (Ecker, 2016).

Big Data Analytics ist für die Industrie 4.0 eine bedeutende Technologie. Durch die zunehmende Anzahl an Smart Products und CPS in der Fertigung wird die Menge an Daten deutlich ansteigen. Diese Daten sollen dann vor allem dabei helfen, ineffiziente Abläufe zu erkennen und zukünftige Ereignisse zu prognostizieren (Bechtold et al., 2014, S. 20-21).

Big Data Analytics Anwendungen wie Predictive Analytics und In-Memory Analytics wurden das letzte Mal im Gartner Hype Cycle 2013 respektive 2014 erwähnt. Es ist zu erkennen, dass die Technologien damals schon weit über den Hype hinaus waren (Gartner, 2013; Gartner, 2014), was daher vermuten lässt, dass die Technologien mittlerweile bereits weit fortgeschritten sind.

2.1.4 Technologieanalyse zur Robotik und künstlichen Intelligenz

Mit dem Bau des ersten Industrieroboters, dem sogenannten Unimate, wurde Ende der fünfziger Jahre begonnen. Er wurde dann 1961 fertiggestellt und beim Unternehmen General Motor in der Fertigungsstrasse eingesetzt, wo er für das automatische Schweissen von Druckgussteilen und Kfz-Karosserien eingesetzt wurde (Unger, 2017). Die moderne Robotertechnik entwickelte sich dann erst zu Beginn der frühen siebziger Jahre. Zu diesem Zeitpunkt waren die Roboter allerdings noch „unintelligent“ und es wurde mit ihnen das Ziel verfolgt, die Arbeitskräfte von monotonen sowie gefährlichen Aufgaben zu entlasten. Durch den schnellen technologischen Fortschritt in den letzten Jahrzehnten ist es jedoch möglich geworden, dank Sensoren und Rechnersoftware den Robotern die Methode der künstlichen Intelligenz (KI) zu implementieren (Kopacek, 2013, S. 41).

Die ersten experimentellen Versuche mit künstlicher Intelligenz erfolgten bereits Mitte der 50er Jahren, als man versuchte, allgemeine Problemlösungsverfahren für Computer zu formulieren. Die ersten Versuche waren jedoch allgemein enttäuschend, jedoch fand man dabei heraus, dass erfolgreiche KI-Programme auf Datenbanken aufgebaut werden müssen. So wurden Mitte der siebziger Jahre die ersten wissensbasierten Expertensysteme entwickelt, welche Spezialwissen aus Gebieten wie der Medizin oder dem Ingenieurwesen beinhalteten. Die Expertensysteme sollten dabei automatische Schlussfolgerungen ziehen, welche bei der Lösungsfindung oder Diagnosen von Situationen unterstützend herangezogen werden konnten (Mainzer, 2016, S. 11-12).

Aus der fortschreitenden technologischen Entwicklung von Industrierobotern und künstlicher Intelligenz sind nun weitere, für die Industrie 4.0 wichtige, Technologien entstanden. Diese Technologien sind unter anderem Machine Learning, neuronale Netze, Deep Learning sowie Natural Language Processing. Beim Machine Learning handelt es sich dabei um mathematische Techniken, welche es Maschinen ermöglichen soll, selbständiges Wissen aus Erfahrungen zu generieren (Petereit, 2016). Technologisch eine Stufe höher gehen informationsverarbeitende Systeme wie die neuronalen Netze. Ihre Struktur sowie Funktionsweise sind dem menschlichen Gehirn nachempfunden und bestehen aus einer grossen Anzahl einfacher und parallel arbeitender Einheiten. Ziel der neuronalen Netze ist es, die kognitiven Fähigkeiten des Menschen nachzubilden (Kruse et al., 2015, S. 7). Das Deep Learning wiederum gilt als Teilbereich des Machine Learnings. So können Maschinen mit Hilfe der erwähnten neuronalen Netze Strukturen erkennen, diese evaluieren und sich dadurch selbständig verbessern (Petereit, 2016). Der letzte Technologiebereich von künstlicher Intelligenz stellt das Natural Language Processing dar. Durch Regeln und Algorithmen soll die natürliche Spracherfassung verarbeitet werden. Es wird anvisiert, eine Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu schaffen, um letztere per Sprache zu steuern und zu bedienen (Litzel, 2016).

Künstliche Intelligenz spielt in der Industrie 4.0 und damit im Maschinenbau bereits heute eine wichtige Rolle. Ein Vorteil respektive mögliches Anwendungsszenario könnte beispielsweise die „predictive Maintenance“, die vorausschauende Wartung, darstellen. Dabei erkennt die KI, wann einer Maschine ein Ausfall droht und ermöglicht so ein schnelles Eingreifen (Klenk & Litzel, 2017). Predictive Maintenance ist zwar bereits ein breites und bekanntes Anwendungskonzept, allerdings wurden laut einer Studie erst sehr wenige Projekte dazu umgesetzt (Schreiner, 2018).

Während sich die Industrieroboter seit Jahrzehnten etabliert haben und in den meisten Produktionsbetrieben zum Standard gehören, lohnt es sich für die KI-Technologien, einen Blick auf Abbildung 5: Gartner Hype Cycle 2017 zu werfen. Dabei ist zu erkennen, dass sich die erwähnten Machine Learning- sowie Deep Learning-Technologien auf dem Höhepunkt der Hype-Phase befinden (Panetta, 2017). Dies könnte eine Erklärung dafür bereitstellen, weshalb beispielsweise momentan nur wenige Projekte zur predictive Maintenance umgesetzt wurden, da die vollständige Entwicklung noch die nächsten 10 Jahre anhalten wird.

2.2 Allgemeiner Entwicklungsstand der Industrie 4.0

Die Liste könnte zusätzlich mit weiteren Technologien wie 3D-Druck, Drohnen, Virtual Reality, 5G etc. weitergeführt werden. Nach intensiven Literaturrecherchen hat sich allerdings gezeigt, dass die in den Abschnitten 2.1.1-2.1.4 erwähnten Technologien die zentralsten Bausteine für ein Maschinenbauunternehmen darstellen. Daher wird auf die Analyse weiterer Technologien verzichtet. Konsolidiert man die Ergebnisse aus den Technologieanalysen, lässt sich der ungefähre Entwicklungsstand der Industrie 4.0 ableiten. So ist zu erkennen, dass die meisten Technologien die Hype-Phase bereits überwunden und sich auf einem guten Entwicklungsstand befinden. Lediglich die Technologie der künstlichen Intelligenz sowie einzelne IoT-Technologien haben momentan eine Phase erreicht, in der die Erwartungen mit der Realität (noch) nicht übereinstimmen. Gerade die künstliche Intelligenz ist jedoch eine eminent wichtige Technologie für die Industrie 4.0 und somit für Maschinenbauunternehmen. Sofern sich die KI-Technologie jedoch entsprechend den Erwartungen weiterentwickelt, werden die damit einhergehenden Möglichkeiten neue Maßstäbe setzen.

Teilt man also die „Technologie“ Industrie 4.0 in den Gartner Hype Cycle ein, wird sich diese ungefähr in der Hälfte der Talfahrt befinden. Vergleicht man den aktuellen Stand der Industrie 4.0 im Gartner Hype Cycle mit dem Jahr 2015 (Kaufmann, 2015, S. 9-10), ist zu erkennen, dass in den letzten 3 Jahren eine nennenswerte Entwicklung stattgefunden hatte. Dabei sollte die Hype-Phase mittlerweile überwunden sein, weshalb die Erwartungen in den nächsten Jahren wohl eher etwas abnehmen werden.

2.3 Technologische Trends in der Industrie 4.0

Sich mit der Industrie 4.0 zu befassen heisst, sich stets über die neusten Trends sowie Technologien zu informieren. Dabei sind zwei wichtige Trends zu erkennen, welche sich in den letzten 3-4 Jahren zu konkreten Geschäftsaktivitäten resp. Modellen entwickelt haben. Konkret sind dies die Technologien Software und Plattformen, welche in den letzten Jahren zu deutlichen Umstrukturierungen in unterschiedlichsten Betrieben geführt haben. Auch für Maschinenbauunternehmen bedeuten diese zwei Technologien ein Umdenken in einem weitreichenden Umfang. Mit dem Ziel, wichtige Daten sammeln und austauschen zu können, rüsten immer mehr Fabriken ihre Bauteile, Komponenten, Werkzeuge, Maschinen etc. mit Sensoren und Kommunikationssystemen auf. Dafür sind Softwaresysteme notwendig, welche für ein funktionierendes Zusammenspiel innerhalb dieses Gefüges sorgen. Während diese Systemsoftwares bereits zum heutigen Standard gehören, gelten neuartige Softwaresysteme, welche zur Optimierung eines Produktlebenszyklus angewendet werden, als eine neue Herausforderung. Dabei sollen sie eine dauerhafte Wettbewerbsfähigkeit sicherstellen. So erleben viele Branchen eine umfassende Digitalisierung in der Produktherstellung, welche sich in allen Prozessen bemerkbar macht (Russwurm, 2013, S. 24-25). Was die softwarebezogenen Digitalisierung für die Unternehmensstrukturen bedeutet, wird unter anderem in Abschnitt 4: Unternehmensanalyse und ihre Handlungsfelder genauer geklärt.

Digitale Plattformen und die damit einhergehende Plattformökonomie ist ein Trend, welcher in Zukunft für den Maschinenbau eine tragende Rolle spielen wird (VDMA, o.J.). Die Plattformen bilden dabei eine Art Verbindung zwischen virtueller und realer Fertigungswelt (Russwurm, 2013, S. 32). Sie sind schematisch zu 3 verschiedenen Schichten, nämlich Daten-Input, Datenaggregation sowie Datenverwertung, aufgebaut. Der Daten-Input sollte dabei hinsichtlich seiner Datenformate (unstrukturierte Daten) sowie Quellen möglichst heterogen aufgebaut sein. Konkret heisst dies, dass beispielsweise Wetterdaten aus dem Internet mit Daten aus Maschinen verbunden werden können. Die zweite Schicht soll dann die Aggregation der Daten an einem physischen Ort oder dezentral ermöglichen. Diese Daten werden zum Schluss für die Datenverwertung in Bereichen wie der Steuerung, Vermarktung oder des Services zugänglich gemacht (Baums, Schössler, & Scott, 2015, S. 16).

Schaut man sich die Vorteile und Potenziale durch Plattformen an, ist es weniger verwunderlich, weshalb sich die Plattformen bereits in vielen Bereichen der Wirtschaft etabliert haben. So stellen Plattformen einen Austauschort zwischen Händler und Käufer dar, wodurch eine Menge an Transaktionskosten eingespart werden kann. Des Weiteren entstehen durch Plattformen Netzwerkeffekte, d.h., ihr Nutzen steigt mit jedem zusätzlichem Teilnehmer. Ein ebenso nicht minderwichtiger Vorteil ist die Möglichkeit, Produkte beliebig individuell anzubieten. Durch die Plattform ist es möglich, die Individualisierung eines Produktes mit einer hohen Skalierbarkeit zu verbinden. Ein letzter wichtiger Faktor ist die Möglichkeit, das Innovationsmanagement

voranzutreiben (Baums et al., 2015, S. 17). Unter Abschnitt 7: Wertetreiber der Industrie 4.0 werden Plattformen in einem detaillierten Rahmen nochmals aufgegriffen, um ihren Nutzen besser zu verstehen.

Zuletzt ist auch die Blockchain ein Technologietrend, welcher sich seit 2017 etabliert hat. Die Technologie wird noch selten mit der Industrie 4.0 in Verbindung gebracht und findet in den recherchierten Literaturen kaum Erwähnung. Die Blockchaintechnologie gilt daher als gutes Beispiel, weshalb Technologietrends stets verfolgt und ihre Anwendungsmöglichkeiten früh erkannt werden müssen. Allgemein erhofft man sich durch diese Technologie neue, disruptive Geschäftsmodelle entwickeln zu können. Um die Relevanz dieses Trends genauer zu beleuchten, bedarf es jedoch zuerst einer genauen Definition (Burgwinkel, 2016, S. 3, 5-6).

„Mit dem Begriff Blockchain wird ein technisches Konzept bezeichnet, welches einzelne Datensätze (z.B. Transaktionen) zu Blöcken zusammenfasst und mit Hilfe kryptografischer Verfahren die Datenintegrität gewährleistet. Die Blöcke sind miteinander sequentiell verkettet, so dass die zeitliche Reihenfolge als auch die Datenintegrität des gesamten Datenbestandes sichergestellt ist. Eine Manipulation eines Datensatzes würde nachweisbar sein. Bei einer Blockchain werden neue Daten zu einem neuen Block zusammengefasst und dieser wird an die bestehende Blockchain angehängt.“

Die Blockchaintechnologie wird besonders innerhalb der Finanzindustrie für die Abwicklung von Transaktionen eingesetzt, da sie beispielsweise die Zahlungsprozesse oder Buchhaltungsprozesse radikal vereinfacht (Burgwinkel, 2016, S. 17). Diese Anwendung scheint für ein Maschinenbauunternehmen möglicherweise irrelevant, doch hinter dem Technologiekonzept verbirgt sich weitaus mehr.

Die auf der Blockchain transferierten Währungen sind die sogenannten Kryptowährungen. Die Kryptowährung ist eine digitale Währung, welche kryptografisch verschlüsselt ist. Sie ist ausserordentlich schwer zu fälschen und wird von keiner zentralen Behörde emittiert. Eine der bekanntesten Kryptowährungen stellt der Bitcoin dar (Schiller, 2017) und kann wie alle Währungen auf Tauschbörsen gehandelt werden (Saurenz, 2017). Momentan befinden sich ungefähr $1'600^2$ Kryptowährungen auf dem Markt (Coinmarketcap, o.J.). Eine dieser Währungen heisst IOTA und ist besonders für Maschinenbauunternehmen interessant, denn sie gilt als Kryptowährung der Maschinen und basiert auf dem IoT-Konzept. Mit Hilfe der Blockchain und der IOTA-Währung soll ein autonomes Bezahlen zwischen den Maschinen, sprich ein M2M-Payment, möglich werden (Bergmann, 2016). Eine weitere mögliche Anwendung für Maschinenbauunternehmen sind Smart Contracts. Ein Smart Contract stellt eine Art Software dar, über welche Transaktionen automatisch abgewickelt werden. Die Transaktion ist jedoch stets an die Bedingung geknüpft, dass alle Beteiligten die zuvor niedergelegten Bedingungen erfüllt haben.

² Stand 8. Mai 2018

Durch diese Anwendung können die Vertriebsketten verkürzt sowie transparenter gehalten werden (Asma, Ballhaus, Geretshuber, & Ohrtmann, 2017).

Abschliessend ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass die Blockchaintechnologie innerhalb der vorliegenden Arbeit nicht weiter berücksichtigt wird. Das Beispiel soll lediglich veranschaulichen, dass gewisse Technologien auch trotz breiter Diskussion um die Industrie 4.0 zum Teil noch vernachlässigt werden. In der Endbetrachtung gilt es zudem festzuhalten, dass die Integration von nur einer der genannten Technologien noch kein Industrie 4.0 fähiges Unternehmen ausmacht. Viel mehr verlangt dies das Zusammenspiel mehrerer Technologien im Betrieb sowie ein darauf abgestimmtes Vorgehen auf strategischer Ebene, welches in den folgenden Abschnitten weiter behandelt wird.

3 Entwicklung einer Industrie 4.0-Strategie

Entscheidet sich ein Maschinenbauunternehmen, neu oder verstärkt auf die Digitalisierung einzugehen, sind entsprechende strategische Massnahmen zu treffen. Dies gilt besonders für eine dem Unternehmen angepasste Digitalisierungsstrategie.

Diese gilt es nun zielgerichtet zu formulieren, nachdem die für ein Maschinenbauunternehmen relevanten Technologien und Trends für die Industrie 4.0 bekannt sind. Des Weiteren hat das Verfolgen einer Digitalisierungsstrategie einen enormen Einfluss auf sämtliche Ebenen des Unternehmens, was dazu führt, dass verschiedene Handlungsfelder in einen neuen Fokus rücken. Definiert werden Handlungsfelder als „*Bereiche des Handelns*“ (Dudenredaktion, o.J.). Dieser Abschnitt soll die Bedeutung, der Zweck und die Prozessschritte einer Strategie und deren Entwicklung genau aufzeigen und so die Basis für die weiteren Abschnitte des Hauptteils legen.

3.1 Definition und Zweck einer Strategie

Der Begriff „Strategie“ stammt aus dem altgriechischen Wort „strategos“, was der Bezeichnung eines „*Amtes in der oberen Heerführung*“ entspricht (Sternad, 2015, S. 3). Es verwundert daher nicht, dass bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts der Begriff „Strategie“ noch mehrheitlich im militärischen Kontext gefallen ist. Mittlerweile ist der Begriff im betriebswirtschaftlichen Sinne jedoch schon lange ein prominenter und soll „*die langfristig geplante Verhaltensweise eines Unternehmens zur Erreichung seiner Ziele*“ definieren (Crespo, Bergmann, & Lacker, 2009, S. 125). Diese allgemeine Begriffsdefinition reicht allerdings nicht aus, um das ganze Ausmass einer Strategie korrekt wiederzugeben. Die Überlegung dabei ist, dass nicht alle Entscheidungen, welche das Unternehmen in ihrer Entwicklung über einen kurz oder langfristig Zeitraum beeinflussen, planbar sind (Sternad, 2015, S. 3). Die Strategie sollte dabei eher als ein grobes Muster innerhalb eines Entscheidungsstroms angesehen werden. Dieses Muster setzt sich gemäss Mintzberg meist aus einer Kombination von bewusst geplanten strategischen sowie

emergent auftretenden Initiativen zusammen (Mintzberg, 1979, S. 582). Zu beachten ist, dass eine Unterscheidung zwischen der Unternehmens- sowie der Geschäftsfeldstrategie zu tätigen ist. Erstere beschäftigt sich mit der Frage, in welchen Märkten das Unternehmen konkurrieren möchte und letztere, wie sich im ausgewählten Markt einen Wettbewerbsvorteil geschaffen werden kann. Spricht man nun also von einer Digitalisierungsstrategie, ist diese grundsätzlich auf der Ebene der Unternehmensstrategie anzusiedeln, da sie sich auf das gesamte Tätigkeitsfeld des Unternehmens bezieht (Paul & Wollny, 2014, S. 209).

3.2 Prozess der Strategieentwicklung (Analysephase und Strategieformulierung)

Im Prozess einer Strategieentwicklung sind sowohl die Analysephase als auch die Strategieformulierung die zwei ausschlaggebenden Hauptschritte. Der erste Prozessschritt soll wichtige Informationen hervorbringen, um die interne sowie externe Situation des Unternehmens oder Geschäftsfeldes zu beschreiben und die zukünftige Entwicklung zu prognostizieren (Hungenberg, 2014, S. 81, 85). Dabei wird allgemein zwischen der Unternehmens- sowie Umweltanalyse unterschieden (Welge, Al-Laham, & Eulerich, 2017, S. 299). Ziel einer Unternehmensanalyse ist es, ein möglichst präzises Bild der Stärken und Schwächen des Unternehmens zu gewinnen, welche an den im Unternehmen vorhandenen Fähigkeiten und Ressourcen evident werden (Camphausen, 2013, S. 53). Die Fähigkeiten können dabei die Mitarbeitenden oder die Kompetenzen des Unternehmens betreffen (Heindl & Treugut, 2016, S. 12). Als Unternehmensressourcen gelten zum Beispiel die Mitarbeitenden bzw. ihr Wissen (Probst, Raub, & Romhardt, 2012, S. 22) oder auch physische Gegenstände wie Anlagen (Al-Laham, 2016, S. 34). Bezogen auf eine Digitalisierungsstrategie soll daher im ersten Schritt während der Analysephase die digitale Reife ermittelt und bewertet werden, da die digitale Reife den Ausgangspunkt auf dem Weg zur Industrie 4.0 darstellt (Bechtold et al., 2014, S. 33). Dieser spezifische Fokus auf die Stärken und Schwächen und Bestimmung der digitalen Reife kann mit Hilfe des „Digital Maturity Model“ vollzogen werden. Damit sollen alle digitalen Dimensionen eines Unternehmens genau durchleuchtet werden, um sich strategisch lückenlos an die neue digitale Welt anpassen zu können (Berghaus, Back, & Kaltenrieder, 2015, S. 6).

Bei der Umweltanalyse werden alle Informationen im Umfeld des Unternehmens untersucht. Dabei wird überprüft, inwiefern diese Informationen einen Einfluss auf das Unternehmen ausüben. Die Informationen sind dabei vergangenheits-, gegenwarts- oder zukunftsbezogen. Trägt man dann alle erhobenen Informationen zusammen, können gewisse Chancen oder Risiken als strategische Anhaltspunkte genutzt werden (Camphausen, 2013, S. 31, 33). Die Analyse der Umwelt wird durch die PEST-Methode (Steuernagel, 2017, S. 61) sowie Porter's 5-Forces Modell unterstützt (Hungenberg, 2014, S. 99).

In einem zweiten Schritt soll dann auf Basis der Analysephase eine zielorientierte Strategieformulierung sowie -entscheidung erfolgen. Durch eine Kombination der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken innerhalb einer SWOT-Matrix können dann verschiedene Normstrategien abgeleitet sowie formuliert (Steuernagel, 2017, S. 77) und durch eine Nutzwertanalyse bewertet und ausgewählt werden (Wicharz, 2018, S. 203-204).

4 Unternehmensanalyse und ihre Handlungsfelder

Dieser Abschnitt soll anhand einer Unternehmensanalyse die verschiedenen Dimensionen im Kontext der Digitalisierung beleuchten und so die möglichen Stärken und Schwächen eines Unternehmens besser erkennbar machen. Dabei steht das bereits erwähnte Digital Maturity Model im Vordergrund und zeigt die Handlungsfelder einer Digitalisierungsstrategie auf.

4.1 Die digitalen Kompetenzen (Digital Maturity Model)

Die Stärken und Schwächen im Kontext der Digitalisierung sind für ein Unternehmen wichtig zu kennen, denn sie helfen nicht nur bei der Strategieformulierung, sondern zeigen auch, in welchen Bereichen noch Handlungsbedarf besteht. Die Analyse der digitalen Stärken und Schwächen kann beispielsweise durch die Ermittlung der digitalen Reife erfolgen. Dabei kann die Ermittlung durch verschiedene Ansätze oder Modelle analysiert werden. So sind im Rahmen dieser Arbeit drei verschiedene Modelle genauer betrachtet worden. Das erste Modell ist das „Digital Maturity Model“ der Universität Sankt Gallen und dem Unternehmen Crosswalk (siehe Abbildung 6: Digital Maturity Model). Anhand dieses Modells können die Fähigkeiten, welche innerhalb einer fokussierten Digitalisierungsstrategie nötig sind, genau gemessen werden (Berghaus et al., 2015, S. 9). Ein zweites Modell, welches konsultiert wurde, ist das „Digital Maturity Model“ der Hochschule Reutlingen und dem Unternehmen Neuland. Dieses Modell ist ähnlich aufgebaut wie dasjenige der Universität Sankt Gallen. Es wurde jedoch für diese Arbeit nicht berücksichtigt, da eine Bewertung durch nur wenige Indikatoren (32) erfolgt und die Bewertung eher für die Umsetzung einzelner Projekte geeignet ist als für eine umfassende Unternehmensanalyse. Das dritte Modell der Capgemini und dem MIT Sloan Management soll ebenfalls den digitalen Reifegrad ermitteln. Allerdings sind keine Indikatoren erkennbar und somit entfällt die Möglichkeit einer klaren Bewertung. So soll im Rahmen dieser Arbeit das „Digital Maturity Model“ der Universität Sankt Gallen zur Anwendung kommen. Das Modell weist eine detailliertere und klare Anwendung auf. Zudem ist das Modell bereits in diversen Schweizer Maschinenbauunternehmen zum Einsatz gekommen und beweist somit praktische Relevanz (Berghaus, Back, & Kaltenrieder, 2017, S. 13).

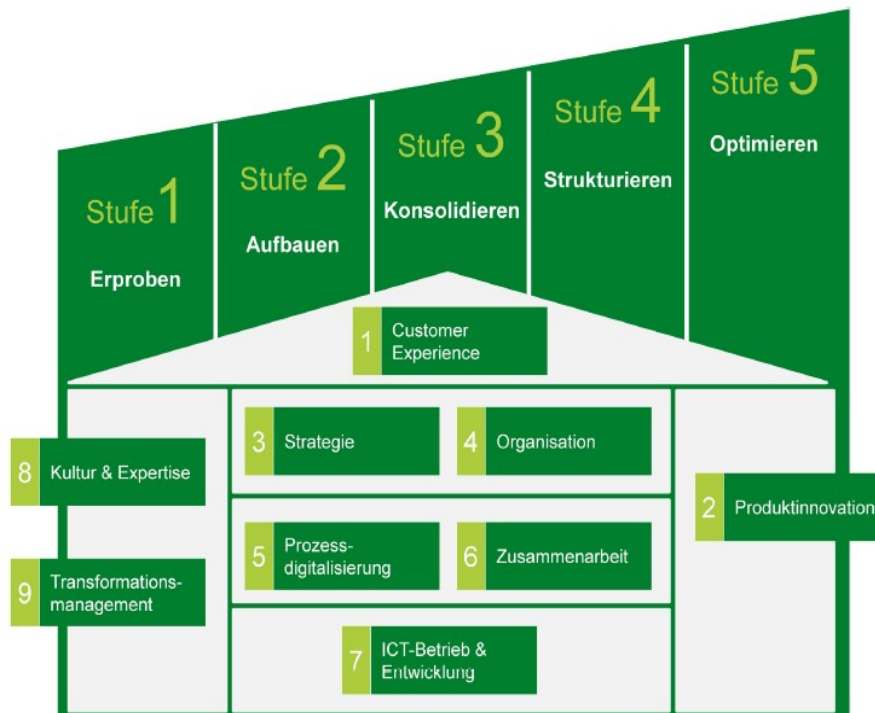


Abbildung 6: Digital Maturity Model (Berghaus et al., 2015, S. 14)

Um in einem Unternehmen ein gemeinsames Verständnis der digitalen Reife und somit der internen Stärken und Schwächen im Kontext der Digitalisierung zu erhalten, wurde das Digital Maturity Model entwickelt. Es soll zentrale Unternehmensfähigkeiten in neun Dimensionen zusammenfassen und teilt diese in fünf Reifegrade ein. Dabei beinhalten die neun Dimensionen folgende Punkte mit den folgenden jeweils optimalen Bedingungen:

Customer Experience

Die digitale Reife im Bereich der Customer Journey bedeutet, sich dem digitalen Verhalten seiner Kunden anzupassen. Dafür müssen systematische User-Research Aktivitäten durchgeführt und Kundendaten ausgewertet werden (Analytics). Interaktionen mit den Kunden finden nahtlos und konsistent über alle Kanäle statt. Die Interaktionsgestaltung ist auf die verschiedenen Anforderungen ausgerichtet (Experience Design) (Berghaus et al., 2015, S. 16).

Produktinnovation

Die digitale Reife im Bereich der Produktinnovationen drückt sich vor allem dadurch aus, dass digitale Technologien eingesetzt werden, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln und sich so einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen (Geschäftsfelderweiterungen). Ein gewisses Standing durch digitale

Innovationen wirkt auf Kunden und Wettbewerber. Innovative Ideen werden im Unternehmen so gut wie möglich gefördert (Innovationsgrad). Kunden werden aktiv in die Entwicklung von Produkten mit einbezogen (Digitale Kundenintegration) (Berghaus et al., 2015, S. 18).

Strategie

Ist die Unternehmensstrategie vollends auf das Ausnutzen digitaler Technologien ausgerichtet, gilt diese Dimension als reif. Dabei werden Innovationen durch digitale Technologien im Unternehmen aktiv unterstützt (strategische Innovation). Die Wahrnehmung eines digitalen Unternehmens herrscht intern sowie extern vor. Die Industrie 4.0 spielt dabei eine tragende Rolle in der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens (Digitales Commitment) (Berghaus et al., 2015, S. 20).

Organisation

Digital reife Unternehmen im Bereich der Organisation haben ihre Strukturen der neuen Herausforderung angepasst und stellen digitale Kompetenzen zur Verfügung. Das heisst, dass jegliche Barrieren innerhalb der Organisation aufgelöst und digitale Kompetenzen in allen Bereichen vorhanden sind (digitale Teamaufstellung). Auf wechselnde Einflüsse und Anforderungen von aussen kann das Unternehmen agil reagieren (unternehmerische Agilität). Netzwerke aus Spezialdienstleistern sollen dem Unternehmen helfen, fehlende Kompetenzen abzudecken (Partnernetzwerke) (Berghaus et al., 2015, S. 22).

Prozessdigitalisierung

Im Bereich der Prozesse zeichnet sich ein digital reifes Unternehmen durch seine Ausrichtung der Kommunikation, Transaktion wie auch Führung auf die digitalen Strukturen aus. Digitale sowie mobile Kanäle können ohne Umstrukturierungen in interne Prozesse integriert werden (Touchpoint-Management). Geschäftliche Kernprozesse sind durch digitale Technologien verbessert oder automatisiert und zeichnen sich so durch eine hohe Agilität und Dynamik aus (Automatisierung). Durch Analytics kann die digitale Kommunikation gesteuert und angepasst werden (Digitale Marketingkommunikation) (Berghaus et al., 2015, S. 24).

Zusammenarbeit	In einem digital reifen Unternehmen im Bereich der Zusammenarbeit werden die Mitarbeitenden in ihrer Kommunikation sowie Kollaboration durch digitale Technologien unterstützt. Konkret heisst dies, dass Wissen jedem zugänglich gemacht oder weitegegeben wird (Wissensmanagement). Digitale Technologien prägen die Kommunikation und Kollaborationen von Teams (Kollaboration). Flexible Arbeitsorte und mobiles Arbeiten wird aktiv durch verschiedenen Massnahmen unterstützt (Flexibles Arbeiten) (Berghaus et al., 2015, S. 26).
ICT-Betrieb & Entwicklung	Digital reife Unternehmen haben ihre ICT-Infrastruktur und Informationssysteme auf die neuen Anforderungen erweitert oder ausgebaut, um digitale Produkte, Services, Transaktionen etc. zu ermöglichen. So können Unternehmen durch die Anwendung agiler Methoden dynamisch und schnell neue Lösungen entwickeln und in Betrieb nehmen (agile Projektabwicklung). Bestehende Systeme sind weitestgehend skalierbar und mit offenen Schnittstellen versehen, um neue Services zu integrieren (integrierte Infrastruktur). Expertisen bezüglich der neusten digitalen Schlüsseltechnologien sind im Unternehmen vorhanden (IT-Expertise) (Berghaus et al., 2015, S. 28).
Kultur & Expertise	Eine digital reife Unternehmenskultur zeichnet sich durch Offenheit und Verständnis gegenüber digitalen Technologien aus. So besitzen die Mitarbeitenden eine Affinität gegenüber digitalen Technologien und ein breitegefächertes digitales Wissen (digitale Affinität). Den Status Quo zu hinterfragen und allenfalls über Bord zu werfen, erfordert eine wichtige Risikobereitschaft (Risikobereitschaft). Aus Fehlern und gescheiterten Projekten werden wertvolle „Lessons Learned“ gezogen (Fehlerkultur) (Berghaus et al., 2015, S. 30).
Transformationsmanagement	In einem digital reifen Unternehmen im Bereich des Transformationsmanagements definiert eine klar strukturierte Roadmap von der obersten Führungsebene den Change-Prozess. Das heisst, die Rollen sowie Verantwortlichkeiten sind klar verteilt und im Prozess integriert (Governance). Die Digitalisierung geht vom Topmanagement aus und wird als grosse Priorität

betrachtet. Die Führung soll den digitalen Wandel vorleben (Management-Unterstützung). Die Ziele werden zum Schluss durch KPIs und vordefinierte Werte regelmässig überprüft (Performance Management) (Berghaus et al., 2015, S. 32).

Tabelle 1: Dimensionen des Digital Maturity Models

Punktereifegrad

Nachdem die Dimensionen bekannt sind, kann der Punktereifegrad ermittelt werden. Dafür dient ein Fragebogen (im Anhang) mit insgesamt 64 Indikatoren, welche dann auf die aktuelle Situation bezogen mit fünf verschiedenen Punktereifegraden ((1) gar nicht, (2) wenig, (3) teilweise, (4) überwiegend, (5) völlig) bewertet werden. Zählt man die erreichte Punktzahl zusammen und setzt diese ins Verhältnis zur Gesamtpunktzahl, ergibt dies einen prozentualen Wert, welcher den aktuellen Punktereifegrad des Unternehmens definiert (Berghaus et al., 2017, S. 8, 10). Konkret sind die prozentualen Schwellwerte pro Reifegrad wie folgt aufgeteilt:

Reifegrad 1:	0 – 20 Prozent
Reifegrad 2:	21 – 40 Prozent
Reifegrad 3:	41 – 60 Prozent
Reifegrad 4:	61 – 80 Prozent
Reifegrad 5:	80 – 100 Prozent

Clusterreifegrad

Um den Schwierigkeitsgrad eines jeden Indikators zu berücksichtigen, soll zusätzlich der Clusterreifegrad ermittelt werden. Aufgrund vergangener Befragungen wurden fünf verschiedene Cluster (Reifestufen) gebildet. Die Indikatoren wurden dann je nachdem, wie diese bewertet wurden, eingeteilt. Wurde ein Indikator vorwiegend mit „völlig“ (5) bewertet, wurde dieser in das Stage 1 Cluster (sehr einfach zu erfüllen) eingeteilt, wenn hingegen mit „gar nicht“ (1), wurde dieser dem Stage 5 Cluster (sehr schwer zu erfüllen) zugeordnet.

Für die Berechnung des Clusterreifegrads wird die jeweils pro Cluster erreichte Punktzahl ins Verhältnis zur Maximalpunktzahl gesetzt. Um jeweils den nächsten Reifegrad zu erreichen, müssen gewisse Schwellwerte im Cluster erreicht werden. Da diese Schwellwerte nicht öffentlich einsehbar sind, werden diese speziell für diese Arbeit festgelegt. So sind die Schwellwerte pro Cluster wie folgt:

Cluster 1 = 70 Prozent, Cluster 2 = 65 Prozent, Cluster 3 = 60 Prozent, Cluster 4 = 55 Prozent, Cluster 5 = 50 Prozent.

Die Indikatoren im Cluster 1 sind wie beschrieben am einfachsten zu erfüllen. Daher wurde diesem Cluster den höchsten Schwellwert zugewiesen. Mit zunehmender Schwierigkeit nehmen die Schwellwerte pro Cluster ab. Wie sich die fünf Cluster im Detail zusammensetzen, ist im Anhang ersichtlich.

Da wohl im Verlaufe des vergangenen Jahres vier weitere Indikatoren dazugekommen sind, sind lediglich 60 der 64 Indikatoren in die fünf Cluster eingeteilt. Die vier fehlenden Indikatoren mussten durch eine genaue Analyse der „*Results of an empirical Maturity Study*“ (Berghaus & Back, 2016, S. 1) ausfindig gemacht werden. Danach wurden die vier Indikatoren eigens für diese Arbeit einem jeweiligen Cluster zugewiesen:

Indikator

Annahme und Einteilung in Cluster

„*Unsere Mitarbeitenden teilen relevantes Wissen proaktiv und strukturiert in digitalen Kollaborationsplattformen.*“ (o.V., 2016, S. 3)

Mitarbeitende zu schulen und ihnen die Wichtigkeit von Wissensaustausch zu vermitteln, braucht eine gewisse Zeit und muss gewissermassen entwickelt werden. Daher wurde dieser Indikator als eher schwierig zu erreichen und damit in das Stage 4 Cluster eingestuft.

„*Wichtige Verhaltensregeln zur IT Security sind den Mitarbeitenden bekannt und deren Einhaltung wird regelmässig überprüft (z.B. externe Audits).*“ (o.V., 2016, S. 4)

Alle Mitarbeitenden können mit regelmässigen Schulungen und Awareness Trainings (laufend oder bei Eintritt in ein Unternehmen) getestet werden. Es wird jedoch angenommen, dass eine aktive und regelmässige Überprüfung der Mitarbeitenden in der Praxis zu selten stattfindet. Entsprechend dieser Annahme wurde dieser Indikator in das Stage 3 Cluster eingeteilt.

„*Zur Sicherstellung des IT-Betriebs und der Verfügbarkeit von Daten haben wir für verschiedene Bedrohungsszenarien Massnahmen geplant und getestet.*“ (o.V., 2016, S. 4)

Dies zählt zu den wichtigen Aufgaben der IT und sollte in den meisten Unternehmen bereits durchgeführt worden sein. Somit ist dieser Indikator generell einfacher zu erreichen und wurde dem Stage 1 Cluster zugewiesen.

„Wir erläutern Kunden proaktiv und verständlich, wie ihre Daten bei uns verwendet werden.“ (o.V., 2016, S. 4)

Kunden werden generell eher selten darüber ins Bild gesetzt. Daher wird für diesen Indikator angenommen, dass Unternehmen ihre Datennutzung kaum transparent machen. Somit wurde dieser Indikator zum Stage 4 Cluster gezählt.

Gesamtreifegrad

Sind sowohl Punkte- wie auch Clusterreifegrad bekannt, kann nun der Gesamtreifegrad berechnet werden. Dieser berechnet sich aus dem arithmetischen Mittel des Punktereifegrads und Clusterreifegrads (Berghaus et al., 2017, S. 10). Der Gesamtreifegrad wird wie folgt beschrieben (Berghaus et al., 2015, S. 15):

Reifegrad 1: Erproben *„Auf dieser Stufe wird der Handlungsbedarf erkannt und es werden Ressourcen für digitale Themen bereitgestellt. Erste Ideen für neue digitale Produkte und Services werden umgesetzt. Dabei arbeiten verschiedene Abteilungen übergreifend zusammen. Mobiles Arbeiten und digitale Kollaboration ist im Unternehmen kein Fremdwort mehr.“*

Reifegrad 2: Aufbauen *„In diesem Stadium hat das Unternehmen ein übergreifendes Verständnis für die Bedeutung der Digitalisierung erlangt. Digitale Projekte haben einen hohen Stellenwert und werden priorisiert vorangetrieben. Neue Fähigkeiten werden definiert und bei der Rekrutierung von neuen Mitarbeitern spielen digitale Fachkenntnisse eine wichtige Rolle.“*

Reifegrad 3: Konsolidieren *„Unternehmen haben auf strategischer Ebene eine Zielvorstellung definiert und treiben die Digitalisierung als strategisches Change-Projekt voran. Auf technologischer Ebene sind die Systeme so aufgestellt, dass kurzfristig Updates gemacht werden können, und digitale Schlüsseltechnologien sind definiert. Digitale und mobile Kanäle sind in Vertriebs-, Transaktions- und Serviceprozesse integriert.“*

Reifegrad 4: Strukturieren	<i>„Zur weiteren digitalen Transformation des Unternehmens besteht eine Roadmap und es gibt eine klare Strategie zur Beschaffung oder Implementierung digitaler Schlüsseltechnologien. Zudem werden neue digitale Technologien mit Relevanz für das eigene Geschäft frühzeitig erkannt und überprüft. Die Automatisierung von Prozessen schreitet voran. Analytics werden in der digitalen Kundenkommunikation zur Optimierung eingesetzt.“</i>
Reifegrad 5: Optimieren	<i>„Auf dieser Stufe werden einzelne Funktionsbereiche gezielt ausgebaut. Zur weiteren digitalen Transformation des Unternehmens sind operative Ziele des Digital Business in Management-Zielvereinbarungen verankert. Messbare Ziel- und Leistungsindikatoren sind definiert und werden laufend überprüft. Das digitale Potenzial in Kernprozessen ist in Bezug auf aktuelle Best Practices ausgeschöpft und etabliert.“</i>

Tabelle 2: Beschreibung aller Gesamtreifegrade

Berechnet man die digitale Reife der Unternehmen aus der Maschinenbauindustrie anhand der Zahlen aus dem *Digital Maturity & Transformation Report 2017*, kommt man auf einen Reifegradschnitt von 2.89. Dies entspricht somit der Stufe 2, was bedeutet, dass sich die meisten teilnehmenden Maschinenbauunternehmen immer noch in einer Aufbauphase befinden (Berghaus et al., 2017, S. 55). Dies deckt sich mit den in der Ausgangslage beschriebenen Ergebnissen aus der Umfrage der SwissMEM.

4.2 Die digitalen Strategiedimensionen und ihre Handlungsfelder

Der folgende Abschnitt soll die im „Digital Maturity Model“ erwähnten Dimensionen und Indikatoren, die innerhalb einer Digitalisierungsstrategie zum Tragen kommen, genau aufzeigen, beschreiben und mit weiteren Rechercheergebnissen aus der Literatur ergänzt werden. Der Schwerpunkt wird dabei vor allem auf die Dimensionen der Organisation, Strategie, Kultur / Expertise, Zusammenarbeit, Informationstechnologie- und des Transformationsmanagements gelegt. Ziel ist es, Maschinenbauunternehmen bei der Analyse der aktuellen digitalen Kompetenz zu unterstützen und mögliche Handlungsfelder offenzulegen.

4.2.1 Organisatorisches Ausrichten des Unternehmens auf die Digitalisierung

Will ein Unternehmen neu eine Digitalisierungsstrategie verfolgen, setzt dies die entscheidende Fähigkeit voraus, ein lernendes Unternehmen zu werden, um künftig eine führende Position im Markt einnehmen zu können. Dies beginnt bereits in den Unternehmensstrukturen. Will ein Unternehmen die Chancen, die sich aus der Industrie 4.0 ergeben, effizient ausschöpfen, müssen die organisationalen Strukturen ausreichend flexibel sein. Dies kann helfen, beispielsweise neue Geschäftschancen schnell und effizient umzusetzen. In einem Maschinenbauunternehmen spielt die Organisation des Fertigungsbereichs eine entscheidende Rolle darin, wie erfolgreich eine Digitalisierungsstrategie in der Industrie 4.0 umgesetzt wird. Agilität ist eine entscheidende Fähigkeit, da sich das Unternehmen in einem wettbewerbsintensiven Umfeld bewegt, das von kontinuierlichen und unerwarteten disruptiven Veränderungen geprägt ist. Die Fähigkeit, kurzfristig auf Veränderungen im Markt reagieren zu können, ist notwendig, um daraus Wettbewerbsvorteile ziehen zu können (Bechtold et al., 2014, S. 28).

Eine schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen ist dabei ein ebenso wesentlicher Erfolgsfaktor (Hung Vo, 2015, S. 21). Folglich sollten starre Unternehmensstrukturen durch eine Organisation ersetzt werden, die sich durch Flexibilität auszeichnet. So stellen projektbasierte Teams und flexible Beschäftigungsmodelle mögliche Ansätze dar, um schnell auf Veränderungen reagieren zu können (Bechtold et al., 2014, S. 28-29). Die Integration solcher Ansätze in ein Unternehmen wiederum bestätigt die Vermutung, dass sich gemäss Jeff Immelt, CEO von General Electric, Industrieunternehmen mehr und mehr zu Softwareunternehmen transformieren müssen, da die Software von Smart, Connected Products (SCP) in Unternehmen zukünftig eine zentrale Rolle spielen werden (Porter & Heppelmann, 2015, S. 14). Gerade bei Softwareunternehmen sind Projektteams seit langem ein probates Mittel, um eine Softwareentwicklung effizient voranzutreiben. Dafür wird das sogenannte „Scrum“ eingesetzt, eine Projektmanagementmethode, die es dem Projektteam erlaubt, konzentrierter und fokussierter zu arbeiten (Gloger, 2016, S. 14-15).

Die oben beschriebenen Projektteams gehen mit einer flachen hierarchischen Organisation einher (Kühl, 1999, S. 6), was von enormer Wichtigkeit ist, da dies mehr Entscheidungsbefugnis auf den untersten Ebenen ermöglicht. Dies wiederum macht das Unternehmen entscheidend agiler (Bechtold et al., 2014, S. 29). Zudem wird der Dienstweg wesentlich kürzer und die hierarchischen Anweisungen werden auf ein Minimum reduziert. Grundsätzlich kann jedes Unternehmen seine Hierarchie abflachen. Dazu müssen die Unternehmensbereiche oder grösseren Einheiten in autonome Subeinheiten aufgeteilt werden. Ein zentrales Merkmal dieser Organisation ist der Wechsel von einer funktionalen Abteilungsgliederung zu einer produkt- oder kundenorientierten Unternehmensgliederung (Kühl, 1999, S. 6-7).

Der Aufbau einer „Digitalen Business Unit“ in Form einer abgeschlossenen Geschäftseinheit oder „Digital Transformation Office“ als Stabsstelle (siehe Abbildung 7: Neue organisationale

Struktur durch Stabsstelle) soll dem Unternehmen zusätzlich die Freiheit resp. Möglichkeit geben, die Digitalisierungsstrategie besser zu steuern (von Boeselager, 2018, S. 14).

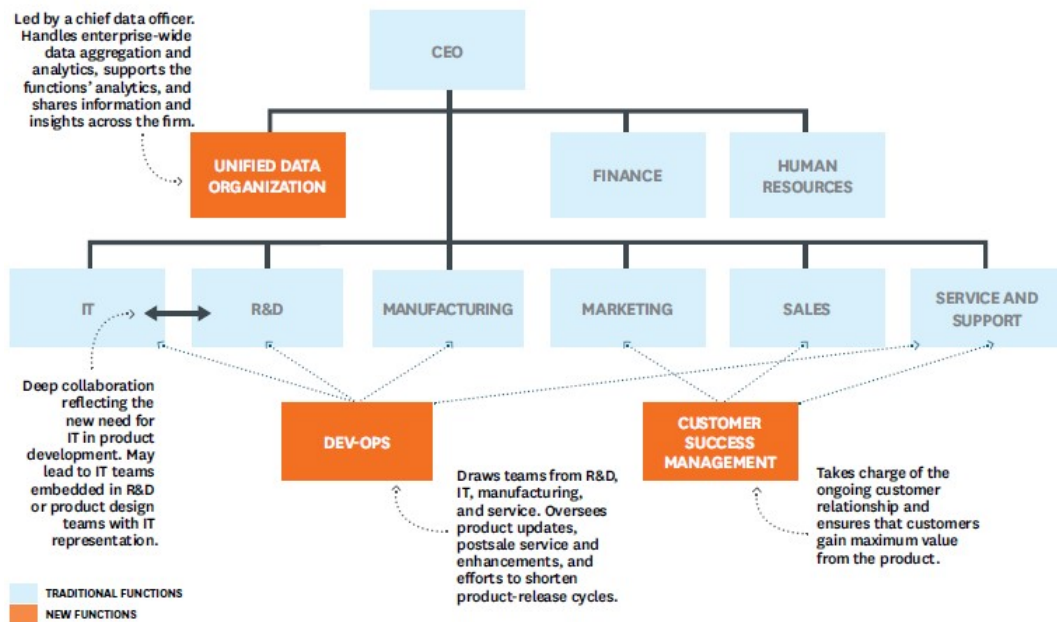


Abbildung 7: Neue organisationalen Struktur durch Stabsstelle (Porter & Heppelmann, 2015, S. 15)

Dabei soll der Chief Data Officer (CDO) die höchste Führungsrolle einnehmen und ist für den digitalen Wandel sowie dessen nachhaltige Verankerung im Unternehmen zuständig. Konkret beinhaltet dies Aufgaben wie z.B. den Kulturwandel herbeizuführen. So muss der Chief Data Officer eine neue Kultur im Unternehmen implementieren (von Boeselager, 2018, S. 21 & 26). Dieser kulturelle Wandel soll dabei helfen, erfolgshemmende Faktoren für die strategisch neu ausgelegte Organisation zu vermeiden (Kagermann et al., 2015, S. 102) und eine Innovationsbereitschaft und Innovationskultur bei den Mitarbeitenden zu schaffen (Wagner, 2016, S. 53-54). Die positiven Nebeneffekte einer ausgeprägten Innovationskultur sind sowohl eine starke Konzentration als auch Fokussierung innerhalb der kreativen Entwicklungsphase. Enthusiasmus und Engagement steigern zudem die Produktivität.

Um diese Vorteile auch nutzen zu können, muss der Chief Data Officer sofort handeln und eingreifen, falls z.B. eine gewisse fehlende Vorstellungskraft und fehlende Relevanzbeimessung im Topmanagement vorherrscht oder Verständigungsprobleme zwischen Informatikern und anderen Berufsgruppen im Unternehmen auftreten (Kagermann et al., 2015, S. 102). Wie im oberen Teil beschrieben, muss die Organisation umstrukturiert werden, damit eine notwendige Agilität erreicht werden kann. Diese Umstrukturierungen betrifft auch die enge Zusammenarbeit der verschiedenen Unternehmensbereiche wie IT, Finance, HR, Einkauf, Marketing, Fertigung & Entwicklung, Verkauf etc. (von Boeselager, 2018, S. 28), denn die funktionalen Rollen dieser Bereiche verlaufen im Rahmen des digitalen Wandels viel stärker ineinander.

So kreierte beispielsweise die Fertigung & Entwicklung traditionell Produkte, während die IT mehrheitlich für die Computer-Infrastruktur verantwortlich war. Innerhalb einer Industrie 4.0-Strategie nimmt die IT jedoch eine viel zentralere Rolle ein, da IT-Hardware und -Software in Produkten wie z.B. Maschinen oder Anlagen eingebettet sind.

Es stellt sich folglich die Frage, wer die Verantwortung für die neue Technologieinfrastruktur übernehmen soll. Derzeit besitzt diese Fähigkeit in den meisten Unternehmen lediglich der IT Bereich (Porter & Heppelmann, 2015, S. 15-16). Dabei soll dem Chief Data Officer idealerweise in jedem Fach- oder Unternehmensbereich ein Digital Executive zur Verfügung stehen, der die Mitarbeiter qualifiziert und motiviert, um den digitalen Wandel im Unternehmen erfolgreich zu meistern. Eine weitere wichtige Aufgabe, die ein Chief Data Officer verrichten muss, ist das Aufbauen einer technischen Infrastruktur. Dabei soll unter anderem das Customer Relationship Management der neuen Strategie angepasst werden (von Boeselager, 2018, S. 28), da nun der Austausch mit den Kunden intensiviert wird, um einen zusätzlichen Mehrwert zu schaffen und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln (Bechtold et al., 2014, S. 7). Das Aufsetzen und Aufbauen digitaler Prozesse gehören ebenso zu den zentralen Aufgabenbereichen des CDO (von Boeselager, 2018, S. 28).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass folgende organisationalen Aspekte im Unternehmen beachtet werden müssen: Zuerst müssen die Unternehmensstrukturen der neuen Strategie angepasst werden. Dies beinhaltet vor allem ein Abflachen der hierarchischen Stufen sowie die Bildung von projektbasierten Teams. Um den digitalen Wandel erfolgreich umzusetzen, ist deshalb die Bildung eines „Digital Transformation Office“ als Stabsstelle eine wichtige Position, die von einer Führungsperson in Form des Chief Data Officer geleitet wird.

Diese organisatorischen Schritte im Unternehmen können als nötig erachtet werden, um eine Digitalisierungsstrategie erfolgreich umzusetzen und damit ein agiles Betriebsmodell innerhalb der Organisation zu schaffen, welches dann das Potenzial der Werttreiber der Industrie 4.0 voll abschöpft (Bechtold et al., 2014, S. 29).

4.2.2 Ausrichten der digitalen Vision auf die Unternehmensstrategie

„Wer eine Vision hat, der sollte zum Arzt gehen“, sagte einst der Deutsche Alt-Bundeskanzler Helmuth Schmidt (Venzin, Rasner, & Mahnke, 2010, S. 124). Diese Aussage scheint gerade während der vierten Industriellen Revolution nicht mehr zeitgemäss, denn visionäres Denken und Überzeugungskraft der Geschäftsleitung gehören zu den bedeutendsten Fähigkeiten, die ein Unternehmen während einem strategischen Umschwung zusammenhält (Imhof, 2010, S. 42).

Die Vision soll nämlich die Leitidee der unternehmerischen Tätigkeit im Unternehmen erzählen, welche die Richtung der angestrebten Unternehmensentwicklung aufzeigen und sich in einem langfristigen Zukunftsbild des Unternehmens widerspiegeln. Die Schaffung respektive Kommunikation der Vision im Unternehmen ist ein wichtiges Werkzeug im Transformationsmana-

gement (Doppeler, 2014, S. 212) und kann zudem drei wichtige Funktionen beinhalten: Sie soll eine Identitätsfunktion darstellen und ein einzigartiges und unverwechselbares Zukunftsbild beschreiben. Weiter soll sie eine Identifikationsfunktion schaffen, um den Mitarbeitenden den tieferen Sinn und Nutzen ihrer Arbeit aufzuzeigen. Dies soll helfen, dass sich die Mitarbeitenden besser mit dem Unternehmen und der neuen Strategie identifizieren können. Die dritte Funktion einer Vision ist die Mobilisierung. Sie soll die Mitarbeitenden dazu ermuntern, die zukünftigen Ziele zusammen zu erreichen (Hungenberg, 2014, S. 26).

Diese Funktionen sind von grosser Bedeutung, will man den vollen Nutzen aus einer digitalen Transformation im Unternehmen ziehen. Dabei ist es oftmals so, dass Innovationen lediglich dann entstehen, wenn sich alle Mitarbeitenden mit verschiedenen (beruflichen) Hintergründen im Unternehmen engagieren, sich miteinander austauschen und zusammen Ideen entwickeln. Dafür muss allerdings die Vorstellung der angestrebten Vision allen Mitarbeitenden im Unternehmen vorgelebt werden. Disney als positives Beispiel hat dafür eine Art „Story Telling“ entwickelt. So verfassen sie im Stil einer Geschichte interne Nachrichten, um die Mitarbeitenden mitzureissen und damit Disneys Vision zu leben (Kane et al., 2015, S. 10-11). Dabei hat Disney erkannt, dass eine passende Geschichte helfen kann, *„die rationale Ausrichtung eines Veränderungsprozesses und emotionalen Begleiterscheinungen miteinander zu verknüpfen“* (Doppeler, 2014, S. 211). Leider folgen jedoch in der Praxis die Visionen meist nur den üblichen Mustern wie „Wir wollen die Nummer eins am Markt werden“ oder „Wir liefern unseren Kunden die beste Qualität“. Will man durch die Vision alle Funktionen im Kontext der Industrie 4.0 voll zum Tragen bringen, wird eine solche Vision nicht ausreichen (Menzenbach, 2012, S. 20-21). Dies bemängelt auch die Capgemini Consulting in ihrem Report, dass den meisten Unternehmen eine attraktive und umfassende Vision für ihre digitale Zukunft fehle. Eine klare Vision ist jedoch eine unabdingbare Voraussetzung in der Industrie 4.0, damit die Führungskräfte ein Fundament für den Emotionalen Zugang ihrer Mitarbeitenden legen können (Bechtold et al., 2014, S. 27). Dabei kann sich eine gute Vision aus verschiedenen Bestandteilen zusammensetzen wie beispielsweise alle Komponenten, welche in der SWOT-Analyse untersucht wurden. Zu beachten ist, dass sich die Vision auf Marktanforderungen bezieht, welche das Unternehmen (noch) nicht erfüllt (Venzin et al., 2010, S. 127).

Beispiel einer Vision der GEA

Auf der Suche nach einem Unternehmen mit einer Vision, welche die oben beschriebenen Komponenten mitbringen und so eine starke Wirkung entfalten kann, hat die GEA, ein globaler Maschinenbaukonzern, besonders herausgestochen. Ihre Vision wird auf der Homepage wie folgt beschrieben:

Vision:

„GEA versorgt die Welt mit innovativen Lösungen für intelligente Lebensmittelverarbeitung und eine effizientere Nutzung von Energieressourcen. GEA ist ein globaler Maschinenbaukonzern und anerkannt für seine exzellenten Technologien, für seine Motivation, die besten Lösungen für seine Kunden zu bieten, sowie für seine Management-Prinzipien.“

Die Bedeutung der GEA Vision:

- *„Wir möchten von unseren Kunden als ein Unternehmen wahrgenommen werden, das innovative Lösungen anbietet, die sie bei ihrem Erfolg noch weiter unterstützen.“*
- *„Wir sind der Ort, an dem motivierte Mitarbeiter ihrer Kreativität und ihrem Geschäftssinn freien Lauf lassen können – das macht unsere Gruppe einzigartig.“*
- *„Wir konzentrieren uns auf Geschäftsfelder und Märkte, in denen wir eine führende Position einnehmen können.“*
- *„Durch unseren stetigen Erfolg bleiben wir die Architekten unserer zukünftigen Gruppe.“ (GEA, o.J.)*

4.2.3 Ausrichten der Unternehmensgrundsätze (Mission)

Ein weiteres Element einer Strategie ist die Mission (Wicharz, 2018, S. 1) und soll idealerweise die Frage „Wozu gibt es unser Unternehmen“ klären (Sternad, 2015, S. 7). Sie beschreibt die Unternehmensgrundsätze beziehungsweise Unternehmensleitlinie und soll dabei helfen, die in der Vision formulierten Ziele und Normen zu stützen (Hungenberg, 2014, S. 26). Zusammen mit der Vision soll sie das Unternehmensleitbild formen (Sternad, 2015, S. 7). Eine an der digitalen Transformation angepasste Mission kann daher als ähnlich wichtig angesehen werden wie die Vision selbst. Ein Beispiel einer Mission kann wie folgt lauten:

„Unser Anspruch ist es, Großes möglich zu machen. Mit unseren forschungsbasierten Spezialitätengeschäften helfen wir Patienten, Kunden, Partnern und unserem Umfeld überall auf der Welt, ein besseres Leben zu leben. Wir schaffen unternehmerischen Erfolg durch Innovationen.“ (Sternad, 2015, S. 8)

4.2.4 Anpassung der Mitarbeitenden an die digitale Transformation

Im Rahmen des „Strategic Fit“ muss ein Unternehmen auf seine Strategie ausgerichtet werden. Dies beinhaltet die Anpassung und Weiterentwicklung interner Kompetenzen. Dabei fallen vor allem die Ressourcen und Fähigkeiten der Mitarbeitenden und Führungskräfte in den Kompetenzbereich eines digital transformierenden Unternehmens (Hungenberg, 2014, S. 149).

Besonders die personellen Ressourcen spielen während einer digitalen Transformation eine zentrale Rolle (Schweer & Seidemann, 2015, S. 130), denn sie sind direkt betroffen, da nun neue Aufgaben auf sie zukommen oder alte gänzlich wegfallen (Sonntag & Spsychala, 2009, S. 54). Konkret heisst dies, dass Routineaktivitäten automatisiert, komplexere Aufgaben jedoch verstärkt vom Menschen ausgeführt werden (Schweer & Seidemann, 2015, S. 130). Mitarbeitende werden mit völlig neuen Arbeitsmethoden konfrontiert und müssen zusätzlich neue Kompetenzen entwickeln (Bechtold et al., 2014, S. 4) und Wissen aufbauen (König & Graf-Vlachy, 2017, S. 64).

Gemäss einer Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), welche die Kompetenzentwicklung in der Industrie 4.0 untersucht hat, werden zukünftig folgende Fähigkeiten von entscheidender Bedeutung sein (Heindl & Treugut, 2016, S. 12):

Technologie- / Datenorientiert	<ul style="list-style-type: none">- Interdisziplinäres Denken und Handeln- Beherrschung komplexer Arbeitsinhalte- Fähigkeit zum Austausch mit Maschinen- Problemlösungs- und Optimierungskompetenz
Prozess- / Kundenorientiert	<ul style="list-style-type: none">- Zunehmendes Prozess-Knowhow- Mitwirkung an Innovationsprozessen- Fähigkeit zur Koordination von Arbeitsabläufen- Dienstleistungsorientierung
Infrastruktur- / Organisationsorientiert	<ul style="list-style-type: none">- Führungskompetenz- Eigenverantwortliche Entscheidungen- Sozial-/Kommunikationskompetenz

Tabelle 3: Wichtige Mitarbeiterkompetenzen im Kontext der Industrie 4.0

Diese Auflistung verdeutlicht, dass nicht nur das Wissen, sondern vor allem die kognitiven Fähigkeiten des Menschen weiterhin gefragt sein werden. Diese sind Grundvoraussetzungen, um sensorische Lücken der Technik zu schliessen oder komplexe Situationen schnell und gründlich zu erfassen. Des Weiteren werden Fähigkeiten wie die Flexibilität sowie die Kreativität ebenso wichtig sein, um die Mensch-Technik-Interaktion zu ergänzen. Eine solche sich ergänzende Kooperation zwischen Mensch und Technik unterstützt dabei die volle Ausschöpfung der Potenziale innerhalb der Industrie 4.0 (Bauer, Hämmerle, Bauernhansl, & Zimmermann, 2018, S. 181-182). Konkret kann dies am Beispiel eines Maschinenführers aufgezeigt werden.

Wenn Maschinen und Anlagen in Zukunft weitestgehend autonome Systeme darstellen, so wird ein Maschinenführer diese nicht länger bedienen müssen. Seine Aufgabe wird dann vor allem darin bestehen, produktionsbezogene Daten zu analysieren und daraus Informationen und Erkenntnisse zur Prozessqualität zu gewinnen (Bechtold et al., 2014, S. 28). Des Weiteren sollte ein geschulter Mitarbeiter Anomalien erkennen und diese in Innovationen umwandeln. Für Unternehmen bedeutet dies, dass sie das Wissen ihrer Mitarbeitenden hinsichtlich der aktuellen Technologien schulen und fördern müssen (König & Graf-Vlachy, 2017, S. 64). Die Mitarbeitenden müssen demnach den Willen zeigen, über ihren Horizont hinauszublicken (Schaefer, Bohn, & Crummenerl, 2017, S. 15). So können erst dann Innovationen entstehen, wenn ein „Think-beyond-the-obvious“-Ansatz verfolgt wird und die bestehenden Muster oder Ideale hinterfragt werden (König & Graf-Vlachy, 2017, S. 64). Mit diesem Ansatz geht in den meisten Unternehmen ein vollumfänglicher Kulturwandel einher, was sie dazu veranlasst, das Transformationsmanagement zu aktivieren, um die Veränderung erfolgreich umzusetzen (Schaefer et al., 2017, S. 15).

Die Erkenntnis, dass die Aufgaben der Mitarbeitenden nicht obsolet werden, sondern lediglich eine Veränderung nach sich ziehen, wirkt in gewisser Weise beruhigend. Überdies wird sich die vollständige Entwicklung von KI zweifellos noch weitere Jahre hinziehen. Nichtsdestotrotz ist man mit der Entwicklung der KI-Technologie bereits so weit, dass deren kognitiven Fähigkeiten in bestimmten Bereichen bereits besser sind als die des Menschen (Tuck, 2016). Erlernt die KI künftig sogar die Fähigkeit, Kreativität anzuwenden, wird die Diskussion um diese Problematik wohl verstärkt aufkommen.

Um dem Wandel beizukommen, werden aktive Schulungen innerhalb der Belegschaft ausschlaggebend sein, um den oben beschriebenen Gedankenansatz zu stärken. Durch den neuen Fokus auf Innovationen stehen die Mitarbeitenden viel exponierter in einem Austauschverhältnis mit der Unternehmensführung. So soll es den Mitarbeitenden möglichst einfach gemacht werden, Ideen und Konzepte in die höchsten Hierarchiestufen zu tragen, ohne dass diese irgendwo hängen bleiben (König & Graf-Vlachy, 2017, S. 64-65). Des Weiteren wird sich die Kommunikation untereinander vermehrt durch Mitarbeiterkooperationen verändern. Dank Live Chats, Blogs oder anderen Social-Media Elementen, die in einigen Unternehmen bereits integriert sind, entstehen dynamische Interaktionen zwischen den Mitarbeitenden oder Kunden mit hohem Informationsgehalt (Bechtold et al., 2014, S. 21). Daneben sind weitere Aus- und Weiterbildungen der Mitarbeitenden unumgänglich (Kagermann et al., 2015, S. 109), denn ein digitales Unternehmen sollte möglichst keine Lücken der genannten Fähigkeiten aufweisen (Kane et al., 2015, S. 8). Zu erkennen ist, dass Ausbildungsprofile sowie Studienrichtungen sich dadurch zunehmend in Richtung Smart Service Welt bewegen werden. Diese können dabei wie folgt aussehen:

- *Data Scientist und Data Analyst*
- *Angewandte Statistik und Wirtschaftsmathematik*
- *Datenmanagement (Extraktion, Modellierung, Bereinigung, Transformation)*
- *Modellierung und Erstellung von Taxonomien und Semantiken*
- *Sicherheitskonzepte für hybride IT-Infrastrukturen*
- *Mobile Aus- und Nachrüstung von Produktionsanlagen*
- *Programmierung und Auswertung von digitalen Produktgedächtnissen*
- *Softwaredesign und Human Machine Interaction Design*
- *Aufbaustudiengänge oder -module zur Digitalisierung in spezifischen Branchen*
(Kagermann et al., 2015, S. 109)

Auch Weiterbildungen sind massgebend in einem digitalen Umfeld. So kann ein konstanter Lernprozess sowie eine Wissensgenerierung gewährleistet werden. Weiterbildungen müssen durch die Führungskraft ermöglicht werden und sollen die benötigten Fähigkeiten der Mitarbeitenden entwickeln und fördern (Wagner, 2016, S. 51).

An dieser Stelle noch zu erwähnen ist, dass sich die einhergehende Flexibilität durch den digitalen Wandel im Unternehmen mehrheitlich positiv auf die gesamte Belegschaft auswirkt. Ausgestattet mit mobilen Geräten ermöglicht es diesen, ortsungebunden zu arbeiten, was den wachsenden Ansprüchen seitens der Mitarbeitenden entgegenkommt. Durch selbstbestimmte Anpassung der Arbeitszeit, kann so eine ausgewogene Work-Life-Balance ermöglicht werden (Bauer et al., 2018, S. 182). Dementsprechend haben Untersuchungen gezeigt, dass Unternehmen, welche auf eine starke digitale Kultur setzen, meist zufriedener Mitarbeitenden beschäftigen (Schaefer et al., 2017, S. 29).

4.2.5 Digital Leadership – Definition und Ziel

Eine Strategie kann an fehlenden Führungsqualitäten scheitern. Um dies zu verhindern, müssen die richtigen Führungspersonen auf der richtigen Ebene mit den richtigen Fähigkeiten beschäftigt werden (Zweifel & Borey, 2016, S. 110). Durch die Digitalisierung treten im Unternehmen neue Fragen auf, beispielsweise welche Fähigkeiten gefragt sein werden oder wer die Digitalisierung stemmen soll. Dabei wird oft von der Digital Leadership gesprochen (Teichmann & Hüning, 2018, S. 27-28). „Digital“ bedeutet dabei, dass etwas auf der Digitaltechnik, dem Digitalverfahren, beruht oder in Ziffern dargestellt wird. „Leadership“ wird dabei durch drei verschiedene Ebenen definiert. Diese Ebenen beinhalten das Führen von Mitarbeitenden, Führen der Organisation und Führen von sich selbst. Dabei sind die Führungskräfte vom CEO bis zum Abteilungsleiter unterschiedlich von den jeweiligen Bereichen betroffen. Während sich der CEO hauptsächlich im Bereich der Unternehmensführung bewegt, ist ein Abteilungsleiter eher mit der Mitarbeiterführung beschäftigt. Eine allgemein gültige Definition für Digital Leadership

hat sich bislang jedoch noch nicht durchgesetzt (Wagner, 2016, S. 9-11), sie grenzt sich aber vor allem durch einen Mind- und Methoden-Shift wie auch einer notwendigen Digitalkompetenz von der bisher bekannten Führung ab (Eggers & Hollmann, 2018, S. 66). Das Ziel von Digital Leadership ist, das Unternehmen in aktuellen oder neuen Geschäftsfeldern in die Marktführerschaft zu steuern und als das Konzept der Führung in Zeiten der digitalen Transformation zu relativieren (Wagner, 2016, S. 13). Dies geht mit einem in der Praxis oft vorkommenden Top-Down Ansatz einher, welchen den Faktor Mensch (Führungskraft und Mitarbeitende) jedoch noch zu wenig berücksichtigt (Teichmann & Hüning, 2018, S. 28-29). So zeichnen sich im Digital Leadership vor allem die Führungskräfte aus, welche ihre Führungsverhaltensweise den jeweiligen Umständen anpassen können und die Mitarbeiterführung in den Mittelpunkt zu stellen wissen (Wagner, 2016, S. 64).

4.2.5.1 Führungsverhalten

Mit dem digitalen Wandel sind auch die Führungskräfte mit ständig wechselnden Anforderungen konfrontiert. Aufgrund dessen wird nun ein neues Führungsverhaltenskonzept verfolgt, welches den meisten Führungskräften ein neues Mindset abverlangt (Creusen, Gall, & Hackl, 2017, S. 2). Das Führungsverhalten ist dabei je nach Kompetenz und Situation unterschiedlich. So schafft eine digitale Transformation in den meisten Unternehmen eine völlig neue Situation und kann das Führungsverhalten grundlegend verändern (Wagner, 2016, S. 15). Das Führungsverhalten kann als typisches Führungs-Verhaltens-Muster des Führungsstils bezeichnet werden (Weibler, 2016, S. 320). Allgemein wird zwischen drei verschiedenen Führungsstilen unterschieden, nämlich dem „Laissez-faire“, demokratischen und autoritären Führungsstil (Wagner, 2016, S. 16). Der Stil einer Führungsperson setzt sich aus Werten, Grundeinstellungen, Überzeugungen, Charakter und dem Menschenbild zusammen (Hofbauer & Kauer, 2018, S. 21). Ziel des Führungsstils bzw. Führungsverhaltens ist im Endeffekt der Führungserfolg (Wagner, 2016, S. 18). Die bedeutsamsten Parameter für den Führungserfolg können demnach beispielsweise die Fähigkeit zur Selbstreflexion, Kompetenz in der Führungsrolle, adäquate Qualifikation und Förderung der Mitarbeitenden sowohl individuell als auch im Team und abschliessend die Fertigkeit, Change-Prozesse erfolgreich mitzugestalten, darstellen (Streich, 2016, S. 15).

Digital Leadership kann somit allgemein als das Führungsverhalten zusammengefasst werden und wie die Führungskräfte denken und handeln, um die Zukunft im Rahmen der digitalen Transformation erfolgreich zu gestalten (Wagner, 2016, S. 170).

Das Verhalten von Digital Leaders zeichnet sich durch ihre Experimentierfreudigkeit aus. Ihr Mut zum Misserfolg muss dafür ständig gegeben sein. Des Weiteren soll das Führungsverhalten durch den „Leading from behind“ Ansatz bestimmt sein (Klimmer & Selonke, 2017, S. 230). Dadurch reagieren Führungskräfte eher zurückhaltender und lassen weitestgehend das Team bestimmen. So soll die kollektive Genialität und Kreativität gefördert werden.

Bei Handlungsbedarf sind die Führungskräfte jedoch angewiesen, sofort einzuschreiten (Hill, 2010). Offenheit und Nähe zu den Mitarbeitenden sind weitere prägende Verhaltensweisen. Das schnelle Erfassen neuer Situationen und Herausforderungen, die analytische Aneignung neuer Themenbereiche sowie deren Führung und Umsetzung erfordert die Verhaltensweisen der Generalisten von Führungskräfte (Klimmer & Selonke, 2017, S. 230-232).

Das erkennbare Verhaltensmuster steht somit direkt im Zusammenhang mit der „transformationalen Führung“, welche zusammenfassend die folgenden Werte beinhaltet (Hofert, 2018, S. 48):

- Vorbildfunktion darstellen
- Motivation und Sinn vermitteln
- Intellektuelle Stimulation
- Faire Kommunikation

Abschliessend ist dabei jedoch wichtig zu verstehen, dass die „transaktionale Führung“ dadurch nicht hinfällig wird, die „transformationale Führung“ ist viel eher darauf aufbauend. Beide Führungsstile sollen dabei nicht als gegensätzliche Verhaltenskonzepte verstanden werden, sondern viel eher als eine Synthese beider Konzepte (Creusen et al., 2017, S. 134).

4.2.5.2 Bausteine und Führungsrollen von Digital Leadership

Die strategische Zielplanung, strategische Analyse und Prognose, Strategieformulierung und -bewertung, Strategieimplementierung und strategische Kontrolle sind allesamt Aufgaben des strategischen Managements und somit der obersten Führungskräfte eines Unternehmens (Welge et al., 2017, S. 199, 299, 459, 813, 961). Als Führungskräfte werden Personen bezeichnet, die „Funktionen mit umfassenden Führungsaufgaben und Leistungsfunktionen oder hochqualifizierte Tätigkeiten ausführen wie beispielsweise Ingenieure, wissenschaftliche Angestellte etc. (Holst, Busch-Heizmann, & Wieber, 2015, S. 16). Allgemein zeichnet sich eine gute Führungskraft vor allem durch eine erfolgreiche Selbstführung aus.

Im Kontext der digitalen Transformation sind weitere „Bausteine“ erforderlich, die sich als strategisch wichtig erweisen können, wie beispielsweise ein ausgeprägtes „Digital Mindset“ (Eggers & Hollmann, 2018, S. 52), um z.B. die Rahmenbedingungen für die technologische Infrastruktur zu bilden (Creusen et al., 2017, S. 181). Zudem spielt eine starke Persönlichkeit eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, die Mitarbeitenden für die digitale Transformation zu gewinnen und mitzureissen (Eggers & Hollmann, 2018, S. 52). Dabei setzt sich die Persönlichkeit aus den Motiven, Eigenschaften und kognitiven Fähigkeiten einer Person zusammen (Hofert, 2018, S. 85). Doch auch der Prozess der digitalen Transformation kann eine Persönlichkeit weiterentwickeln, was eine Neuausrichtung des Fokus’ auf Personal- und Führungskräfteentwicklung innerhalb eines Unternehmens nahelegt (Wagner, 2016, S. 98). Zu dieser Entwicklung gehört auch eine gewisse Offenheit und das Vertrauen auf die Fähigkeiten der

Mitarbeitenden (Eggers & Hollmann, 2018, S. 52; Creusen et al., 2017, S. 179), wenn ein Unternehmen autonome Arbeitsbedingungen schaffen und so das volle Innovationspotenzial ausschöpfen will (Schaefer et al., 2017, S. 34).

Wie aus den vorhergehenden Abschnitten bekannt ist, stellen projektbasierte Teams eine organisatorische Möglichkeit dar, um ein agiles und flexibles Unternehmen werden zu können und um schnell auf Veränderungen reagieren zu können (Bechtold et al., 2014, S. 29). So bringen Digital Leaders im besten Fall Vorkenntnisse in agilen Methoden wie Scrum oder Design Thinking mit (Eggers & Hollmann, 2018, S. 52). Ein wichtiges Kernelement im Digital Leadership ist, dass sich Führungskräfte als Coaches ihrer Mitarbeitenden einbringen. Dies hat zum Zweck, dass diese ihre Talente und Fähigkeiten voll ausschöpfen und zur Geltung bringen können. Daraus resultiert zusätzlich ein wesentlich entspannteres Arbeitsklima (Schaefer et al., 2017, S. 35). Die Führung sowie Kommunikation innerhalb der Teams geschehen auf Augenhöhe mit allen Mitgliedern (Hofert, 2018, S. 171). Zudem nutzen Führungskräfte gezielt die digitale Technik, um die Mitarbeitenden in Sozialen Netzwerken einzubetten (Creusen et al., 2017, S. 179-180). So können virtuelle Teams oder Arbeitsgruppen schnell und einfach kontaktiert werden (Müller, 2018, S. 1) wie zum Beispiel in einem Whatsapp-Gruppenchat (Schaefer et al., 2017, S. 35).

Aufgrund der Wichtigkeit von Führungskräften in der digitalen Transformation müssen die verschiedenen Führungsrollen und -typen im Unternehmen identifiziert und analysiert werden. Wirft man dabei einen genauen Blick auf diverse Unternehmen, erkennt man, dass verschiedene Typen und Rollen in der Führungsebene am digitalen Wandel beteiligt sind. Dabei ist es für die Unternehmen wichtig, dass die richtigen Spezialisten für die richtige Rolle identifiziert werden können, um dann in der digitalen Transformation ihre Führungsposition entscheidend einbringen zu können. Damit diese besser identifiziert werden können, wird zwischen sieben verschiedenen digitalen Führungstypen unterschieden (Zeichhardt, 2018, S. 4). Nachfolgend werden für ein Maschinenbauunternehmen deren sechs strategisch relevanten Führungstypen genau erläutert.

Digitale Game Changer (E-Leader)

Der „Digitale Game Changer“ ist ein Querdenker oder „Business Punk“, der traditionelle Wertschöpfungsketten hinterfragt und durch neue, digitale Geschäftsmodelle ganze Branchen erschüttert. Oft sind sie in der Tech- und Start-Up Szene zu finden. Diese Persönlichkeiten können als Leader im engeren Sinne verstanden werden, die eine starke digitale Vision verfolgen und den analogen Status quo hinterfragen. Sie besitzen ein Digital Mindset, sehen die Digitalisierung als eine Chance und handeln dementsprechend agil. Solche Typen sind im Unternehmen für die Führung des Change- und Innovationsmanagement oder des Business Developments geeignet (Zeichhardt, 2018, S. 5-6).

Digitale Gallionsfigur (Chief Data Officer)

Die „Digitale Gallionsfigur“ soll eine Symbolfigur mit besonderer Ausstrahlungskraft darstellen. Im Unternehmen bekleidet diese Symbolfigur meist die Position des Chief Data Officer, eine Position auf Augenhöhe mit den anderen C-Level-Positionen. Der Chief Data Officer soll die Digitalisierungsstrategie in allen Bereichen des Unternehmens etablieren und den Wandel im Unternehmen beschleunigen. Er fungiert somit als „Transformer in Chief“ und gilt allgemein als Experte für den digitalen Wandel (Zeichhardt, 2018, S. 7) und ist ein enger Partner des Chief Information Officer (von Boeselager, 2018, S. 73). Der Chief Information Officer bewegt sich ebenfalls in einem digitalen und technologischen Umfeld, hat seinen Fokus jedoch mehr auf die Systemwelt gerichtet. So distinktiert sich ein Chief Data Officer vor allem durch seine ausgeprägte Zukunftsvision und den strategischen Fähigkeiten (Mohr & Dörner, 2016).

Agile Facilitatoren (Product Owner und Scrum Master)

Ein Unternehmen, das eine umfassende Digitalisierungsstrategie innerhalb der Industrie 4.0 verfolgt, sollte so agil wie möglich aufgestellt sein, um sich den Marktanforderungen schnell anpassen zu können (Bechtold et al., 2014, S. 29). Dabei ist Scrum eine mögliche Methode, um mehr Agilität in einem Unternehmen zu schaffen. Scrum fördert den Austausch zwischen Produktentwicklungs- und Programmiererteams und wird vor allem dort eingesetzt, wo digitale Innovationen entwickelt oder komplexe Projekte gemanagt werden. Dabei sind die zwei Rollen „Product Owner“ und „Scrum Master“ für die Führungsebene von Relevanz. So besteht die Aufgabe des Product Owner's darin, das Produkt zu gestalten, weshalb er die Bedürfnisse der Stakeholder genau kennt. Die Legitimationsmacht des Product Owner's besteht also hauptsächlich darin, das Entwicklungsteam und die Organisation anzuweisen, wie das Produkt auszusehen hat. Der Scrum Master fungiert als Schnittstelle zwischen dem Product Owner und dem Entwicklungsteam und soll dabei helfen, die Teamarbeit effizient zu organisieren. Der Scrum Master hat keine Weisungsbefugnisse, kann aber als Coach des Scrum Teams Einfluss nehmen. Führungstechnisch kann der Scrum Master jedoch als „Change Manager“ auf andere Unternehmensbereiche einwirken und so die allgemeine Akzeptanz der neuen Geschäftsstrategie fördern (Zeichhardt, 2018, S. 10-11).

Digitale Spezialisten (Chief Information Officer)

Mit der digitalen Transformation und dem damit einhergehenden engen Zusammenschluss von Geschäft und Technik wird die IT in vielen Fällen untrennbar mit den alltäglichen Geschäftsprozessen verbunden sein (Holtschke, Heier, & Hummel, 2009, S. 36). Diese enge Zusammenarbeit wird sich vor allem zwischen der IT und der Digital Unit, in welcher Projektteams innovative, digitale Lösungen entwickeln, manifestieren. In den meisten IT-Abteilungen herrscht jedoch noch eine traditionelle Organisationsstruktur sowie -kultur. Der Schlüssel zur erfolgreichen Zusammenarbeit ist somit ein regelmässiger Austausch der beiden Abteilungsleiter auf Augenhöhe (Zeichhardt, 2018, S. 13-14). Gleiches gilt für die Führung der IT. Gerade innerhalb einer Service orientierter Architektur³ (SOA) ist es wichtig, dass die Abteilung als Geschäftseinheit geführt wird und somit messbare Wertbeiträge liefern kann (Beck & Gison-Höfling, 2010, S. 194). Es ist also festzuhalten, dass der IT die wichtige Rolle des „Business Enabler’s“ zukommt (Bechtold et al., 2014, S. 27).

Big Data Manager

Big Data wird wahrscheinlich der wichtigste Rohstoff des 21. Jahrhunderts werden (Kagermann et al., 2015, S. 14) und die Technologie dazu ein wichtiger Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie im Rahmen der Industrie 4.0 (Burmeister et al., 2016, S. 10). Gerade weil Big Data ein zentraler Bestandteil der Industrie 4.0 ist, verfügt der „Big Data Manager“ über eine besondere Machtposition. Seine Positionsmacht legitimiert sich dadurch, indem er einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierung leistet. Sein Aufgabengebiet erstreckt sich vom Erheben der Daten bis zur qualitativen Interpretation davon mit Hilfe digitaler Tools und gibt Prognosen ab. Damit legt er die Basis, zukünftig wichtige Entwicklungen zu prognostizieren und künstliche Intelligenz (KI) zu entwickeln (Zeichhardt, 2018, S. 15).

Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz wird nicht nur in der Gesellschaft Veränderungen mit sich bringen, sondern auch innerhalb einer Organisation und deren Führung, da nun der Mensch mit der KI in Form von Maschinen, Robotern, Softwarelösungen etc. interagieren kann. Geht es um die Führungsposition, gibt es dabei drei mögliche Führungsszenarien. Das offensichtlichste Führungsszenario ist, dass der Mensch die Führungsrolle übernimmt und Befehle an die Maschine weitergibt. Es kann aber auch sein, dass Mensch und Maschine zusammenarbeiten, um so gewisse Synergien zu nutzen. In einem dritten Führungsszenario steuert die Maschine das menschliche

³ „Eine SOA ist eine mehrschichtige, verteilte Informationssystem-Architektur, die Teile von Applikationen für eine vereinfachte Prozessintegration als geschäftsorientierte Services kapselt und dabei bestimmte Design-Prinzipien berücksichtigt“ (Becker, 2011, S. 20)

Verhalten. So zum Beispiel, wenn die Maschine automatische Fehlermeldungen an den Servicetechniker übermittelt und dieser dann Einfluss nehmen muss. In diesem Szenario geht die eigentliche Führungsposition auf den Experten über, welcher die Maschine programmiert, steuert und ausser Betrieb nehmen kann (Zeichhardt, 2018, S. 16).

4.2.6 Strategische Ausrichtung der digitalen (Innovations-) Kultur

Ohne Kulturwandel sei die Industrie 4.0 lediglich ein Irrglaube, konstatierte Christoph Bornschein (Hildebrandt, 2017), ein Berater der bereits Unternehmen wie EON und Lufthansa durch die digitale Transformation begleitete (Werle, 2015). Damit dieser Kulturwandel gelingt, müssen sowohl die Mitarbeitenden als auch Führungskräfte bereit sein, die digitale Transformation zu akzeptieren und die Herausforderung anzunehmen (Schaefer et al., 2017, S. 16). Die Werte, Einstellungen und Verhaltensleitlinien müssen infolgedessen zu einer entsprechenden Organisationskultur geformt werden, die in einer digitalen Transformation erforderlich ist (Creusen et al., 2017, S. 112). Freiheit durch autonome Arbeitsbedingungen und das Vertrauen auf die Leistungsbereitschaft der eigenen Mitarbeitenden können dabei wichtige Werte darstellen (Schaefer et al., 2017, S. 34). Es reicht allerdings nicht aus, diese Werte lediglich nieder zu schreiben. Die gewünschte Einstellung eines jeden Mitarbeitenden sowie deren Verhalten müssen innerhalb der Organisation klar kommuniziert (Creusen et al., 2017, S. 112) und in einer gesamtunternehmerischen Führungskultur vorgelebt werden (Laufer, 2005, S. 41). Können sich die Mitarbeitenden mit den Werten identifizieren, ergeben sich durch diese „kulturellen Wertebündel“ organisatorische Leitlinien, die dann zu Commitment und Motivation führen. Zu berücksichtigen gilt es jedoch, dass eine solche neuartige Organisationskultur nicht einfach so herbeibefohlen werden kann. Sie muss stets gefordert und behutsam kultiviert werden (Creusen et al., 2017, S. 112). Eine weitere Dimension der digitalen Kultur wird in einer ausgeprägten Kundenorientierung umgesetzt. Der Kunde steht dabei im Zentrum und Lösungen werden, falls möglich, in Zusammenarbeit entwickelt und den Bedürfnissen angepasst, welche durch digitale Daten und Tools analysiert werden (Schaefer et al., 2017, S. 24).

Christoph Keese, Buchautor und Vize-Chef des Springer Verlags, lebte und arbeitete ein halbes Jahr im Silicon Valley und konnte dadurch einen tiefen Einblick in die dort stark verankerte digitale Kultur gewinnen (Hammer, 2015). Dabei hat Keese festgestellt, dass sich vor allem durch das stark visionäre Denken eine sehr ausgeprägte digitale Kultur entwickeln konnte. Auch eine vorbildliche Kultur der Offenheit findet man in den meisten Unternehmen im Silicon Valley vor, sowohl nach innen wie auch nach aussen. Die Unternehmen tauschen Wissen aus und kommunizieren sogar öffentlich neue Ideen und Konzepte (Creusen et al., 2017, S. 114-115). Diese Offenheit und der damit verbundene Wissensaustausch ist ein wichtiger Schritt in Richtung innovatives und lernendes Unternehmen (Bechtold et al., 2014, S. 10, 28).

Auch die Bedeutung von Vertrauen fließt unmittelbar in die neue digitale Unternehmenskultur ein, denn komplexe Aufgaben und Problemlösungen werden dabei idealerweise in kleinen Teams oder Kooperationsnetzwerken angegangen. Auf solche Kooperationsnetzwerke muss dringend Verlass sein, denn wichtige Informationen müssen transparent ausgetauscht und Probleme schnell und effizient besprochen werden können (Creusen et al., 2017, S. 115-116). Nur durch diese Kooperationsnetzwerke können die Unternehmen die vollen Möglichkeiten aus dem globalen Know-How- und Kapazitätenmarktplatz ausschöpfen und machen das Unternehmen damit dynamischer (Bechtold et al., 2014, S. 13).

Die neue Kultur ist zudem von einem starken „Technikkult“ geprägt (Creusen et al., 2017, S. 117). Digitale Technologien sowie Prozesse werden flächendeckend im Unternehmen eingesetzt und Entscheidungen werden datenbasiert getroffen (Schaefer et al., 2017, S. 24). Durch diesen Technikkult entsteht ein allgemeiner Optimismus, dass mit der digitalen Technik jedes Problem gelöst werden kann. Mit dem damit einhergehenden Durchhaltevermögen sowie einer hohen Selbstmotivation können Rückschläge verkraftet werden. Des Weiteren stellen Führungskräfte und Mitarbeitende die gemeinsame Sache in den Vordergrund. Nur so können technische Barrieren überwunden und ambitionierte Ziele und Visionen verfolgt werden (Creusen et al., 2017, S. 117).

Gerade in der heutigen Zeit, wo sich die Geschäftswelt in schwindelerregender Geschwindigkeit verändert, ist Teamfähigkeit eine wichtige Eigenschaft (Zweifel & Borey, 2016, S. 110). Das frühere Konkurrenzdenken wird idealerweise durch einen neu gelebten Teamgeist ersetzt. Im Team herrscht ein vertrauensvolles Verhältnis zwischen Führungskraft und Mitarbeitenden vor und steigert so die persönliche Freiheit, Arbeitsfreude und Leistungsbereitschaft eines jeden Teammitglieds (Schaefer et al., 2017, S. 29). Eine weitere wichtige Säule stellt eine neue Risiko- und Fehlerkultur dar (Creusen et al., 2017, S. 118), denn Unternehmen, die auch Fehler akzeptieren, daraus lernen und die richtigen Schlüsse ziehen, werden in der Zukunft wahrscheinlich innovativer und profitabler sein als andere (van Dyck, Baer, Frese, & Sonntag, 2005, S. 1228). So werden die Mitarbeitenden dazu ermutigt und befähigt, ihre eigenen Ideen umzusetzen, um so neue Geschäftsmodelle zu entwickeln (Schaefer et al., 2017, S. 24). Diese sogenannte „Fail fast, fail often, fail forward“ Kultur darf allerdings nicht falsch verstanden oder missbraucht werden. Fehler sollten demnach nicht idealisiert, sondern lediglich als „nötigen“ Zwischenschritt zum perfekten Endprodukt angesehen werden (Asghar, 2014). Als letzter Punkt gilt es, die Kreativität in der Unternehmenskultur zu verankern. Gerade bei der Entwicklung von neuen oder disruptiven (digitalen) Geschäftsmodellen sind Kreativität und Vorstellungsvermögen zwei Kernelemente (Creusen et al., 2017, S. 119), die durch agiles Führen weiter gefördert werden sollen (Hofert, 2018, S. 87).

Die oben erwähnten Besonderheiten einer digitalen Kultur kann man so zu acht Dimensionen zusammenfassen, nämlich Kundenorientierung, Entrepreneurship, Digitale Technologien und digitalisierte Prozesse, Agilität, Autonome Arbeitsbedingungen, Kollaboration, Digital Leadership und Innovation und Lernen. Sind die Manager mit diesen Dimensionen vertraut, können sie es den Mitarbeitenden erleichtern, sich mit der digitalen Kultur zu identifizieren (Schaefer et al., 2017, S. 24-25, 66).

4.2.7 Anpassung der digitalen Infrastruktur an die Industrie 4.0

Mit der strategischen Neuausrichtung muss nicht nur die Organisation an eine digitale Transformation angepasst werden, sondern auch die digitale Infrastruktur. Sie gilt als eine kritische Komponente für die Industrie 4.0 und muss daher gewisse Voraussetzungen erfüllen (Bechtold et al., 2014, S. 25) wie zum Beispiel Zugang zum Internet oder passable Breitbandgeschwindigkeit von Übertragungskanälen (Wallmüller, 2017, S. 179). Die IT-Infrastruktur des Unternehmens wird durch das Netzwerk bestimmt, „*d.h. die Art und Weise der Vernetzung aller seiner Systemkomponenten zur automatisierten Informationsverarbeitung*“ und muss sich, wie das Unternehmen selbst, der Industrie 4.0 anpassen oder entsprechend ausgebaut werden (Badach & Rieger, 2013, S. 1). Ist ein Ausbau der digitalen Infrastruktur nötig, kann dies je nach strategischer Ausrichtung des Unternehmens einen wesentlichen Kostentreiber darstellen (Grünert & Sejdíć, 2017, S. 42). Nach dem Ausbau muss die Infrastruktur dann gewisse Standards erfüllen. So zeichnet sich die Infrastruktur einer digitalen Fabrik vor allem durch ihre Leistungsfähigkeit, Skalierbarkeit, Flexibilität (Weinländer, 2017), Zuverlässigkeit und Sicherheit aus. Aufgrund des enormen Datenwachses in den kommenden Jahren muss die digitale Infrastruktur vor allem leistungsfähig sein. Wo es möglich ist, sollten Unternehmen auf nicht lizenzierte mobile Technologien wie z.B. WLAN oder Bluetooth setzen. Zusätzlich muss die Infrastruktur genügend Rechenleistung für komplexe Prozesse liefern und während Auslastungsspitzen die Konnektivität der Intra- sowie Extranets gewährleisten (Bechtold et al., 2014, S. 25).

Ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal einer Infrastruktur ist die Sicherheit. Dabei soll sie nicht nur Infrastrukturkomponenten schützen, sondern auch die darin transportierten Daten (Badach & Rieger, 2013, S. 1). Die gesammelten Daten können sich, sofern man sie richtig einsetzt, zu einem wichtigen Wettbewerbsvorteil entwickeln (Burmeister et al., 2016, S. 19). So müssen wertvollen Daten nicht nur nach aussen, sondern auch intern vor Diebstahl geschützt werden. Dieser Sicherheitsstandard muss natürlich auch innerhalb der Kooperationsnetzwerke sichergestellt werden. Wichtig ist, dass stets die neuesten Datenschutz-Mechanismen zum Einsatz kommen, weshalb das Netzwerk ständig auf Sicherheitsmängel überwacht werden muss. Nicht zuletzt muss auch im Bereich der IT-Sicherheit mit Investitionen gerechnet werden. Die Zuverlässigkeit und somit die Verfügbarkeit der digitalen Infrastruktur ist ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal. Das Ziel sollte dabei eine Verfügbarkeit von 99.9 Prozent sein.

Liegt die Verfügbarkeit unter diesem Wert, ist die Gefahr gross, dass einzelne IT-Komponenten zum „Single point of failure“ werden (Bechtold et al., 2014, S. 25). Entscheidet sich ein Unternehmen für die Integration einer cloudbasierten Servicelösung (von Boeselager, 2018, S. 14-15) empfiehlt es sich, hohe Level an Agreements mit den Anbietern zu vereinbaren (Bechtold et al., 2014, S. 25).

Mit einer cloudbasierten Lösung kann eine gewisse Flexibilität erreicht werden, da sie meist modular aufgebaut ist und so je nach Wunsch erweitert werden kann (von Boeselager, 2018, S. 15). Diese Flexibilität ist Voraussetzung für die Skalierbarkeit. Das heisst, dass die Möglichkeit gegeben ist, bei Bedarf zusätzliche Kapazität zu schaffen, um neue Funktionen oder Anforderungen abzudecken (Bechtold et al., 2014, S. 25).

4.2.8 Transformationsmanagement

Wird im Unternehmen neu eine Digitalisierungsstrategie verfolgt, gilt die digitale Transformation als eine Aufgabe des Transformationsmanagements (Schaefer et al., 2017, S. 5). Dabei werden sie mit zwei Hauptaufgaben konfrontiert. Diese beinhalten sowohl

1. Das Managen des Veränderungsprozesses und Einführung der Mitarbeitenden in die neue digitale Welt,
2. als auch die wichtige Lern- und Wandlungsfähigkeit und somit die Agilität des Unternehmens als Fähigkeit zu stärken.

Idealerweise passiert dieser Veränderungsprozess nach einem planmässigen Ablauf. Dieser Ablauf kann wie in Abbildung 8 erfolgen (Weinreich, 2016, S. 162).

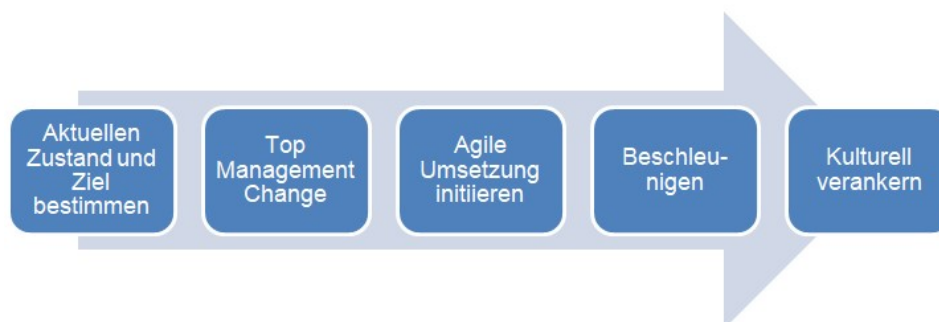


Abbildung 8: Schematischer Ablauf eines Transformationsprozesses (in Anlehnung an Weinreich, 2016, S. 162)

Aktuellen Zustand und Ziel bestimmen

In dieser ersten Phase wird der Status Quo im Unternehmen betrachtet. Dabei sollen die Erkenntnisse aus der Unternehmensanalyse und der damit verbundenen Strategieentwicklung mit einfließen (Weinreich, 2016, S. 163). Ebenfalls wichtig ist das Formulieren von Zielen. Erst durch die Vorgabe von Zielen wird es dem Management möglich, den Erfolg der Implementierung zu messen und Abweichungen zu korrigieren (Kreutzer, Neugebauer, & Pattloch, 2017, S. 222-223).

Top Management Change

Die Erkenntnisse aus den vorhergehenden Abschnitten haben gezeigt, dass die digitale Transformation im Idealfall eine Top-Down Aufgabe darstellt. Dabei leitet das Management zuerst mit einem öffentlichen Bekenntnis zur neuen Strategie die Transformation ein. Im Vorhinein muss dazu ein Plan erstellt werden, wer für welche Aufgaben im Transformationsprozess zuständig ist, wer als Projektponsor⁴ gilt und wer zur Unterstützung beigezogen werden kann. Ebenfalls werden in dieser Phase alle nötigen Ressourcen alloziert. Das Budget sollte dabei nicht zu knapp geplant werden, denn in den vergangenen Jahren sind bereits viele Change-Projekte an der Fehleinschätzung des Aufwandes gescheitert. Abschliessend wird ein Handlungsrahmen erstellt, welcher die Freiheiten und Grenzen für das Change-Team definiert. Der Handlungsrahmen dient als unterstützendes Element im Change-Prozess und soll dem Team eine gewisse Sicherheit und Freiheit vermitteln, um den Prozess möglichst agil ausführen zu können (Weinreich, 2016, S. 165-166).

Agile Umsetzung initiieren

Die Besetzung des Teams sollte möglichst klein und dafür schlagfertig und kompetent gehalten werden. Eine gute Kommunikationsfähigkeit und Vernetzung im Unternehmen sind zwei wichtige Grundvoraussetzungen. Die erste Aufgabe innerhalb dieser Phase besteht darin, einen Kommunikationsplan und dessen Massnahmen zu erstellen. Die mit einer digitalen Transformation einhergehenden Veränderung betrifft jede Personengruppe individuell, was bei der Erstellung des Plans berücksichtigt werden sollte. Dabei ist in einem weiteren Schritt ein Aktionsplan zu erstellen, der sich jedoch mit dem fortlaufenden Prozess immer wieder ändern kann, weshalb er mindestens zweimal monatlich überprüft und aktualisiert werden sollte (Weinreich, 2016, S. 166-170).

⁴ Als Projektponsor sind vor allem Manager geeignet, welche mit einer digitalen Kultur vertraut sind und so den Mitarbeitenden die Identifikation mit der digitalen Welt erleichtern (Schaefer et al., 2017, S. 66).

Veränderungsprojekte innerhalb dieser Phase haben MVP⁵ Eigenschaften. Es handelt sich um Pilotprojekte, um digitale Lösungen modellhaft zu testen. Dabei ist es empfehlenswert, nach dem zyklischen Realisieren-Lernen-Messen Prinzip⁶ vorzugehen, um dann wichtige Erkenntnisse direkt auf den gesamten Transformationsprozess im Unternehmen einfließen zu lassen. Die Haupttätigkeit in dieser Phase wird zudem die Kommunikation sein. Diese funktioniert allerdings nur, wenn der Inhalt verständlich sowie nachvollziehbar erfolgt. Dabei ist es wichtig, dass jede Gruppe über einen adressatengerechten Kanal angesprochen wird. Die Kernbotschaften sollten kurz und prägnant formuliert werden und müssen den Zweck des Wandels erklären. Wie in Abschnitt 4.2.2 erwähnt, kann Story Telling eine hilfreiche Methode sein, um die Mitarbeitenden kognitiv sowie emotional zu erreichen (Weinreich, 2016, S. 170).

Beschleunigen

In dieser Phase gilt es, die Transformation zu beschleunigen. Idealerweise wird die Transformation dann beschleunigt, wenn die interne Digitalisierung so weit fortgeschritten ist, dass eine breite Umsetzung möglich ist. Dafür gibt es verschiedene Methoden, wie z.B. eine verstärkte transformative Führung, Schulungen und Weiterbildungen für das Change-Team und die Mitarbeitenden im Bereich von digitalen Technologien sowie Prozessen. Wird eine Beschleunigung der Transformation verpasst, besteht das Risiko, dass eine vollständige Umsetzung ausbleibt (Weinreich, 2016, S. 171-172).

Kulturell verankern

In der letzten Phase ist es wichtig, eine digitale Kultur fest im Unternehmen zu verankern. Es dauert meist sehr lange, bis ein einheitliches Verständnis der neuen Kultur herrscht und akzeptiert ist. Damit die neue Kultur besser vermittelt werden kann, können kontinuierliche Schulungen über die digitale Technologien durchgeführt werden in Kombination mit der Implementierung digitalisierter Prozesse, dem Ausdehnen der agilen Projektführung auf das gesamte Unternehmen und dem Evozieren von positiven Erfahrungen mit digitalen Lösungen. Ein wichtiger Punkt in dieser Phase ist, dass die Führungskräfte die neue Kultur stets kommunizieren und vorleben (Weinreich, 2016, S. 172-173).

⁵ MVP (Minimum viable Product) steht für ein Produkt, welches mit möglichst wenig Eigenschaften einen Kundennutzen erbringen soll und dann kontinuierlich getestet und verbessert / angepasst wird (Dobrilá, 2012, S. 24, 26).

⁶ Stellt ein Feedback Loop meist für Produkte dar. Anhand einer ersten Idee werden Hypothesen und Prototypen erstellt und getestet. Nach der Testphase werden dann die Kundenfeedbacks ausgewertet, um die Hypothesen etappenweise anzupassen (Eckert, 2017, S. 12).

5 Umweltanalyse

Die Betrachtung der externen Einflussfaktoren spielt eine wichtige Rolle (Paul & Steiner, 2013, S. 833), will sich ein Unternehmen strategisch neu ausrichten (Camphausen, 2013, S. 31). In diesem Zusammenhang fungiert die Untersuchung der Rahmenbedingungen sowie das Verhalten der Akteure als eine komplementäre Methode zur Unternehmensanalyse und erweitert diese um die Betrachtung aller externen Faktoren (Paul & Steiner, 2013, S. 833). Dabei wird die Umwelt in zwei Ebenen aufgeteilt. Die erste Ebene beschäftigt sich mit der Makroumwelt, welche durch eine PEST-Analyse genauer untersucht wird. Die zweite Ebene analysiert anhand der Porters 5-Forces die Branchenstruktur (Paul & Wollny, 2014, S. 101-102).

Dieser Abschnitt soll im Detail aufzeigen, welche Chancen und Risiken in einem digitalen Umfeld auftreten können und welche Relevanz bzw. welchen Einfluss diese auf die strategischen Entscheide ausüben.

5.1 5-Forces Analyse – Chancen und Risiken anhand Smart, Connected Products

Gerade die Digitalisierung mit ihren teils disruptiven Veränderungen kann einen starken Einfluss auf eine Branche ausüben, was in diesem Abschnitt gezeigt werden soll. Die Untersuchung erfolgt dabei mittels dem 5-Forces Modell von Michael Porter. Ziel der Untersuchung ist das Ermöglichen einer realistischen Einschätzung über die Branchenstruktur sowie ihrer Rentabilität. Des Weiteren soll die Untersuchung wichtige Hinweise über die Chancen und Risiken ergeben, welche in einem weiteren Schritt in die SWOT-Analyse integriert werden (Camphausen, 2013, S. 36).

Die Ausgangslage bilden dabei die fünf Kräfte, welche den Wettbewerb prägen. Diese fünf Kräfte sind *Verhandlungsmacht der Käufer*, *die Intensität der Rivalität unter den Wettbewerbern*, *die Bedrohung durch Markteintritte*, *die Bedrohung durch Ersatzprodukte und -dienstleistungen* und *die Verhandlungsmacht der Lieferanten*. Die Anordnung und Ausprägung dieser fünf Kräfte definieren die Art des Wettbewerbs sowie die Rentabilität der etablierten Anbieter. Typische Faktoren im digitalen Zeitalter wie neue Technologien oder Kundenanforderungen haben dabei einen grossen Einfluss auf die fünf Kräfte und verändern den Wettbewerb grundlegend (Porter & Heppelmann, 2014, S. 10). Das folgende Beispiel soll eine Branchenuntersuchung durch das 5-Forces Modell anhand von Smart, Connected Products (SCP) zeigen.

Verhandlungsmacht der Käufer

Durch SCP können erheblich mehr Möglichkeiten entstehen, sich durch eine Produktdifferenzierung gegenüber der Konkurrenz abzugrenzen. Dies hat zur Folge, dass der Preis als Wettbewerbsfaktor an Bedeutung verliert. SCP ermöglichen einen genaueren Einblick, inwiefern das Produkt tatsächlich genutzt und eingesetzt wird. Dies hilft einem Unternehmen, Kunden besser zu segmentieren, eine optimierte Preispolitik anzuwenden und ihr Mehrwertangebot auszuweiten. Gesammelte Kundendaten ermöglichen zudem eine wesentlich engere Kundenbindung, welche den Kunden einen Wechsel zu anderen Anbieter deutlich erschwert. Des Weiteren können sich Unternehmen so von Vertriebs- oder Servicepartnern lösen und durch die Unabhängigkeit ihren Gewinnanteil steigern. Diese Ergebnisse zeigen also, dass sich die Verhandlungsmacht der Käufer durch SCP verringern kann. Nichtsdestotrotz zeigt sich auch ein Szenario, in welchem sich die Verhandlungsmacht der Käufer erhöht. Durch transparentere Informationen über die tatsächliche Produktleistung von SCP wird den Käufern vorab eine bessere Vergleichsbasis als Entscheidungsgrundlage geboten. Durch die Anwendung von Nutzungsdaten sind die Käufer weniger auf die Beratung sowie Unterstützung der Hersteller angewiesen. Auch neue Geschäftsmodelle wie „Product as a Service“⁷ können dazu führen, dass durch einen Anbieterwechsel weniger Kosten als bisher entstehen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 10).

Rivalität zwischen den Wettbewerbern

Durch SCP wird es möglich sein, eine breitere Palette an Differenzierungsmöglichkeiten umzusetzen, um so individuell abgestimmte Produkte auf kleinen Marktsegmente oder sogar für Einzelkunden anzubieten. Dies könnte den Wettbewerb dadurch verändern, indem ein Funktionswetttrüsten stattfindet. An der Kostenstruktur zeigt sich, dass sich die Fixkostenanteile deutlich erhöhen und die Anteile an den variablen Kosten sinken. Dabei könnte sich der Fokus einer Preisdifferenzierung weiter in Richtung Funktionsdifferenzierung verschieben. Der Grund für die steigenden Fixkosten liegt vor allem in der Softwareentwicklung, komplexeren Produktdesigns sowie dem Aufbau der komplexen IT-Infrastruktur für die SCP. Durch die Analyse der Kostenstruktur sowie dem Trend eines Funktionswetttrüstens kann abschliessend gesagt werden, dass eine solche Dynamik die Kosten kurzfristig in die Höhe treiben würde und die Rentabilität der Branche so schmälert. Zusätzlich kann die Wettbewerbsintensität weiter zunehmen, indem die Smart Products ein Teil grösserer Systeme werden und die Anbieter dadurch mit neuen, unbekanntem Wettbewerbern konkurrieren müssen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 10-11).

⁷ Bei einem Product as a Service Modell wird das Produkt nicht zum Verkauf sondern als Mietobjekt angeboten. Dabei wird ein fixer Betrag vereinbart oder man bezahlt individuell je nach Nutzung (Accenture, o.J.).

Bedrohung durch Markteintritte

Neueinsteiger müssen für einen Eintritt in den Markt mit SCP hohe technische Hürden überwinden. Dazu gehören die bereits angesprochenen hohen Fixkosten und der Erweiterung komplexer Standards in der Produktdefinition. Nutzen die Pioniere ihre Vorreiterrolle perfekt aus, beherrschen diese den Markt. Dadurch wird es für Neueinsteiger schwierig, eine ähnliche dominante Stellung einzunehmen. So können beispielsweise wichtige Nutzungsdaten fehlen, welche die Pioniere bereits über einen längeren Zeitraum gesammelt haben und dadurch ihre Produkte, Dienstleistungen und Aftersales-Services dadurch perfektionieren können. Auch die hohen Wechselkosten zu anderen Anbietern können eine Eintrittsbarriere darstellen. Die Eintrittsbarrieren können lediglich gesenkt werden, wenn durch die Markteintritte neuer Anbieter die etablierten Anbieter ihre Stärken und Vorteile einbüßen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 11).

Bedrohung durch Ersatzprodukte

SCP zeichnen sich dadurch aus, dass sie leistungsstärker sind, sich enger an individuelle Bedürfnisse anpassen lassen und dem Kunden einen höheren Mehrwert erbringen als traditionelle Ersatzprodukte. Dies hat zur Folge, dass herkömmliche Produkte kaum eine Gefahr darstellen, um SCP ersetzen zu können. Dies steigert sowohl das Wachstum als auch die Rentabilität der Branche. Lediglich neue Geschäftsmodelle können alternativ als eine gewisse Bedrohung gesehen werden. Ein solches Geschäftsmodell bietet beispielsweise das Produkt als Dienstleistung an und ermöglicht dem Kunden so das SCP uneingeschränkt zu nutzen und nur für den tatsächlichen Gebrauch zu bezahlen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 11-12).

Verhandlungsmacht der Lieferanten

SCP zeichnen sich häufig durch softwaregesteuerte Produktfunktionen aus, welche die herkömmlichen physischen Komponenten zu Massenmarktgütern werden lassen oder diese gar ersetzen. Je mehr Funktionen softwaregesteuert werden, desto weniger physische Anpassungen sind nötig, was zur Folge hat, dass weniger physische Komponenten verarbeitet werden müssen. Dies heisst konkret, dass der Anteil an traditionellen Zulieferer zurückgeht und so ihr Einfluss auf die Gesamtproduktionskosten und damit ihre Verhandlungsmacht schwindet. Zu beachten ist allerdings, dass neue Zulieferer beispielsweise für Sensoren, Software, Netzwerkkomponenten, eingebettete Betriebssysteme, Datenspeicherung etc. eine wichtige Rolle spielen. Diese können in ihren Branchen bereits grosse und etablierte Unternehmen darstellen und verfügen über Fähigkeiten und Mitarbeitende, welche neu eine entscheidende Rolle spielen, um die Produktdifferenzierung und die Kosten für die Anbieter von SCP möglichst wettbewerbsfähig zu gestalten. Zudem können neue Technologielieferanten ihre Macht ausspielen, indem sie eine enge Beziehung zu den Endkunden pflegen und so über wertvolle Nutzerdaten verfügen. Ist dies der Fall, können die Lieferanten eine starke Verhandlungsmacht ausüben, sich dadurch einen

grossen Anteil des gesamten Produktwertes sichern und den Gewinn für die Anbieter schmälern oder die SCP in das eigene Produktangebot integrieren (Porter & Heppelmann, 2014, S. 12-13).

5.1.1 Neue Branchenstrukturen und deren Problematik

Nachdem nun die wichtigsten Punkte einer 5-Forces Analyse für die SCP im oberen Abschnitt zusammengetragen wurden, hat sich herauskristallisiert, dass sich nicht nur der Wettbewerb verändert, sondern auch die Branchenstruktur. Dabei können existierende Grenzen einfacher überwunden und die Branche so deutlich erweitert werden. So werden beispielsweise vernetzte Maschinen in einem Netzwerk zusammengeführt, um die Funktionalität einer einzelnen Maschine in ein breiteres Produktsystem zu integrieren. Konkret kann ein Hersteller dadurch ein Paket mit SCP und den dazu passenden Dienstleistungen anbieten, welche das Gesamtergebnis verbessern. In diesem Fall liegt das Potenzial der Branche darin, diese von einzelnen Maschinen auf ganze Maschinensysteme zu erweitern. Dies hat allerdings eine Veränderung der Wettbewerbsgrundlage zur Folge, da sich innerhalb dieses Produktsystems deutlich mehr Akteure befinden. Das Potenzial, die Branche zu erweitern, kann dabei je nach Unternehmen unterschiedlich ausfallen. Grund dafür ist die zunehmende Bedeutung der „Systeme von Systemen“. Damit ist die Koordination von verschiedenen Produktsystemen mit relevanten externen Informationen, um zusätzlichen Nutzen zu generieren, gemeint. Die besten Chancen haben die Anbieter, deren Ausgestaltung der Produkte den grössten Einfluss auf das übergeordnete Gesamtsystem haben und somit den grössten Teil der Wertschöpfung erschliessen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 13-14). Was dies für Maschinenbauunternehmen bedeutet, wird in Abschnitt 7.6 detailliert erläutert.

Das Porters 5-Forces Modell dient in traditionellen Märkten als nützliches und zuverlässiges Mittel, eine Branche relativ genau auf ihre Struktur und Rentabilität zu überprüfen. Die Ergebnisse aus dem Artikel von Porter & Heppelmann „*How smart, connected products are transforming competition*“ zeigen allerdings, dass sich die Eingrenzung einer Branche innerhalb der Industrie 4.0 schwierig gestaltet, was allerdings kaum thematisiert wird. So lassen die immer mehr verschwimmenden Branchengrenzen keine klaren Analysen zu, da sich die Branche zu einem komplexen Gebilde entwickeln kann. Zudem ist der klassische Wettbewerb ebenfalls aus einer neuen Sichtweise zu betrachten. So richtet sich der Fokus innerhalb der Industrie 4.0 deutlich stärker auf Kooperationen, welche durch die neuen Technologien einfach zu verfolgen sind. Dabei sollen Kooperationen beispielsweise helfen, Kapazitäten besser zu verteilen oder Innovationen voranzutreiben.

Nichtsdestotrotz können aus der beispielhaften 5-Forces Analyse wichtige Erkenntnisse abgeleitet werden. So steigen die Einstiegshürden für SCP durch das Sammeln und Auswerten von Nutzungsdaten, was zu einer Konsolidierung⁸ in verschiedenen Branchen führen kann. Besonders Branchen, in welchen die Grenzen zunehmend verschwimmen, können von einer Konsolidierung stark betroffen sein. Pioniere sind daher deutlich im Vorteil und können dank breiten Systemen ihre Produktleistung optimieren. Durch diese Systeme werden zusätzlich neue Wettbewerber entstehen, welche schneller das volle Wertschöpfungspotenzial von SCP nutzen können als traditionelle Anbieter, da sich diese meist noch in festgefahrenen Wettbewerbsmodellen befinden und ihre Gewinnquellen verteidigen müssen (Porter & Heppelmann, 2014, S. 14).

5.2 PEST-Analyse – Chancen und Risiken

Mit Hilfe einer Analyse der Unternehmensumwelt durch die PEST-Methode, wird es möglich, die SWOT-Analyse mit Chancen und Risiken zu vervollständigen (Paul & Wollny, 2014, S. 101). Im Rahmen dieser Arbeit soll in diesem stark komprimierten Abschnitt jedoch lediglich deren Funktion und Relevanz für das Thema prägnant erläutert werden.

Konkret hat die PEST-Analyse zum Zweck, die Umweltfaktoren zu identifizieren, ihren aktuellen Status aufzuzeigen sowie allfällige Entwicklungen zu prognostizieren, um daraus wichtige Schlüsse zu ziehen. Dabei stellt der Begriff „PEST“ ein Akronym dar, welches sich aus den Anfangsbuchstaben der Umweltfaktoren *Political*, *Economic*, *Sociological* sowie *Technological* zusammensetzt. Innerhalb der PEST- sowie 5-Forces-Analyse kann es dabei zu gewissen Überschneidungen kommen. So können beispielsweise für den Umweltfaktor *Political* dieselben Eintrittsbarrieren identifiziert werden, welche bereits innerhalb der Branchenanalyse entdeckt wurden. Bezogen auf die Industrie 4.0 und der dafür zentralen Untersuchung des Umweltfaktors *Technological* können neue technologische Entwicklungen ebenfalls bereits in der Branchenanalyse für die Triebkraft „Ersatzprodukte“ identifiziert worden sein (Steuernagel, 2017, S. 61, 67-68). Trotz dieser Doppelspurigkeit macht es Sinn, beide Analysen durchzuführen und ihre Ergebnisse in der SWOT-Analyse zusammenzutragen, denn gerade in der Industrie 4.0 ist die Entwicklung der Umwelt ungewiss und komplex. So können durch die beiden Instrumente allfällige Zusammenhänge besser verstanden und die Unternehmensentwicklung besser geplant sowie umgesetzt werden.

⁸ Konsolidierung einer Branche bedeutet, dass sich die Anzahl der darin bewegenden Unternehmen verringert.

6 Strategieformulierung und -auswahl (SWOT / TOWS)

Mit Hilfe der SWOT-Analyse soll nun ein ganzheitliches Bild der internen sowie externen Unternehmenssituation entstehen. Der Begriff SWOT beinhaltet Stärken (*Strengths*), Schwächen (*Weaknesses*), Chancen (*Opportunities*) und Risiken (*Threats*) und bildet daher ein Akronym. Die SWOT-Analyse hat das Ziel, die Stärken und Schwächen eines Unternehmens genau zu erfassen (Bamberger & Wrona, 2012, S. 378). Im Kontext der Industrie 4.0 können diese Stärken oder Schwächen, wie erwähnt, durch das „Digital Maturity Model“ ermittelt werden. Dabei stehen allerdings lediglich die digitalen Stärken und Schwächen verschiedener Bereiche wie beispielsweise der Infrastruktur, Führungskräfte, organisationalen Struktur, Mitarbeitenden, Kultur, Vision etc. im Fokus und geben damit Auskunft über die digitale Reife (Bechtold et al., 2014, S. 4).

Im Kontext der Industrie 4.0 sind allerdings nicht nur die Stärken und Schwächen sondern auch die Chancen und Risiken neu zu analysieren. Gemäss der Capgemini Consulting sind dabei besonders die neuen Bedürfnisse der Kunden, die veränderte Wettbewerbsdynamik sowie den digitalen Best Practise zu untersuchen, um neue Wertetreiber und somit die strategische Stossrichtung zu ermitteln (Bechtold et al., 2014, S. 33). Ergänzend dazu kann der digitale Best Practise so interpretiert werden, dass sich ein Unternehmen im selben Markt durch einen hohen aber nicht zwingend den besten digitalen Gesamtreifegrad auszeichnet. Weiter sollen, wie erwähnt, die 5-Forces- sowie die PEST-Analyse herangezogen werden, um die Chancen und Risiken zu ermitteln.

Nachdem die Unternehmens- sowie Umweltanalysen abgeschlossen sind und die Ergebnisse der Analysen in das SWOT-Modell eingetragen wurden, können zum Schluss vier unterschiedliche Normstrategien abgeleitet werden (siehe Abbildung 9: Beispiel einer SWOT Analyse). Diese vier Normstrategien setzen sich aus den Paaren SO (Stärke und Chance), WO (Schwäche und Chance), ST (Stärke und Risiko) und WT (Schwäche und Risiko) zusammen (Hirt, 2014, S. 63-64) und werden wie in der untenstehenden Abbildung geformt.

Unternehmensfaktoren Umweltfaktoren	Strengths	Weaknesses
	<ul style="list-style-type: none"> - Flache Hierarchien / flexible Organisation - Effizienter Innovationsprozess inkl. Kundeneinbindung - Starke digitale Vision - Starke Marke 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbaufähige IT Infrastruktur - Schlechte Effizienz im Produktionsbetrieb - Kein Einsatz neuester Technologien - Starke Abhängigkeit eines Geschäftsmodelles
Opportunities	SO-Strategien	WO-Strategien
<ul style="list-style-type: none"> - Steigender Bedarf an individualisierten Lösungen - Neue Kooperationsmöglichkeiten - Entwicklung neuer Technologien - Entwicklung neuer Geschäftsmodelle / Bedürfnissen 	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung neuer Angebote / Geschäftsmodellen - Einbindung neuer Kapazitäten / Möglichkeiten in das Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Teilen der IT-Infrastruktur mit Partnern - Effizienzsteigerung durch neue Technologien
Threats	ST-Strategien	WT-Strategien
<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung dominirender Marktleader - Steigende Gefahr durch Datenraub oder sonstige Cyber Attacken - Neue Disruptive Ideen / Technologien - Neue Datenleader im Markt / in der Branche 	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammen mit Kunden wichtige Daten sammeln - Aktive Entwicklung und Umsetzung disruptiver Ideen im Unternehmen fördern 	<ul style="list-style-type: none"> - Auslagerung der IT an Spezialisten - Sammeln von Daten durch neue Geschäftsmodelle

Abbildung 9: Beispiel einer SWOT Analyse in Anlehnung an (Bamberger & Wrona, 2012, S. 381)

Wie im Beispiel der SWOT Analyse zu erkennen ist, sind die meisten Punkte stark auf eine Industrie 4.0-Strategie ausgerichtet. Wahlweise können jedoch auch Stärken / Schwächen und Chancen / Risiken in die SWOT mit einbezogen werden, welche in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurden und auf den ersten Blick als eher irrelevant für eine Digitalisierungsstrategie gelten könnten (in Abbildung 9 fett, rot markiert). So soll ein einseitiger Industrie 4.0-Fokus und damit eine einseitige Berücksichtigung digitaler Kompetenzen sowie Umweltfaktoren verhindert werden.

Um nun die strategischen Optionen miteinander zu vergleichen und diese zu selektionieren, bietet sich eine Nutzwertanalyse an. Sie stellt ein mehrstufiges Punktebewertungsverfahren dar, bei welchem jedem Kriterium ein prozentuales Zielgewicht zugewiesen und je nach Wichtigkeit unterschiedlich festgelegt wird (Wicharz, 2018, S. 203-204). Als solche Kriterien für die Auswahl einer oder mehrerer Strategieoptionen können beispielsweise *Strategic Fit* (Option passt zu anderen strategischen und normativen Festlegungen im Unternehmen), *Plausibilität* (Option ist auf ihre Einflussgrösse sowie Auswirkungen nachvollziehbar) und *Machbarkeit* (Option ist umsetzbar) herbeigezogen werden (Hungenberg, 2014, S. 276-277). Wichtig zu beachten ist, dass sich nach Aufteilung aller Zielgewichtung die Summe 100 ergeben muss. Danach werden jedem Kriterium Punkte vergeben, die sich am Erfüllungsgrad orientieren. Abschliessend können dann die Optionen anhand des Gesamtscores miteinander verglichen und selektioniert werden (Wicharz, 2018, S. 204).

7 Wertetreiber der Industrie 4.0

Nachdem nun die strategischen Stossrichtungen aus der SWOT-Analyse abgeleitet und in der Nutzwertanalyse selektioniert wurden, muss dem Unternehmen klar sein, in welcher Form diese umgesetzt werden können. Dabei lohnt es sich, einen Blick auf die WO-Strategie (Effizienzoptimierung im eigenen Betrieb) und SO-Strategie (Entwicklung neuer Angebote / Geschäftsmodelle) zu werfen, denn sie verkörpern die logischen Potenziale der Industrie 4.0. Dabei können diese Potenziale je nach Strategie intern (WO), extern (SO) oder als Mischform umgesetzt werden. Im Weiteren Verlauf dieser Arbeit werden diese Potenziale auch als Wertetreiber beschrieben. Diese Wertetreiber können dabei in vier verschiedene Bereiche eingeteilt werden, welche als Smart Solutions, Smart Innovation, Smart Supply Chain und Smart Factory definiert sind. Die Werttreiber entstehen je nach Bereich auf Basis der eingesetzten digitalen Technologien und können, wie die SO- und WO-Strategien zeigen, einerseits die betriebliche Effizienz (intern) steigern und andererseits eine Wertsteigerung für den Kunden (extern) bedeuten. Setzt man die Wertetreiber richtig ein, werden sie im Endeffekt zu neuen Geschäftsmodellen führen (Bechtold et al., 2014, S. 4-5).

Die Wertetreiber sollen in den nachfolgenden Abschnitten für die jeweiligen Bereiche genau definiert und erklärt werden und somit die Forschungsfrage nach den Nutzenpotenzialen der Industrie 4.0 klären. Ausserdem werden die Erkenntnisse aller Abschnitte dieser Arbeit verknüpft. Dadurch soll der Forschungsfrage „*Welche Projekte sollen zu Beginn verfolgt werden und welche später?*“ nachgegangen werden. Dieser Abschnitt betrifft dabei die Dimensionen *Customer Experience*, *Produktinnovation* sowie *Prozessdigitalisierung* und deren Indikatoren des „Digital Maturity Model’s“.

7.1 Smart Solutions

Der Bereich der Smart Solutions beinhaltet die Wertetreiber Smart Services sowie Smart Products. Letzterer ist allgemein auch mit dem Begriff Cyber-physische Systeme (CPS) gleichgesetzt (Bechtold et al., 2014, S. 6). CPS gelten mit ihren vielen verschiedenen Anwendungsszenarien und Potenzialen als Basis der Industrie 4.0 (Heinze, 2014, S. 24) und können folgende Eigenschaften beinhalten (Lüth, 2017, S. 26):

- Eingebettetes System, welches mit Sensoren und Aktoren ausgestattet ist.
- Es ist mit dem Internet verbunden und passt sich durch seine Sensorik der Umwelt an.
- Es kann autonom handeln und durch die Kommunikation mit anderen CPS oder Menschen ein kooperatives Verhalten entwickeln.
- CPS ist ein Gesamtsystem, welches aus diversen separat entwickelten Systemen besteht, die voneinander unabhängig agieren können.

Durch die Ausstattung mit Sensoren und der Fähigkeit, mit Mensch und Maschine zu kommunizieren, können CPS durch die Fülle an generierten Informationen zur Produktionsoptimierung sowie -innovation wesentlich beitragen. CPS bieten zusätzlich einen Mehrwert, indem die Kundenbeziehung durch regen Austausch intensiviert und dadurch gestärkt werden kann (Bechtold et al., 2014, S. 6-7).

Smart Services sind neue Service Angebote, welche mit den CPS einhergehen. Smart Services entstehen aufgrund von Analysen grosser Datensätze, welche durch CPS generiert wurden. Analysetools können dabei Handlungsempfehlungen abgeben und eine automatische und intelligente Entscheidungsfindung unterstützen. So können zum Beispiel Unternehmen durch Echtzeitdaten über den Verschleiss ihrer Anlage informiert werden und zuverlässig prognostizieren, wann die Anlage gewartet werden muss. Des Weiteren ergeben sich neue nutzenabhängige Service Modelle. Diese bringen mit sich, dass Anlagen oder Maschinen sehr günstig bereitgestellt werden und aufgrund ihrer tatsächlichen Nutzung abgerechnet werden können. Auch können die Maschinen oder Anlagen aus einem Kontrollraum ferngesteuert werden, um beispielsweise den Ressourcenverbrauch zu optimieren (Bechtold et al., 2014, S. 7).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Smart Services vor allem bei der Entwicklung datengesteuerter Geschäftsmodelle ein grosses Potenzial aufweisen und sich dadurch diverse Vorteile ergeben. Für Unternehmen bedeutet dies, dass Smart Services zukünftig wichtige Differenzierungsfaktoren darstellen können, insbesondere in Hochpreisländern. So bleiben die Unternehmen weiterhin wettbewerbsfähig und können kontinuierlich wachsen. Die konkreten Vorteile durch Smart Services sind beachtlich. So erzielen sie einen Mehrwert, verbessern das Kundenerlebnis und stärken die Kundenbindung, optimieren den Lifecycle Value für die Smart Products und sorgen für ein effizienteres Service Angebot (Bechtold et al., 2014, S. 8).

7.2 Smart Innovation

Der Bereich Smart Innovation beinhaltet die Wertetreiber Extended Innovation und Connected Life Cycle Innovation. Die Extended Innovation basiert auf einem wechselseitigen Austauschverhältnis von Informationen zwischen Unternehmen und ihrer Umwelt. Die Informationen gelangen dabei über strukturierte Quellen (Mitarbeitende, Kunden, Lieferanten etc.) oder unstrukturierte Quellen (Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Soziale Netzwerke, Blogs / Foren etc.) in das Unternehmen. Das Ziel von Extended Innovation ist die Unterstützung von Innovationen und Ideen durch die Partnernetzwerke. Dies setzt jedoch voraus, dass die Innovationsprozesse für externe Partner und Kunden geöffnet und diese befähigt werden, sich daran zu beteiligen. Ein ähnliches Konzept ist mit Open-Source-Plattformen⁹ aus der IT-Branche bekannt. Basierend auf digitalen Technologien wie Social-Media-Plattformen oder kollaborativen

⁹ Open Source bedeutet, dass der Quellcode kostenlos verfügbar ist und weitergegeben werden darf. So hat jeder die Möglichkeit, den Programmiercode zu lesen und zu ändern (Hennig, 2015, S. 8).

PLM¹⁰-Tools findet der Weitergabeprozess von Informationen statt und verbindet so die verschiedenen Wissensressourcen miteinander (Bechtold et al., 2014, S. 10).

Durch Extended Innovation werden sich die Innovationsaktivitäten eines Unternehmens stärker auf ihre Kunden ausrichten. Zusätzlich können durch den Austausch von Informationen wichtige Impulse von aussen angeregt werden. Dadurch können wichtige Wettbewerbsvorteile entstehen und die Dauer bis zur Markteinführung eines Produktes verkürzen (Bechtold et al., 2014, S. 11). Gerade in Bezug auf Cyber-physische Systeme und plattformbasierte Lösungen ist es für ein traditionelles Maschinenbauunternehmen interessant, seinen Innovationsprozess zu öffnen und ein Open-Source Konzept zu verfolgen, da die Entwicklung einer Software oder Plattform nicht zur Kernkompetenz eines solchen Unternehmens gehört.

Connected Lifecycle Innovation bedeutet, dass Informationen und Daten aus dem Produktlebenszyklus mit Hilfe digitaler Tools analysiert und als Innovationsquelle verwendet werden. Dabei werden produktbezogene Informationen wie beispielsweise Maschinenparameter oder Kundenbestelldaten analysiert und miteinander verbunden, um daraus Innovationen zu gewinnen. Das Ergebnis sind innovative Geschäftsprozesse wie etwa für den Vertrieb oder eine Optimierung des Produktionsprozesses durch die Wahl neuer Materialien. Außerdem wird selbst in komplexeren B2B-Märkten das Kaufverhalten besser prognostizierbar und führt zu effizienteren Vertriebsaktivitäten. Voraussetzung für die Connected Lifecycle Innovation sind hochentwickelte PLM-Systeme. Der Zugriff muss von überall gewährleistet sein und PLM-Systeme müssen Schnittstellen besitzen, um mit Geschäftsanwendungen wie den ERP-Systemen gekoppelt werden zu können. Diese Ansammlung und Zusammenführung an Daten bietet schlussendlich eine viel reichere Innovationsquelle als die klassischen PLM-bezogenen Daten. Zu beachten ist auch hier die Einbindung von Kontaktpunkten, um direktes Kundenfeedback zu unterstützen (Bechtold et al., 2014, S. 11).

Auch bei der Connected Lifecycle Innovation wird sich die Innovationsfrequenz erhöhen und es lässt sich eine schnellere Markteinführung ermöglichen. Dies bedeutet, dass ein Unternehmen damit ein höheres Wachstumspotenzial aufweisen und im Bereich der Forschung und Entwicklung an Kosten einsparen kann. Kundenspezifische Daten, welche beispielsweise über eine plattformbasierte Applikation gesammelt werden, ermöglichen die Entwicklung individualisierter Produkte und Services im B2B Geschäft. Ausserdem soll der Produktlebenszyklus verlängert und optimiert werden, was zu einer höheren Kundenzufriedenheit führen kann (Bechtold et al., 2014, S. 12).

¹⁰ Product Lifecycle Management (PLM) ist ein Konzept, bei welchem das Daten- sowie Prozessmanagement des gesamten Produktlebenszyklus im Fokus steht. Dabei gibt es verschiedene Funktionen wie beispielsweise das Dokumentenmanagement, wo Datensätze zu jederzeit den Stakeholder zur Verfügung gestellt werden (Kirsch, Muggeo, Schneider, Schulte, & Dettmers, 2017, S. 155-156).

7.3 Smart Supply Chain

Eine Smart Supply Chain kann durch diverse digitale Technologien und Cyber-physische Systeme unterstützt werden und ist meist stark automatisiert. Im Bereich der Smart Supply Chain sind die Wertetreiber Connected Supply Chains sowie agile Kooperationsnetzwerke enthalten. Letztere ermöglichen den Wandel zu einem flexibleren und erweiterten Unternehmen und bieten einen globalen Marktplatz für Know-How sowie Produktionsressourcen, um die Kapazitätsauslastung optimal auszugleichen. So kann ein Maschinenbauunternehmen flexibel entscheiden, welche Arbeiten intern ausgeführt und welche extern von einem Partnerunternehmen übernommen werden sollen. Des Weiteren ermöglichen kurzfristige projektbasierte Geschäftspartnerschaften den Unternehmen, sich weiterhin auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren und trotzdem auf die individuellen Kundenwünsche einzugehen, um dadurch eigens zugeschnittene Lösungen zu entwickeln. Auch hier bilden digitale Technologien die Basis, um den Wertetreiber adäquat umzusetzen. So können beispielsweise durch die gemeinsame Nutzung von CAD¹¹-Plattformen mit Partnerunternehmen, individuelle Bauteile modelliert und demjenigen Partner zugeteilt werden, welcher die höchste Kapazität zur Verfügung hat. Eine gemeinsame Nutzung der Plattform reduziert so die Komplexität beträchtlich und ermöglicht eine agile Geschäftspartnerschaft. Wichtige Voraussetzungen, um solche Netzwerke zu realisieren, sind eine vernetzte Produktionsumgebung sowie die Plattformen, um Unternehmen miteinander zu verbinden. Angepasste Organisationsstrukturen, Prozesse, IT sowie standardisierte und portable Datenformate sind ebenso wichtig für eine flexible Zusammenarbeit untereinander (Bechtold et al., 2014, S. 13).

Zusammengefasst können durch agile Kooperationsnetzwerke die Geschäftsabläufe wesentlich flexibler und kostengünstiger gestaltet werden und durch verbesserte oder neue Leistungsangebote für weiteres Wachstum sorgen. Kapazitätsengpässe können dank Kooperationspartner besser bewältigt werden und neues Know-How fließt in das Unternehmen ein, was zusätzlich zu neuen Produkt- und Leistungsangeboten führen kann (Bechtold et al., 2014, S. 14).

Der zweite Wertetreiber ist die Connected Supply Chain. Der Kern dieses Wertetreibers sind ebenfalls digitale Technologien, welche eine höhere Wertschöpfung durch transparentere und automatisierte betriebliche Prozesse ermöglichen und diese so innerhalb einer Industrie 4.0-Strategie optimieren. Mittels RFID¹²-Systemen kann beispielsweise ein genaues Abbild der Aktivitäten des Liefernetzwerkes erstellt werden. Daten über Position und Zustand der Ware

¹¹ Computer Aided Design stellt eine Software dar, welches die eingegebenen Daten verarbeitet, manipuliert und verknüpft, um ein Abbild des realen Produktes zu generieren (Labisch & Wählich, 2017, S. 18, 26). CAD Programme werden in Maschinenbauunternehmen oft benutzt, beispielsweise für die Modellierung eines gerade- bzw. schrägverzahnten Zahnrades mit Evolventenverzahnung (Köhler et al., 2016, S. 336).

¹² Radio-Frequency-Identification ist ein System, auf welchem mittels Transponder (elektronischer Datenträger) Daten gespeichert und ausgetauscht werden. Dabei erfolgt der Datenaustausch kontaktlos über elektromagnetische Felder (Finkenzeller et al., 2015, S. 9).

werden so in Echtzeit gesammelt und aggregiert. Dadurch können Datenflüsse über digitale Plattformen verbunden und für jedes beteiligte Unternehmen transparent gemacht werden. Dies soll helfen, der steigenden Komplexität von Supply Chains beizukommen und eine wesentlich höhere Transparenz zu schaffen. Ebenfalls können dadurch Liefer- und Lagerprozesse automatisiert werden. Mitarbeitende, welche beispielsweise für die Planung der Liefer- und Lagerprozesse zuständig waren, können zukünftig für analytische Aufgaben der Supply Chain Daten eingesetzt werden. Des Weiteren tragen Connected Supply Chains dazu bei, dass im Unternehmen ein Pull-Prinzip¹³ wesentlich einfacher zu implementieren ist (Bechtold et al., 2014, S. 14). Zusammenfassend kann die transparente Einsicht über die Bewegungen im Liefernetzwerk als einen zentralen Vorteil der Connected Supply Chain festgehalten werden. Dadurch können Ineffizienz und Risiken erkannt und behoben sowie exaktere Prognosen für den Verbrauch gemacht werden. Die Capgemini Consulting schätzt in ihrem Bericht, dass sich durch eine Connected Supply Chain die Lieferkosten um bis zu 20 Prozent senken lassen (Bechtold et al., 2014, S. 15).

7.4 Smart Factory

Die Smart Factory besteht aus Cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) und setzen sich aus einem oder mehreren Cyber-physischen Systemen zusammen. Die Wertetreiber innerhalb der Smart Factory können als datengesteuerte Betriebsoptimierung sowie dezentrale Produktionssteuerung bezeichnet werden (Bechtold et al., 2014, S. 17).

Die dezentrale Produktionssteuerung wird dabei starken Einfluss auf die Produktionsplanung sowie -steuerung einnehmen. CPPS lösen dabei zentrale MES¹⁴ für Aufgaben wie die Steuerung sowie Fertigung in der Produktion ab. Dies führt dazu, dass autonome Entscheidungen zur Produktionssteuerung lokal getroffen werden, da nun alle erforderlichen Daten sofort abgerufen werden können. Die moderne Fertigung wird sich nun dadurch auszeichnen, dass die Maschinen ein sich selbst organisierendes und optimierendes Netzwerk darstellen. Werden in diesem Netzwerk verschiedene Parameter wie beispielsweise Kapazität, Auftragsmenge, Preis für Maschinenzeit, Liefertermin etc. miteinbezogen, kann das CPPS individuell eine gewinnmaximierende Produktionsplanung erstellen (Bechtold et al., 2014, S. 17).

Eine geschäftliche Auswirkung durch die dezentrale Produktionssteuerung ist vor allem im Bereich des Customizing zu erwarten, da nun jedes Produkt individuell ohne zusätzliche Kosten hergestellt werden kann. Die exakte Aufteilung der Kapazitäten sowie das Einhalten der Liefertermine steigern sowohl die betriebliche Produktivität als auch die Flexibilität.

¹³ Das Pull Prinzip soll sicherstellen, dass lediglich die Menge produziert wird, welche vom Kunden bestellt wurde (Bertagnolli, 2018, S. 99).

¹⁴ Manufacturing Execution System (MES) ist ein System, welches beispielsweise Maschinendaten erfasst, Prozessdaten verarbeitet, Funktionen für die Energiemanagement, Personaleinsatzplanung, Zeitwirtschaft etc. übernimmt und den Betrieb in der Qualitätssicherung unterstützt (Kletti, 2015, S. 19-20).

Zusätzlich wird die Eingabe widersprüchlicher Parameter erkannt und ganzheitlich optimiert (Bechtold et al., 2014, S. 18).

Die datengetriebene Betriebsoptimierung ist der zweite Wertetreiber der Smart Factory und nutzt dabei die anfallenden Daten als Ressource. Diese Daten werden durch erweiterte Analysen ausgewertet, um so ineffiziente Abläufe entlang der Fertigungswertschöpfungskette zu erkennen und zu optimieren. Dabei ist es wichtig, dass möglichst viele Daten aus verschiedenen Quellen in eine Analyse integriert werden, um das volle Optimierungspotenzial auszunutzen (Bechtold et al., 2014, S. 18).

Datengetriebene Betriebsoptimierung wird nicht nur die Prozesseffizienz steigern, sondern auch die Qualität der gefertigten Endprodukte. Durch die verbesserte Qualität lassen sich gezielt Kosten reduzieren, was schlussendlich zu Wettbewerbsvorteilen führen wird. Des Weiteren können die langfristige Nutzung einer Anlage sowie ihre Zuverlässigkeit stetig optimiert werden (Bechtold et al., 2014, S. 19).

7.5 Aufteilung interner und externer Wertetreiber

In einem weiteren Schritt ist nun zu klären, inwiefern die Wertetreiber einen internen, externen oder beidseitigen Nutzen bedeuten. Dies ist insofern wichtig, da alle Wertetreiber ob intern, extern oder als Mischform an gewisse Anforderungen geknüpft sind. Um die Anforderungen an die Wertetreiber zu ermitteln, werden die Dimensionen der digitalen Reife und die Vielfältigkeit der Daten- sowie Informationsmenge (aus Big Data) herbeigezogen und analysiert. Weiter soll es einem Maschinenbauunternehmen genau aufzeigen, welche der vorgestellten Nutzenpotenziale sie im Rahmen ihrer Möglichkeiten verfolgen können.

Intelligente Produkte (CPS* / CPS) – internes / externes Nutzenpotenzial**

Angefangen mit dem Wertetreiber um die Smart Products bzw. die Cyber-physischen Systeme (CPS) stellt sich für ein Maschinenbauunternehmen die Frage, zukünftig interne Maschinen, Anlagen etc. zu CPS aufzurüsten oder auch die eigenen Produkte als CPS anzubieten. Aufgrund der acht oben beschriebenen Wertetreiber macht es Sinn, beide Strategien zu verfolgen. So wurden CPS im oberen Abschnitt bereits als die Basis weiterer Wertetreiber definiert. Daraus lässt sich schließen, dass die Umsetzung aller Nutzenpotenziale nur durch den Einsatz von CPS möglich wird. Erst nach einer Analyse der Anforderungen von CPS wird jedoch die Priorisierung interner und externer CPS möglich. Dabei lässt sich erkennen, dass die Anforderungen an die Nutzung interner Nutzenpotenziale durch CPS* als eher gering eingeschätzt werden können. Daten resp. Informationen zur Umsetzung sind kaum nötig, lediglich Know-How ist ein treibender Faktor. Digitale Reife sollte hierbei vor allem in der Dimension der Strategie, Organisation sowie in der Informationstechnologie vorhanden sein.

Geht es um die Nutzung externer Potenziale von CPS^{**}, muss eine neue Bewertung stattfinden. So ist die benötigte Datenbasis und -vielfalt viel grösser, da man nun die Kundenbedürfnisse sowie Daten und Informationen aus bestehenden Kooperationsnetzwerken miteinbeziehen muss. Falls die Möglichkeit besteht, sollten Daten aus den betriebsinternen CPS^{*} eingebunden werden. Die digitale Reife muss ebenfalls höher sein. So sind die Dimensionen der Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Customer Experience, Produktinnovation sowie Kultur und Expertise betroffen.

Diese Erkenntnisse legen nahe, CPS^{*} zu Beginn im eigenen Unternehmen zu testen, da man für deren Einsatz weder eine Datenbasis, noch hohe digitale Reife benötigt. So können Unternehmen die durch CPS^{*} einhergehenden Potenziale zuerst im eigenen Betrieb kennenlernen und danach im vollem Umfang umsetzen.

Dezentrale Produktionssteuerung (DP) – internes Nutzenpotenzial

Die dezentrale Produktionssteuerung stellt eine Form des internen Nutzenpotenzials dar, da sie den Prozessablauf des eigenen Betriebes beeinflusst. Da lediglich die Dimensionen der Strategie, Organisation, Informationstechnologie sowie Prozessdigitalisierung betroffen sind, ist die nötige digitale Reife zur Umsetzung als eher tief einzustufen. Die Daten kommen lediglich aus dem eigenen Betrieb und weisen somit eine eher tiefe Vielfalt auf.

Datenbasierte Betriebsoptimierung (DBO) – internes Nutzenpotenzial

Die datengesteuerte Betriebsoptimierung (DBO) ist ebenfalls als internes Nutzenpotenzial zu definieren. So werden die Daten, welche in den CPPS gesammelt werden, ausgewertet und zur Optimierung für den eigenen Betrieb eingesetzt. Um dieses Nutzenpotenzial umzusetzen, ist eine eher tiefe digitale Reife notwendig. So sind hauptsächlich nur die Dimensionen der Strategie, Organisation, Informationstechnologie sowie Prozessdigitalisierung betroffen. Die Daten kommen alle aus dem eigenen Betrieb und sind vor allem produktbezogen. Im Unterschied zur dezentralen Produktionssteuerung fließen hier mehr Informationen und Daten zusammen, welche am Ende ausgewertet werden müssen.

Vernetzte Lieferkette (VL) – internes Nutzenpotenzial

Die vernetzte Lieferkette ist ein Wertetreiber, welcher ebenfalls ein internes Nutzenpotenzial darstellt. So soll es durch die VL möglich werden, die Betriebskosten drastisch zu verringern. Dabei kommen interne Daten aus vielen unterschiedlichen produktbezogenen Prozessen wie beispielsweise dem Produktionsprozess, Transportprozess etc. zusammen. Die digitale Reife zeichnet sich vor allem in den Dimensionen der Strategie, Organisation, Prozessdigitalisierung, Informationstechnologie sowie zu gewissen Teilen in der Zusammenarbeit sowie Kultur und Expertise aus.

Agile Kooperationsnetzwerke (AK) – internes / (externes) Nutzenpotenzial

Agile Kooperationsnetzwerke wirken sich in erster Linie auf die eigene betriebliche Effizienz aus. Allerdings kann auch in diesem Fall nicht klar zwischen internem und externem Nutzenpotenzial abgegrenzt werden, da aus AK auch neue Produkte und Geschäftsmodelle entstehen können. Nichtsdestotrotz zielt der Hauptnutzen auf den eigenen optimierten Betrieb ab und ist somit eher als internes Nutzenpotenzial einzustufen. Um dieses Nutzenpotenzial umzusetzen, müssen hauptsächlich die Daten aus dem eigenen Betrieb bekannt sein. Neu fließen jedoch auch Daten aus den Kooperationsnetzwerken zu. Dies ergibt eine deutlich höhere Datenmenge sowie -vielfalt als für die bisherigen Wertetreiber. Die digitale Reife gilt als Voraussetzung in den Dimensionen der Strategie, Organisation, Zusammenarbeit, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung sowie mit Abstrichen in der Kultur und Expertise.

Connected Lifecycle Innovation (CLI) – externes Nutzenpotenzial

Der Wertetreiber Connected Lifecycle Innovation, oder auch datengesteuerte Innovation mit Kundenfokus genannt, kann auf den ersten Blick sowohl interne als auch externe Nutzenpotenziale mit sich bringen. Der Hauptfokus liegt hier jedoch klar auf dem Innovationsprozess, d.h. der Entwicklung neuer Ideen sowie neuer Produkte und damit den externen Nutzenpotenzialen. Dabei kommen vor allem kundenspezifische Daten zum Einsatz, welche individuelle Lösungen ermöglichen. Auch Daten aus dem Produktlebenszyklus von der Produktion bis zur Entsorgung werden zusammengetragen und ausgewertet, um den Lebenszyklus zu verlängern und den Lifecycle Value zu optimieren. Die digitale Reife muss dazu besonders in den Dimensionen der Strategie, Organisation, Produktinnovation, Informationstechnologie, Kultur und Expertise, Prozessdigitalisierung sowie zum Teil in der Customer Experience ausgeprägt sein.

Extended Innovation (EI) – externes Nutzenpotenzial

Der Wertetreiber Extended Innovation soll beispielsweise einem Unternehmen in Zusammenarbeit mit einem Kunden helfen, Innovationen schneller, zielgerichteter und nachhaltiger auf den Markt zu bringen. Dabei handelt es sich um ein externes Nutzenpotenzial, da Innovationen durch komplett neue Ansätze und Know-How entwickelt und auf den Markt gebracht werden sollen. Die Anforderungen sind für diese Nutzenpotenzial bereits hoch, sodass die digitale Reife bereits fortgeschritten sein sollte. So sind hauptsächlich die Dimensionen der Strategie, Organisation, Produktinnovation, Zusammenarbeit, Informationstechnologie, Kultur und Expertise sowie Customer Experience betroffen und die Daten fließen aus dem eigenen Betrieb sowie aus dem Betrieb des Kunden zusammen (strukturierte Quellen). Zusätzlich fließen Daten aus externen Quellen wie Sozialen Netzwerken, Blogs, Foren etc. mit ein (unstrukturierte Daten).

Intelligente Services (IS) – externes Nutzenpotenzial

Intelligente Services ist ein weiterer Werttreiber, welcher externe Nutzenpotenziale verspricht. Aufgrund der Analyse sehr grosser Datenmengen kann ein Unternehmen neue Servicemodelle anbieten. Hierbei handelt es sich jedoch um Daten, welche mehrheitlich beim Kunden erfasst werden. Dies ist besonders für Maschinenbauunternehmen ein sehr interessanter Werttreiber, da innerhalb der CPPS mit Maschinen deutlich mehr an verschiedenen Daten zusammenkommen. Will man diesen Werttreiber optimal umsetzen, ist eine sehr hohe digitale Reife nötig. Dabei sind die Dimensionen der Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung, Customer Experience, Produktinnovation, Kultur und Expertise sowie zum Teil die Zusammenarbeit betroffen.

7.6 Das Industrie 4.0 Werttreiber Modell

Trägt man nun die Erkenntnisse aus den oberen Abschnitten zusammen, ist zu erkennen, dass sowohl die digitale Reife als auch die Menge an Daten und ihrer Vielfältigkeit wichtige Voraussetzungen für die Umsetzbarkeit der Werttreiber darstellen. Die digitale Reife wurde bereits ausführlich im ersten Abschnitt des Hauptteiles innerhalb dieser Arbeit erläutert. Die Erkenntnisse aus den oberen Abschnitten lassen zudem erkennen, dass für die Werttreiber unterschiedliche Dimensionen des Digital Maturity Models betroffen sind. Mit zunehmender Komplexität der Werttreiber, nimmt die Anzahl betroffener Dimensionen zu. Dies legt daher nahe, dass je mehr Dimensionen für einen Werttreiber betroffen sind, desto höher muss eine entsprechende digitale Reife gegeben sein.

Der Faktor Vielfältigkeit der Daten- sowie Informationsmenge muss im Kontext eines Maschinenbauunternehmens noch genauer geklärt werden. So können interne wie auch externe Daten generiert werden. Die internen Daten werden hauptsächlich im eigenen Unternehmen durch die täglichen Betriebstätigkeiten generiert. Die externen Daten sind hingegen genauer zu betrachten, denn sie können je nach Angebot eines Unternehmens stark variieren. Wie in der Einleitung dieser Arbeit beschrieben, können Maschinenbauunternehmen Maschinenkomponente, Geräte, Maschinen und Anlagen herstellen. So kann sich die Datenmenge und -vielfalt je nach Angebot deutlich vervielfachen. So kann ein Unternehmen, welches Maschinenkomponenten anbietet eine deutlich geringere Datenvielfältigkeit generieren, als ein Unternehmen welches komplette Anlagen verkauft. Das Potenzial eines Unternehmens die beschriebenen Werttreiber umzusetzen, determiniert sich somit auch dadurch, in welcher Vielfältigkeit Daten gesammelt und ausgewertet werden können.

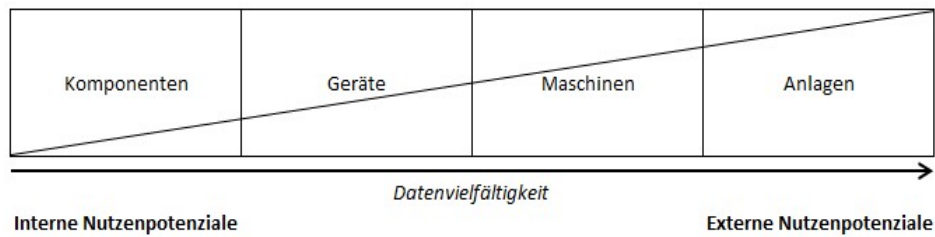


Abbildung 10: Datenerfassungsmodell für Maschinenbauunternehmen (eigene Darstellung)

Dies soll die Abbildung 10 nochmals verdeutlichen. Dabei zeigt sich, dass die mögliche Umsetzung verschiedener Nutzenpotenziale beziehungsweise Wertetreiber (interne sowie externe) mit zunehmender Datenvielfältigkeit steigt. Dies kann durch den Vergleich von Maschinenkomponenten und –anlagen begründet werden. Während eine Maschinenkomponente lediglich für einen bestimmten Teil des Verarbeitungsprozesses involviert ist, kann dadurch lediglich eine beschränkte Datenvielfältigkeit erfasst werden. Eine Anlage als Ganzes ist jedoch meistens in den gesamten Verarbeitungsprozess involviert und bildet wie in Abschnitt 5.1.1 erwähnt, einen wichtigen Teil des Gesamtsystems und kennt je nach Programmierung die wichtigsten Parameter (z.B. Art der zu verarbeitenden Materialien). So kommt eine wesentlich höhere Datenvielfältigkeit zusammen. Aus dieser höheren Datenvielfältigkeit ergeben sich mehr Möglichkeiten externe Nutzenpotenziale zu realisieren und ermöglicht somit durch vertikale sowie horizontale Integration die Erschließung neuer Wertschöpfungsstufen. So bietet sich beispielsweise einem Unternehmen, welches Verpackungsanlagen herstellt, die Möglichkeit, aufgrund der erfassten Daten, Druckmaterialien wie Farbe oder Verpackungsmaterial in ihr eigenes Angebot integrieren. Dieses Beispiel zeigt somit eine mögliche horizontale Integration. Des Weiteren spielen für die Umsetzung der Wertetreiber auch andere Datenquellen eine wichtige Rolle. So muss für jeden Wertetreiber bedacht werden, dass wichtige Daten aus anderen und allenfalls vorhergehenden Wertetreibern generiert werden müssen. Dabei kann man bei näherer Betrachtung bereits von einem gewissen aufbauenden Zusammenhang der Wertetreiber sprechen. Dieser Zusammenhang soll im Weiteren Verlaufe dieses Abschnittes nochmals aufgegriffen werden. Des Weiteren fließen zusätzlich je nach Wertetreiber noch externe, unstrukturierte Daten aus Foren, Sozialen Netzwerken, Blogs etc. mit ein, welchen ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Die Untersuchung zeigt demnach, welche Voraussetzungen an die jeweiligen Wertetreiber gebunden sind. Diese werden in folgender Tabelle nochmals zusammenfassend aufgelistet:

	Vielfältigkeit der Daten- sowie Informationsmenge	Digitale Reife (Dimensionen)
CPS*	Daten resp. Informationen zur Umsetzung sind kaum nötig, lediglich Know-How ist wichtig.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie
DP	Die Daten werden von aussen hinzugefügt beispielsweise Informationen zum Kundenauftrag (Menge, Produkt, Materialien etc.) und Preis.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung
DBO	Vor allem Produktionsdaten. Hier fließen wesentlich mehr Informationen und Daten zusammen als bei DP.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung
VL	Daten kommen aus vielen unterschiedlichen produktbezogenen Prozessen zusammen (Produktionsprozess, Transportprozess etc.).	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung, (Zusammenarbeit, Kultur und Expertise)
AK	Daten kommen mehrheitlich aus dem eigenen Betrieb und zusätzlich fließen nun externe Daten aus dem Kooperationsnetzwerk zu.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung, Zusammenarbeit, (Kultur und Expertise)
CPS**	Daten kommen sowohl aus dem eigenen Betrieb als auch von den Kunden. Zusätzlich sollten Daten aus den Kooperationsnetzwerken miteinfließen.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Customer Experience, Produktinnovation, Kultur und Expertise
CLI	Vor allem kundenspezifische Daten werden benötigt. Weitere Daten aus dem gesamten Produktlebenszyklus von der Produktion bis zur Entsorgung kommen hinzu.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Produktinnovation, Kultur und Expertise, Prozessdigitalisierung, (Customer Experience)
EI	Daten fließen aus dem eigenen Betrieb sowie aus dem Betrieb des Kunden zusammen. Weitere Daten kommen aus Foren, Sozialen Netzwerken, Blogs etc.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Produktinnovation, Kultur und Expertise, Zusammenarbeit, Customer Experience
IS	Hier ist eine enorm hohe Datenmenge aus allen vorhergehenden Bereichen kombiniert nötig.	Strategie, Organisation, Informationstechnologie, Prozessdigitalisierung, Customer Experience, Produktinnovation, Kultur und Expertise, (Zusammenarbeit)

Tabelle 4: Voraussetzungen für die Werttreiber

Wirft man einen genauen Blick auf die Ergebnisse in Tabelle 4, lässt sich ein Ablauf erkennen, in welcher Reihenfolge die Werttreiber vorzugsweise umgesetzt werden sollten. Dieser Ablauf kann zudem visuell in einem Modell (siehe Abbildung 11: Industrie 4.0 Werttreibermodell) abgebildet werden. Die Basis dieses Modelles bilden die zwei Achsen *Digitale Reife* und *Vielfältigkeit der Daten- sowie Informationsmenge*. Danach werden die Werttreiber gemäss den Ergebnissen aus der Tabelle 4 in das Modell eingetragen. Dabei lässt sich eine Korrelation be-

ziehungswise einen linearen Zusammenhang zwischen den zwei Achsen und den Werttreibern erkennen. Zudem zeigt das Modell jeweils in der Hälfte ihrer Achsen den Übergang von internen zu externen Nutzenpotenzialen.

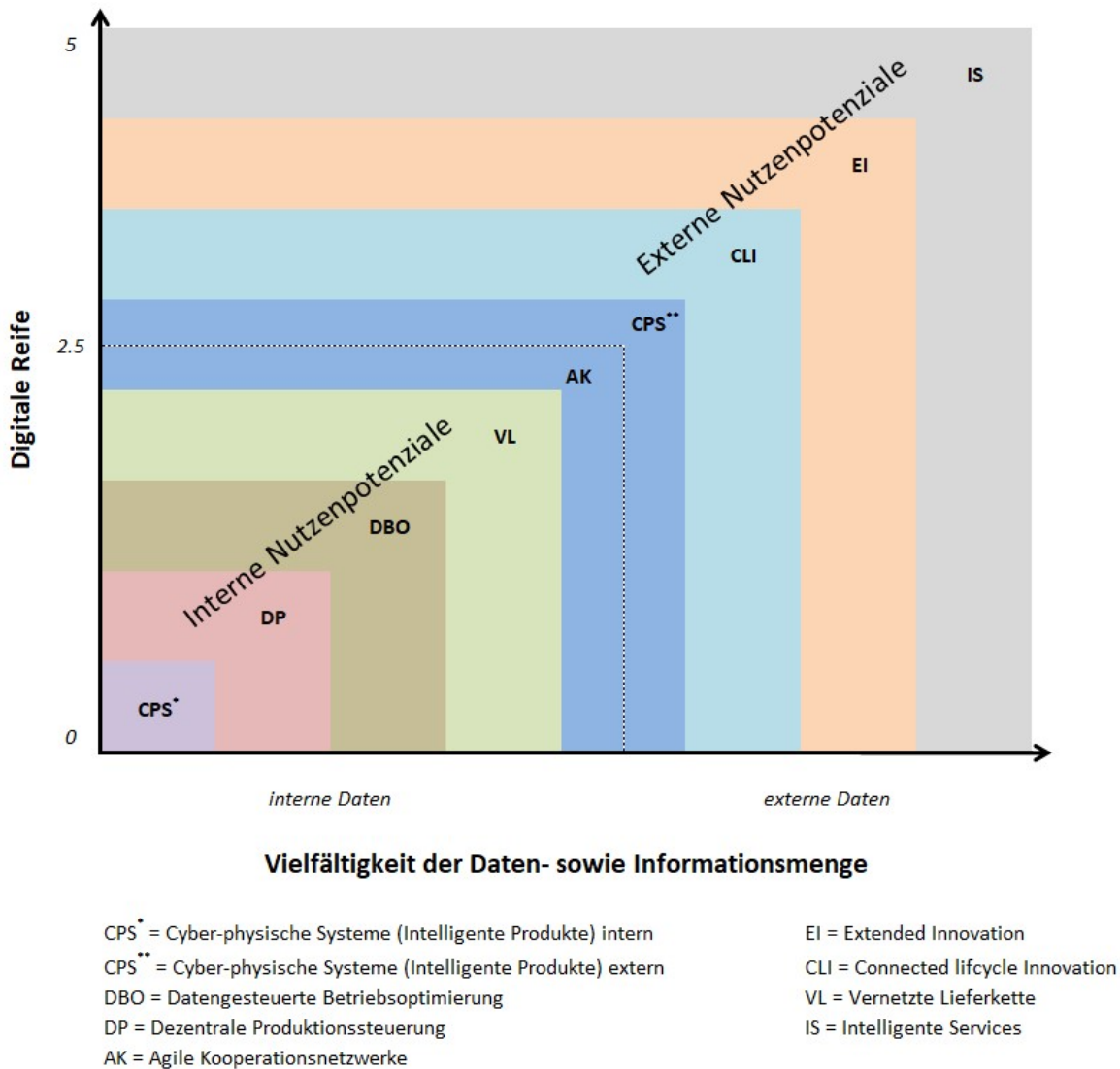


Abbildung 11: Industrie 4.0 Werttreibermodell (eigene Darstellung)

An dieser Stelle kann nun der erwähnte Zusammenhang der Werttreiber nochmals aufgegriffen und wie folgt erklärt werden. Beginnend bei den internen *CPS** zeigt sich, dass diese die Datenbasis für die folgenden internen Nutzenpotenziale wie der *dezentralen Produktionssteuerung* sowie der *datengesteuerten Betriebsoptimierung* liefern. Danach sollen die Erkenntnisse aus der Produktionssteuerung wie auch der Betriebsoptimierung helfen, die Prozesse durch den Werttreiber *vernetzten Lieferkette* mit Hilfe von Technologien zu automatisieren und zu standardisieren. Dank dieser Standardisierung sowie Automatisierung wird es einem Unternehmen möglich sein, einfach und schnell *agile Kooperationen* zu initiieren. Danach folgt der Übergang zu allen externen Nutzenpotenzialen. Externe *CPS*** bauen somit auf allen gewonnenen Möglichkeiten,

Erkenntnissen, Daten und Informationen aus den internen Werttreibern auf. Durch die bloße Existenz gepaart mit der Generierung enormer Datenströme mit *CPS*** wird es nun für ein Unternehmen möglich sein, sowohl den Wertreiber *Connected lifecycle Innovation* wie auch *Extended Innovation* umzusetzen. Der letzte Wertreiber *intelligente Services* bildet den Höhepunkt der externen Nutzenpotenziale. So bauen auch die *intelligenten Services* auf allen Möglichkeiten, Erkenntnissen, Daten und Informationen auf, welche zuvor aus mehrheitlich den externen Werttreibern gesammelt wurden.

Dieses Modell kann dadurch als eine gewisse Orientierungshilfe für ein Maschinenbauunternehmen dienen, um die Werttreiber der Industrie 4.0 optimal umzusetzen und dadurch eine willkürliche Umsetzung der Werttreiber zu verhindern. Wie die Problemstellung dieser Arbeit zeigt, werden oft die Werttreiber aus dem Zentrum vernachlässigt. Jedoch bilden gerade diese sowohl das Fundament für den Plattformökonomie-Trend als auch für die Umsetzung weiterer Werttreiber. Es ist demnach zu erkennen, dass die Umsetzung der genannten Wertreiber schrittweise gemäss dem Modell erfolgen sollte, um das volle Potenzial aus der Industrie 4.0 abschöpfen zu können. Zudem können die meisten Wertreiber gar nicht oder nur ungenügend umgesetzt werden, wenn ein Unternehmen durch eine zu tiefe digitale Reife ausgebremst wird.

Sind alle Voraussetzungen (Datenvielfältigkeit und digitale Reife) gegeben, macht es für ein Unternehmen Sinn, sowohl interne als auch externe Werttreiber umzusetzen. Dies kann als „duale Strategie“ bezeichnet werden. Diese duale Strategie kann dann beispielsweise den Einsatz von *CPS** im eigenen Betrieb für die Effizienz- sowie Effektivitätssteigerung als auch den Verkauf von *CPS*** für die vernetzte Wertschöpfung der Kunden beinhalten (Ehrat & Lustenberger, 2016, S. 34). Dabei werden die internen sowie externen Nutzenpotenziale in einer gesamtheitlichen Strategie miteinander verknüpft. Hiermit kann ein Unternehmen durch die Verknüpfung und Einbindung verschiedener Nutzenpotenziale eine stetig wachsende Wertschöpfung realisieren.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen kann nun nochmals die Diskussion um eine evolutionäre oder revolutionäre Industrie 4.0 aufgenommen werden. Es zeigt sich nun, dass die Umsetzung der Nutzenpotenziale schrittweise erfolgen sollte. Diese Herangehensweise spricht demnach für eine evolutionäre Industrie 4.0. Das heisst, die Industrie 4.0 gibt den Unternehmen die nötige Zeit, um sich an ihr neues Umfeld anzupassen, sofern diese Zeit optimal ausgenutzt wird. Eine radikale Veränderung des Unternehmens innert kürzester Frist, welche eine Revolution erfordern würde, ist daher nicht nötig.

Die oben beschriebenen Erkenntnisse können in einer weiteren Arbeit durchaus weiter verfolgt und untersucht werden. Es bietet sich demnach an, Unternehmen auf ihre unternehmerische Performance und deren Abfolge der umgesetzten Nutzenpotenziale empirisch zu untersuchen. Allfällige Ergebnisse könnten dann als empirischer Beweis für oder gegen die erarbeitete Herangehensweise anhand des Industrie 4.0 Werttreibermodelles sprechen.

7.7 Umsetzung der Wertetreiber von Maschinenbauunternehmen in der Praxis

Abschliessend sollen im folgenden Abschnitt bestehende Geschäftsmodelle von Maschinenbauunternehmen genauer beleuchtet werden, welche in der Praxis bereits erfolgreich umgesetzt wurden. So zum Beispiel das Modell der Firma TRUMPF, welche unter anderem Werkzeugmaschinen herstellt und als Vorreiter in Bezug auf die Industrie 4.0 gilt. Sie haben den Trend um die Plattformökonomie früh erkannt und einen Marktplatz für Technologiedaten geschaffen. So hat TRUMPF eine digitale Serviceplattform entwickelt, über welche Maschinenbetreiber bedarfsorientiert fehlende Daten beziehen können, um beispielsweise wichtige Prozessparameter zu erhalten. Wichtig dabei ist, dass möglichst viele Daten und Bearbeitungsszenarien erfasst werden und dem Maschinenbetreiber jederzeit zur Verfügung stehen. Konkret bedeutet dies, dass die Maschinenbetreiber ihre Daten untereinander teilen, um gegenseitig voneinander zu profitieren (Grünert & Sejdíć, 2017, S. 37, 39-40). TRUMPF befindet sich mit ihrer Serviceplattform demnach bereits in der obersten Stufe des Wertetreibermodells (Intelligente Services) und konnte sich durch die vorangegangenen Plattformen weiterentwickeln.

Auch die Firma KAESER hat den Wert der Industrie 4.0 Technologien erkannt. Das Unternehmen KAESER verkauft neben Kompressoren auch Druckluft. Dies ist deshalb möglich, weil KAESER die Kompressoren lediglich zur Verfügung stellt und nicht im herkömmlichen Sinne vertreibt. Demnach wird ein Festpreis für den Kubikmeter Druckluft inklusive weiterer Kosten vereinbart. Durch Industrie 4.0 Technologien werden dann Daten gesammelt, welche in ein „Machine Operation Center“ fließen. Dort werden die Daten von Spezialisten analysiert, um Fehlermuster frühzeitig zu erkennen. Ziel ist es, allfällige Reparaturen besser planen zu können. Auch die Entwicklung setzt die Vergangenheits-Maschinendaten ein, um ausfallsicherere und effizientere Produkte zu entwickeln (Kaufmann, 2015, S. 29). KAESER verfolgt somit einen Mix aus den Wertetreibern Cyber-physische Systeme** und Connected Lifecycle Innovation. Auch hier zeigt sich, dass sich das Unternehmen ebenfalls bereits auf dem Level einer höheren digitalen Reife befindet und seine Daten optimal einsetzt.

Der Landmaschinenhersteller JOHN DEERE verfolgt ebenfalls eine Digitalisierungsstrategie. Dabei haben sie nicht nur ihre Landmaschinen untereinander vernetzt, sondern versorgen auch Bewässerungssysteme sowie Boden- und Nährstoffquellen mit Informationen über Wetter und Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse, um einen Agrarbetrieb weiter optimieren zu können. Innovative Entwicklungen wie ein softwaregesteuerter Motor, welcher individuell in seiner Leistung angepasst werden kann, ermöglichen ein Angebot an individualisierten Produkten (Porter & Heppelmann, 2014, S. 13-15). Zusätzlich hat JOHN DEERE die Plattform MyJohn-Deere implementiert, auf welcher Agrarproduzenten die wichtigsten Daten aggregieren können. Diese Serviceplattform soll dabei helfen, Zugang zu wichtigen Informationen und Daten zu

erhalten oder diese zu teilen (John Deere, 2013). JOHN DEERE setzt dabei sowohl auf Cyber-physische Systeme** als auch auf Intelligente Services.

Auch MULTIVAC hat ihre neuste Generation der Tiefziehverpackungsmaschine durch einen bislang unerreichten Grad an Sensorik-elementen ausgestattet, um alle relevanten Teilprozesse genau erfassen zu können. In geschlossenen Regelkreisen können dabei unterschiedliche Prozesswerte wie beispielsweise des Formens, Evakuierens oder Siegelns erfasst werden. Schlussendlich sollen alle Prozessschritte optimal miteinander kombiniert, Abweichungen zwischen Produkt und System automatisch ausgeglichen und manuell eingegebene Fehleinstellungen selbständig erkannt werden. Dadurch soll permanent ein optimaler Betriebspunkt für die Verpackungsmaschine sichergestellt werden. Zusätzlich unterstützt ein „Pack Pilot“ das optimale Einrichten der Verpackungsmaschine durch eine Steuerungsunterstützung. Mit der Auswahl von Packungs-, Packstoff- und Produktmerkmalen sowie Werkzeugdaten kann die Maschine nach der Eingabe neuer Rezepte autonom den optimalen Betriebspunkt bestimmen und kann so ohne spezifisches Anwenderwissen bedient werden. Dies wird dadurch möglich, indem die Maschine auf die MULTIVAC Cloud zugreift, welche eine Vielzahl an Prozessdaten speichert (Multivac, 2018). Auch MULTIVAC setzt somit stark auf den Wertereiber Cyber-physische Systeme** und konnte mit dem Pack Pilot bereits eine erste Innovationen umsetzen.

8 Fazit

Mit der Rekapitulation dieser Arbeit gilt es nun, das Fazit zu ziehen. Dabei sollen die wichtigsten Erkenntnisse abschliessend zusammengefasst werden. Wie in der Einleitung dieser Arbeit gemäss einer Umfrage der SwissMEM erkennbar wurde, steht die Maschinenbauindustrie inmitten eines grossen Umbruchs. Die Industrie 4.0 ist innerhalb der Maschinenbaubranche mittlerweile ein geläufiger Begriff und wird von vielen Unternehmen in die unternehmerischen Tätigkeiten miteingebunden. Die Ergebnisse dieser Umfrage haben jedoch gezeigt, dass oft noch ungenügend verstanden wird, in welchem Umfang die Potenziale der Industrie 4.0 umgesetzt werden können. Zudem wurde ersichtlich, dass für die Unternehmen bisher keine generellen Richtlinien vorhanden sind, wie eine Digitalisierungsstrategie optimal umzusetzen ist. Für diese Umsetzung müssen sowohl die Handlungsfelder als auch die diversen Nutzenpotenziale berücksichtigt werden.

Dank dem Gartner Hype Cycle konnte der Entwicklungsstand der wichtigsten Industrie 4.0 Technologien einfach abgeleitet werden. Dabei hat sich gezeigt, dass es gerade im technologischen Bereich der künstlichen Intelligenz noch Jahre brauchen wird, bis eine vollständige Entwicklung abgeschlossen ist. Es kann daher sein, dass im Laufe der Entwicklung von KI nicht alle Erwartungen erfüllt werden können. Diese Schlussfolgerung könnte allerdings auf jede Technologie bezogen werden, welche noch nicht vollständig entwickelt ist.

Es ist daher als eher kritisch zu betrachten, ob alle die in dieser Arbeit beschriebenen Potenziale tatsächlich umgesetzt werden können. Des Weiteren gilt es auf (technologische) Trends zu achten. Drei Trends wie die Plattformökonomie, Softwares und Blockchain können sich dabei als zukünftige Wachstumstreiber für Maschinenbauunternehmen innerhalb der Industrie 4.0 entwickeln. Dabei hat sich im Verlaufe dieser Arbeit gezeigt, dass Plattformen und Software die Strukturen im ganzen Unternehmen verändern können. Unternehmen müssen sich dessen bewusst sein und die strategischen sowie operationellen Handlungsfelder diesbezüglich kennen. Die Analyse zur Blockchain hat zudem gezeigt, dass gewisse Technologien sowohl in der Theorie als auch in der Praxis unterschätzt werden können. Diese Erkenntnis soll jedem Unternehmen zeigen, dass Technologien ungeachtet ihres Hypes stets überprüft und analysiert werden müssen. Dabei sollte man über den Tellerrand hinausblicken, um entscheidende Entwicklungen und Chancen frühzeitig zu erkennen.

Entscheidet sich ein Maschinenbauunternehmen, den Fokus auf die Industrie 4.0 zu legen, bedeutet dies einen erheblichen strategischen Richtungswechsel. Dieser Richtungswechsel sollte möglichst schematisch erfolgen, um alle Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie zu erkennen. Dabei können bereits bekannte Modelle wie die 5-Forces-, PEST- sowie SWOT-Analyse herangezogen werden. Da es sich jedoch um eine Digitalisierungsstrategie für die Industrie 4.0 handelt, sollte mit dem Digital Maturity Model ein ergänzendes Modell zur Anwendung kommen. Dieses Modell soll dabei helfen, die digitalen Stärken und Schwächen in einem ganzheitlichen Kontext zu erfassen und dadurch einen digitalen Reifegrad abzuleiten. Daraus entsteht eine Kennzahl, welche sich im Verlaufe dieser Arbeit als einen wichtigen Indikator erwiesen hat. Ebenfalls hat sich das Modell als ein zentrales Grundgerüst innerhalb dieser Arbeit erwiesen. So kann das Modell als ein gewisser Leitfaden dienen, um auf strategischer Ebene die digitalen Handlungsfelder eines Unternehmens zu identifizieren. Mit Hilfe dieses Modells und weiteren Literaturrecherchen konnten zentrale Erkenntnisse auf die Forschungsfrage *„Was bedeutet Industrie 4.0 auf strategischer Ebene für das Unternehmen?“* abgeleitet werden. So wurde erkennbar, dass die Identifikation der Handlungsfelder für ein Unternehmen eine zwingende Voraussetzung bildet, da der digitale Wandel zu Beginn auf strategischer Ebene initiiert wird.

Des Weiteren wurde das ganze Ausmass des Wandels erkennbar. Dabei sind diverse Bereiche in einem Unternehmen betroffen. Es ist demnach nicht nur die Produktion, die sich durch die Industrie 4.0 verändert, sondern auch die Vision, Mission, Kultur, organisationalen Strukturen, Aufgaben und Zusammenarbeit aller Mitarbeitenden sowie die Infrastruktur. Es wurde deutlich, dass die Vision eine wichtige Rolle einnehmen wird, um ein Fundament für einen emotionalen Zugang der Mitarbeitenden zum Wandel zu gewähren und sie dadurch für eine digitale Zukunft begeistern zu können. Die Mission ist dabei ähnlich wichtig und soll zusammen mit der Vision ein Unternehmensleitbild formen. Bereits bei der Trendrecherche hat sich gezeigt, dass sich

Maschinenbauunternehmen innerhalb der Industrie 4.0 deutlich mehr mit Softwares auseinandersetzen müssen. Daher ist es naheliegend, traditionelle Maschinenbauunternehmen mit Softwareunternehmen zu vergleichen. So bilden beispielsweise kleine, agile Teams die neue Unternehmensstruktur. Auch der neue und ausgiebige Datenfluss, welcher in der Industrie 4.0 generiert wird, sollte idealerweise durch eine Stabstelle organisiert werden. Diese und weitere wichtige Aufgaben im Kontext der Digitalisierung sollten von einem Chief Data Officer geleitet werden. Auch für die Mitarbeitenden eines Unternehmens wird der Wandel in eine digitale Zukunft weitreichende Veränderungen mit sich bringen. So werden sich ihre Aufgaben und Kompetenzen zukünftig den eingesetzten Technologien anpassen und eine Art der Zusammenarbeit bilden. Die Zusammenarbeit wird allerdings auch innerhalb der Teams sowie mit den Vorgesetzten deutlich ändern. So wird die Zusammenarbeit in Teams beispielsweise vermehrt über digitale Tools gestaltet oder durch Kooperationen gänzlich neu strukturiert. Auch die Zusammenarbeit mit dem Vorgesetzten wird sich deutlich verändern. Um Innovationen zu fördern, entsteht eine neue Innovationskultur, mit welcher gewisse Freiheiten für die Mitarbeitenden einhergehen. So sollten die Vorgesetzten ihren Mitarbeitenden mehr Freiraum gewähren und Scheitern gleichzeitig als einen Lernprozess auffassen. Selbstdisziplin und -ordnung sind wichtige Fähigkeiten, die einen Mitarbeitenden innerhalb dieser Kultur und Zusammenarbeit auszeichnen. Neue Kapazitäten in der IT-Infrastruktur stellen eine logische Folge eines digitalen Wandels dar und sollten je nach Anforderung angepasst werden. Der gesamte Wandel soll durch das Transformationsmanagement umgesetzt werden. Dabei spielt die richtige Kommunikation des Wandels innerhalb des Unternehmens eine zentrale Rolle. Des Weiteren ist es wichtig, dass der ganze Transformationsprozess nach einem schematischen Muster ablaufen sollte, um keine Aufgaben oder Anspruchsgruppen zu vernachlässigen.

Innerhalb der Umweltanalyse haben sich zwei zentrale Erkenntnisse für die Industrie 4.0 ergeben. Es zeigte sich bei der 5-Forces Analyse, dass sich durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Smart, Connected Products die Branchengrenzen deutlich verschieben werden. Dies bedeutet einerseits, dass klare Abgrenzungen des Wettbewerbs oder der Branche durch die Erweiterung deutlich schwierig werden, andererseits sich das Wertschöpfungspotenzial dadurch stark steigern kann. Die zweite wichtige Erkenntnis sind die steigenden Eintrittsbarrieren. Dies kann durch das Sammeln und Auswerten von Nutzungsdaten begründet werden. So stehen Unternehmen, welche früh damit beginnen, eine vielseitige Datenmenge zu sammeln und zielgerichtet auszuwerten, im Vorteil gegenüber denjenigen, die später nachziehen werden. Die Möglichkeit, Daten zu sammeln und auszuwerten, um die Branchengrenzen zu überwinden, wird dann zu Konsolidierungen innerhalb der Branchen führen. Zu erkennen ist, dass Branchen, bei denen die Grenzen zunehmend verschwimmen, dabei am meisten betroffen sein werden.

Für den Bereich der Produktion standen besonders die Dimensionen Customer Experience, Produktinnovation sowie Prozessdigitalisierung des Digital Maturity Models im Vordergrund.

Zentral war dabei die Identifikation der Nutzenpotenziale durch die Industrie 4.0, um damit wichtige Erkenntnisse für die zweite Forschungsfrage „*Welche Nutzenpotenziale kann ein Maschinenbauunternehmen verfolgen?*“ zu gewinnen. Dabei wurden acht Wertetreiber in den Bereichen Smart Solutions, Smart Innovation, Smart Supply Chain sowie Smart Factory identifiziert. Im Bereich der *Smart Factory* sind es die internen Nutzenpotenziale, also die datengetriebene Betriebsoptimierung oder dezentrale Produktionssteuerung, welche im Vordergrund stehen. *Smart Solutions* befassen sich sowohl mit internen wie auch externen Nutzenpotenzialen. Dabei können CPS intern eingesetzt werden, um beispielsweise Daten zur Betriebsoptimierung zu gewinnen oder extern, um das eigene Produktangebot zu erweitern. Dabei hat sich gezeigt, dass sowohl intern als auch extern eingesetzte CPS ein Schlüsselement für Smart Services darstellen. Aus den Smart Services ergeben sich neue Geschäftsmodelle, die somit ebenfalls ein externes Nutzenpotenzial darstellen. Der Bereich der *Smart Innovation* befasst sich hauptsächlich mit externen Nutzenpotenzialen wie kundenorientierte Innovationsaktivitäten für eine verkürzte Markteinführungszeit sowie individualisierte Innovationen. Der letzte Bereich befasst sich mit der *Smart Supply Chain* und beinhaltet lediglich interne Nutzenpotenziale. Dabei stehen einerseits flexiblere sowie kostengünstigere Geschäftsabläufe und andererseits automatisierte sowie standardisierte Prozesse im Vordergrund. Schaut man sich in der Endbetrachtung alle Wertetreiber an, ist zu erkennen, dass sich viele verschiedene Potenziale ergeben, welche die eigene Wertschöpfung deutlich steigern können. Es liegt daher nahe, dass mit vermehrter Umsetzung verschiedener Nutzenpotenziale ein Unternehmen folglich ein steigendes Unternehmenswachstum verzeichnen kann.

Spannend sind die Erkenntnisse, welche aus der Abbildung 11: Industrie 4.0 Wertetreibermodell abgeleitet werden können. Durch die zwei Achsen Digitale Reife sowie Datenvielfältigkeit ergab sich eine Diagonale, auf welcher sich alle Wertetreiber anordnen. Diese Diagonale entspricht einer logischen Reihenfolge aller Wertetreiber, welche wie erwähnt aufeinander aufbauen. Diese Diagonale kann als wichtige Erkenntnis auf die dritte Forschungsfrage „*Welche Projekte sollen zu Beginn verfolgt werden und welche später?*“ verwendet werden und kann somit als Richtlinie dienen, in welchen Bereichen Projekte zu Beginn einer Industrie 4.0-Strategie verfolgt werden sollten.

Es gilt festzuhalten, dass diese Arbeit für alle Forschungsfragen klare Erkenntnisse hervorbringen konnte. Nichtsdestotrotz bleibt abzuwarten, wie sich die Industrie 4.0 weiterentwickelt, da Veränderungen ein digitales Umfeld ständig prägen und somit auch die in dieser Arbeit verwendete Literatur. Wichtig zu verstehen ist, dass neue Technologien alte in kürzester Zeit ablösen können und damit neue Hoffnungen und Erwartungen wecken, welche teilweise jedoch erst nach mehreren Jahren der Entwicklung vollumfänglich realisiert werden können. Des Weiteren kann es sein, dass gewisse Erwartungen nie umgesetzt werden können. Überdies resultieren die in dieser Arbeit beschriebenen Nutzenpotenziale teilweise aus einem stark visionären

Denken. Es bleibt daher ungewiss, ob alle Wertetreiber in der beschriebenen Form umgesetzt werden können. So müssen die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse regelmässig auf dem aktuellen Entwicklungsstand der Industrie 4.0 überprüft und mit allen relevanten Gesichtspunkten verglichen werden, um auf allfällige Veränderungen vorbereitet zu sein. Zudem sind die Erkenntnisse und Zusammenhänge aus dem Wertetreibermodell nicht empirisch belegt und könnten somit als Basis für eine weitere Arbeit dienen.

9 Literaturverzeichnis

- Accenture. (o.J.). *The Product as a Service business model*. Abgerufen von <https://www.accenture.com/us-en/insight-outlook-buy-own-thats-yesterdays-model>
- Albulena. (2016). *Technologische Treiber der Digitalen Transformation*. Abgerufen von <https://wirtschaft4punkt0.wordpress.com/2016/04/15/technologische-treiber-der-digitalen-transformation-2/>
- Al-Laham, A. (2016). *Organisationales Wissensmanagement. Eine strategische Perspektive*. München: Vahlen.
- Asghar, R. (2014). Why Silicon Valley's 'Fail Fast' Mantra Is Just Hype. *Forbes*. 14.07.2014
Abgerufen von <https://www.forbes.com/sites/robasghar/2014/07/14/why-silicon-valleys-fail-fast-mantra-is-just-hype/#54887b7124bc>
- Asma, J., Ballhaus, W., Geretshuber, D., & Ohrtmann, J.-P. (2017). *Blockchain und Smart Contracts*. Abgerufen von <https://www.pwc.de/de/newsletter/it-security-news/blockchain-und-smart-contracts.html>
- Assenza, P. (2018). *Neue Technologien als Treiber von Industrie 4.0*. Abgerufen von <https://www.vdma.org/v2viewer/-/v2article/render/25618171>
- Augsten, S. (2016). *Skepsis gegenüber Cloud Computing sinkt*. Abgerufen von <https://www.security-insider.de/skepsis-gegenueber-cloud-computing-sinkt-a-529691/>
- Badach, A., & Rieger, S. (2013). *Netzwerkprojekte. Planung, Realisierung, Dokumentation und Sicherheit von Netzwerken*. München: Carl Hanser Verlag.
- Balzert, H., Schröder, M., & Schäfer, C. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten*. 2. Auflage. Witten / Herdecke: W3L-Verlag.
- Bamberger, I., & Wrona, T. (2012). *Strategische Unternehmensführung. Strategien, Systeme, Methoden, Prozesse*. 2. Auflage. München: Franz Vahlen.
- Barthelmäs, N., Flad, D., Haußmann, T., Kupke, T., Schneider, S., & Selbach, K. (2017). Industrie 4.0 – eine industrielle Revolution? In: V. P. Andelfinger, & T. Hänisch (Hrsg.): *Industrie 4.0 - Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*. S. 33-56. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bauer, W., Hämmerle, M., Bauernhansl, T., & Zimmermann, T. (2018). Arbeitswelt der Zukunft. In: R. Neugebauer (Hrsg.): *Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wirtschaft & Gesellschaft*. S. 179-195. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Baums, A., Schössler, M., & Scott, B. (2015). *Kompodium Industrie 4.0 - Wie digitale Plattformen die Wirtschaft verändern – und wie die Politik gestalten kann*. 2. Auflage. Berlin: Stiftung Neue Verantwortung e.V.
- Bechtold, J., Bernhofer, L., Kern, A., & Lauenstein, C. (2014). *Industrie 4.0 – Eine Einschätzung von Capgemini Consulting. Der Blick über den Hype hinaus*. Capgemini Consulting.

- Beck, U., & Gison-Höfling, T. (2010). SOA – Welcome to the real World. In: F. Keuper, M. Schomann, & K. Zimmermann (Hrsg.): *Innovatives IT-Management. Management von IT und IT-gestütztes Management*. S. 191-200. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler Springer.
- Becker, A. (2011). *Nutzenpotenziale und Herausforderungen Service-orientierter Architekturen*. Darmstadt: Gabler Verlag / Springer Fachmedien.
- Berghaus, S., & Back, A. (2016). *Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study*. Cyprus: Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS).
- Berghaus, S., Back, A., & Kaltenrieder, B. (2015). *Digital Transformation Report 2015*. Institut für Wirtschaftsinformatik. St.Gallen: Universität St.Gallen in Zusammenarbeit mit Crosswalk.
- Berghaus, S., Back, A., & Kaltenrieder, B. (2017). *Digital Maturity & Transformation Report 2017*. Institut für Wirtschaftsinformatik. St.Gallen: Universität St.Gallen in Zusammenarbeit mit Crosswalk.
- Bergmann, C. (2016). *IOTA, die Kryptowährung für Maschinen: eine Blockchain ohne Blöcke*. Abgerufen von <https://bitcoinblog.de/2016/07/13/iota-die-kryptowaehrung-fuer-maschinen-eine-blockchain-ohne-bloecke/>
- Bertagnolli, F. (2018). *Lean Management. Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Burgwinkel, D. (2016). Blockchaintechnologie und deren Funktionsweise verstehen. In: D. Burgwinkel (Hrsg.): *Blockchain Technology*. S. 3-50. Berlin / Boston: Walter de Gruyter.
- Burmeister, S., Lang, J., Bayrle, N., Catalkaya, M., Stelzer, B., & Schiebel, E. (2016). *Big Data im Kontext von Industrie 4.0. Eine Technologievorausschau anhand IT-gestützter bibliometrischer Analyse und Szenariotechnik*. Institute of Technology and Process Management. Ulm: Universität Ulm.
- Camphausen, B. (2013). Strategisches Management - Planung, Entscheidung, Controlling. In: D. Dorn, & R. Fischbach (Hrsg.): *Managementwissen für Studium und Praxis*. S. 1-214. 3. Auflage. München: Oldenbourg Verlag.
- Coinmarketcap. (o.J.). Abgerufen von <https://coinmarketcap.com/de/all/views/all/>
- Crespo, I., Bergmann, L., & Lacker, T. (2009). Entwicklung und Formulierung der Unternehmensstrategie. In: U. Dombrowski, C. Herrmann, T. Lacker, & S. Sonntag (Hrsg.): *Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen. Ein ganzheitliches Konzept*. S. 125-135. Springer: Berlin Heidelberg.
- Creusen, U., Gall, B., & Hackl, O. (2017). *Digital Leadership. Führung in Zeiten des digitalen Wandels*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Dobрила, R. M. (2012). Minimum viable product and the importance of experimentation in technology startups. *Technology Innovation Management Review*, 2(3), S. 23-26.

- Doppeler, K. (2014). *Change. Wie der Wandel gelingt*. Frankfurt: Campus Verlag.
- Dudenredaktion. (o.J.). Abgerufen von <https://www.duden.de/node/699090/revisions/1215143/view>
- Ecker, E. (2016). Big Data + Industrie 4.0 = Industry Analytics. *Computerwoche*. 14.10.2016. Abgerufen von <http://www.cowo.de/a/3324996>
- Eckert, R. (2017). *Lean Startup in Konzernen und Mittelstandsunternehmen. Ergebnisse einer Expertenbefragung und Handlungsempfehlungen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Eggers, B., & Hollmann, S. (2018). Digital Leadership – Anforderungen, Aufgaben und Skills von Führungskräften in der „Arbeitswelt 4.0“. In: F. Keuper, M. Schomann, L. I. Sikora, & R. Wassef (Hrsg.): *Disruption und Transformation Management. Digital Leadership – Digitales Mindset – Digitale Strategie*. S. 44-67. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Ehrt, M., & Lustenberger, M. (2016). *Risiko von «Industrie 4.0»*. Abgerufen von https://weiterbildung.zhaw.ch/data/school-of-management-and-law/sml_cas_dsw_artikel-digitalisierung_industrie-4-0.pdf
- Ematinger, R. (2018). *Von der Industrie 4.0 zum Geschäftsmodell 4.0. Chancen der digitalen Transformation*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Feldges, D. (2016). Industrie 4.0 sorgt für frischen Wind. *Neue Zürcher Zeitung NZZ*. 19.01.2016. S. 25.
- Finkenzeller, K., Gebhart, M., Preishuber-Pflügl, J., Reisenhofer, E., Wernle, M. E., & Peters, F. (2015). *RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC*. 7. Auflage. München: Carl Hanser Verlag.
- Gartner. (2013). *Gartner's 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps Out Evolving Relationship Between Humans and Machines*. Abgerufen von <https://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>
- Gartner. (2014). *Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business*. Abgerufen von <https://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>
- Gartner. (o.J.). *Gartner Hype Cycle*. Abgerufen von <https://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>
- GEA. (o.J.). *GEA Vision und GEA Werte*. Abgerufen von <https://www.gea.com/de/uber/strategie/vision-werte/index.jsp>
- Gloger, B. (2016). *Scrum. Produkte zuverlässig und schnell Entwickeln*. München: Carl Hanser Verlag.
- Grünert, L., & Sejdić, G. (2017). Industrie 4.0-getriebene Geschäftsmodellinnovationen im Maschinenbau am Beispiel von TRUMPF. In: M. Seiter, L. Grünert, & S. Berlin (Hrsg.): *Betriebswirtschaftliche Aspekte von Industrie 4.0*. S. 29-46. Wiesbaden: Springer Gabler.

- Hammer, B. (2015). *"Das Silicon Valley hat etwas Undemokratisches"*. Abgerufen von http://www.deutschlandfunk.de/christoph-keese-das-silicon-valley-hat-etwas.1310.de.html?dram:article_id=308599
- Heckel, M. (2015). Industrie 4.0 - Wie Maschinen in der Cloud sprechen lernen. *Handelsblatt*. 31.01.2015. Abgerufen von <http://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/industrie-4-0-wie-maschinen-in-der-cloud-sprechen-lernen/11298534.html>
- Heindl, A., & Treugut, L. (2016). *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*. München: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Heinze, R. (2014). Cyber-Physical Systems als Basis für Industrie 4.0. *etz elektrotechnik & automation*, 1(2), S. 24-27.
- Hennig, S. (2015). *Open Source Software: Wirtschaftlichkeitsanalysen*. Hamburg: Igel Verlag RWS.
- Hildebrandt, A. (2017). Kulturwandel in Deutschland: Warum Industrie 4.0 mehr als ein Update ist. *Huffingtonpost*. 30.07.2017. Abgerufen von http://www.huffingtonpost.de/alexandra-hildebrandt/kulturwandel-in-deutschla_b_17577632.html
- Hill, L. A. (2010). Leading from Behind. *Harvard Business Review*. 05.05.2010. Abgerufen von <https://hbr.org/2010/05/leading-from-behind>
- Hirt, M. (2014). *Die wichtigsten Strategietools für Manager. Mehr Orientierung für den Unternehmenserfolg*. München: Verlag Franz Vahlen.
- Hofbauer, H., & Kauer, A. (2018). *Einstieg in die Führungsrolle*. 6. Auflage. München: Carl Hanser Verlag.
- Hofert, S. (2018). *Agiler führen. Einfache Maßnahmen für bessere Teamarbeit, mehr Leistung und höhere Kreativität*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Holst, E., Busch-Heizmann, A., & Wieber, A. (2015). *Führungskräfte-Monitor 2015. Update 2001-2013*. Berlin: DIW.
- Holtschke, B., Heier, H., & Hummel, T. (2009.). *Quo vadis CIO?* Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Hung Vo, P. (2015). *Die Automobilindustrie und die Bedeutung innovativer Industrie 4.0 Technologien*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Hungenberg, H. (2014). *Strategisches Management in Unternehmen*. 8. Auflage. Nürnberg: Springer Gabler.
- Imhof, K. (2010). Personalisierte Ökonomie. In: M. Eisenegger, S. Wehmeier, M. Eisenegger, & S. Wehmeier (Hrsg.): *Personalisierung der Organisationskommunikation. Theoretische Zugänge, Empirie und Praxis*. S. 29-50. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Industrie2025. (o. J.). *Definitionen*. Abgerufen von <http://www.industrie2025.ch/themen/definitionen.html>
- Item24. (o.J.). *Maschinenbau*. Abgerufen von <http://glossar.item24.com/de/start/view/glossary/ll/de%7Cen/item/maschinenbau/>
- John Deere. (2013). *John Deere Opens the MyJohnDeere Platform to Collaborating Software Developers and Companies*. Abgerufen von: https://www.deere.com/en_US/corporate/our_company/news_and_media/press_releases/2013/corporate/2013nov14_corporaterelease.page
- Kagermann, H., Riemensperger, F., Hoke, D., Schuh, G., Scheer, A.-W., Spath, D., Schweer, D. (2015). *Smart Service Welt - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht*. Berlin: Arbeitskreis Smart Service Welt / acatech.
- Kane, G. C., Palmer, D., Nguyen Phillips, A., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. Becoming a digitally mature enterprise. *MIT Sloan Management Review and Deloitte*.
- Kaufmann, T. (2015). *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kirsch, L., Muggeo, C., Schneider, M., Schulte, T., & Dettmers, C. (2017). Funktionen im PDM / PLM. In: M. Eigner, W. Koch, & C. Muggeo (Hrsg.): *Modellbasierter Entwicklungsprozess cybertronischer Systeme. Der PLM-unterstützte Referenzentwicklungsprozess für Produkte und Produktionssysteme*. S. 155-160. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Klenk, S., & Litzel, N. (2017). *Wie Künstliche Intelligenz die Industrie 4.0 vorantreibt*. Abgerufen von <https://www.bigdata-insider.de/wie-kuenstliche-intelligenz-die-industrie-40-vorantreibt-a-582604/>
- Kletti, J. (2015). *MES – Manufacturing Execution System. Moderne Informationstechnologie unterstützt die Wertschöpfung*. 2. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Klimmer, M., & Selonke, J. (2017). *#Digital Leadership. Wie Top-Manager in Deutschland den Wandel gestalten*. Berlin Heidelberg: Springer Gabler.
- Köhler, P., Andrae, R., Danjou, S., Heinemann, A., Humpa, M., Hungenberg, P., Martha, A. (2016). *CAD-Praktikum für den Maschinen- und Anlagenbau mit PTC Creo*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- König, A., & Graf-Vlachy, L. (2017). Industrie 4.0: Strategische Innovation durch Strategische Sensitivität. In: R. Obermaier (Hrsg.): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*. S. 53-67. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Kopacek, P. (2013). Robotik. *Elektrotechnik & Informationstechnik*. 130(2), S. 41. Wien: Springer Verlag.

- Kreutzer, R. T., Neugebauer, T., & Pattloch, A. (2017). *Digital Business Leadership. Digitale Transformation – Geschäftsmodell-Innovation – agile Organisation – Change-Management*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Kruse, R., Borgelt, C., Braune, C., Klawonn, F., Moewes, C., & Steinbrecher, M. (2015). *Computational Intelligence. Eine methodische Einführung in Künstliche Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen, Fuzzy-Systeme und Bayes-Netze*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kühl, S. (1999). Krise, Renaissance oder Umbau von Hierarchien in Unternehmen? Anmerkungen zur aktuellen Managementdiskussion. *Berliner Debatte Initial*, 10(3), S. 3-17.
- Labisch, S., & Wählich, G. (2017). *Technisches Zeichnen. Eigenständig lernen und effektiv üben*. 5. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Laudon, K. C., Laudon, J. P., & Schoder, D. (2016). *Wirtschaftsinformatik - Eine Einführung*. 3. Auflage. Hallbergmoos: Pearson Germany.
- Laufer, H. (2005). *Grundlagen erfolgreicher Mitarbeiterführung. Führungspersönlichkeit - Führungsmethoden - Führungsinstrumente*. Offenbach: GABAL Verlag.
- Litzel, N. (2016). *Definition - Was ist Natural Language Processing?* Abgerufen von <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-natural-language-processing-a-590102/>
- Lukas, U. F., Stork, A., & Behr, J. (2014). Industrie 4.0 – Evolution statt Revolution. Visual Computing beflügelt die Industrie der Zukunft. *wt Werkstattstechnik online*, 104(4), S. 255-257.
- Lüth, C. (2017). Funktion und Herausforderungen von Cyber-Physical Systems. In: C. Manzei, L. Schlepner, & R. Heinze (Hrsg.): *Industrie 4.0 im internationalen Kontext. Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends*. S. 25-29. 2. Auflage. Berlin / Wien / Zürich: VDE Verlag / Beuth Verlag.
- Mainzer, K. (2016). *Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen?* Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Menzenbach, J. (2012). *Visionäre Unternehmensführung. Grundlagen, Erfolgsfaktoren, Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Mintzberg, H. (1979). An Emerging Strategy of "Direct" Research. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), S. 582-589.
- Mohr, N., & Dörner, K. (2016). Chief Digital Officer - Der Held der Digitalisierung. *Handelsblatt*. 16.02.2016. Abgerufen von <http://www.handelsblatt.com/adv/digitalatscale/chief-digital-officer-der-held-der-digitalisierung-/12969376.html>
- Müller, S. (2018). *Virtuelle Führung. Erfolgreiche Strategien und Tools für Teams in der digitalen Arbeitswelt*. Wiesbaden: Springer Gabler.

- Multivac. (2018). *X-line von MULTIVAC erhält International FoodTec Award 2018 in Gold*. Abgerufen von <https://ch.multivac.com/de/multivac/news-events/news/detail/2018/01/613-x-line-von-multivac-erhaelt-international-foodtec-award-2018-in-gold>
- o.V. (2016). Umfrage zur Digital Maturity & Transformation Studie 2016-2017. Institut für Wirtschaftsinformatik Universität St.Gallen & Crosswalk. Abgerufen von: https://aback.iwi.unisg.ch/fileadmin/projects/aback/web/pdf/fragebogen_digital_maturity_check.pdf
- o.V. (2018). Studie: Digitale Services im Maschinenbau. *Digital Engineering Magazin*. 09.02.2018. Abgerufen von <https://www.digital-engineering-magazin.de/studie-digitale-services-im-maschinenbau>
- Obermaier, R. (2017). Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe. In: R. Obermaier (Hrsg.): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*. S. 1-34. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Panetta, K. (2016). *Technologies Underpin the Hype Cycle for the Internet of Things, 2016*. Abgerufen von <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/7-technologies-underpin-the-hype-cycle-for-the-internet-of-things-2016/>
- Panetta, K. (2017). *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017*. Abgerufen von <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>
- Paul, H., & Wollny, V. (2014). *Instrumente des strategischen Managements*. 2. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Paul, J., & Steiner, E. (2013). Umweltanalyse – Die Analyse der ökonomischen Umweltfaktoren. In: M. Landes, & E. Steiner (Hrsg.): *Psychologie der Wirtschaft. Psychologie für die berufliche Praxis*. S. 833-843. Wiesbaden: Springer VS.
- Petereit, D. (2016). Was ist eigentlich der Unterschied zwischen AI, Machine Learning, Deep Learning und Natural Language Processing? *t3n - digital pioneers*. 17.12.2016. Abgerufen von <https://t3n.de/news/ai-machine-learning-nlp-deep-learning-776907/>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*.
- Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2012). *Wissen Managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal Nutzen*. 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Ravi, V., & Kamaruddin, S. (2017). Big Data Analytics Enabled Smart Financial Services: Opportunities. In: P. K. Reddy, A. Sureka, S. Chakravarthy, & S. Bhalla (Hrsg.): *Big Data Analytics. 5th International Conference, BDA 2017, Hyderabad, India, December 12–15, 2017, Proceedings*. S. 15-39. Cham: Springer International Publishing AG.

- Reif, K. (2011). *Bosch Autoelektrik und Autoelektronik. Bordnetze, Sensoren und elektronische Systeme*. 6. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag & Springer Fachmedien.
- Reitz, T. (2017). Cloud Computing. In: E. Tiemeyer (Hrsg.): *Handbuch IT-Management. Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis*. S. 247-280. 6. Auflage. München: Carl Hanser Verlag.
- Russwurm, S. (2013). Software: Die Zukunft der Industrie. In: G. Baum, H. Borchering, M. Broy, M. Eigner, A. S. Huber, H. K. Kohler, M. Stümpfle (Hrsg.): *Industrie 4.0 - Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. S. 21-36. Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg.
- Saurenz, D. (2017). Bitcoin zwischen Zweifel und Enthusiasmus. *Welt*. 25.10.2017. Abgerufen von <https://www.welt.de/wirtschaft/bilanz/article169962941/Bitcoin-zwischen-Zweifel-und-Enthusiasmus.html>
- Schaefer, D., Bohn, U., & Crummenerl, C. (2017). *Change Studie 2017*. Abgerufen von <https://www.capgemini.com/consulting-de/resources/change-management-studie-2017/>
- Schiller, P. (2017). *Was ist eine Kryptowährung?* Abgerufen von <https://blockchainwelt.de/kryptowahrung-als-digitales-zahlungsmittel/>
- Schreiner, J. (2018). *Studie: Predictive Maintenance – eher diskutiert als umgesetzt*. Abgerufen von <https://www.industry-of-things.de/studie-predictive-maintenance-ehere-diskutiert-als-umgesetzt-a-678113/>
- Schweer, D., & Seidemann, S. (2015). Die neue Macht – digitale Freiräume. In: T. Sattelberger, I. Welp, & A. Boes (Hrsg.): *Das demokratische Unternehmen. Neue Arbeits- und Führungskulturen im Zeitalter digitaler Wirtschaft*. S. 129-138. Freiburg: Haufe-Lexware.
- Sonnentag, S., & Spsychala, A. (2009). Veränderungen aus Sicht der Mitarbeiter. In: U. Dombrowski, C. Herrmann, T. Lacker, & S. Sonnentag (Hrsg.): *Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen. Ein ganzheitliches Konzept*. S. 54-60. Berlin Heidelberg: Springer.
- Sternad, D. (2015). *Strategieentwicklung Kompakt. Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Steuernagel, A. (2017). *Strategische Unternehmenssteuerung im digitalen Zeitalter. Theorien, Methoden und Anwendungsbeispiele*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Streich, R. K. (2016). *Fit for Leadership. Führungserfolg durch Führungspersönlichkeit*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Swissmechanic. (o.J.). *Portrait*. Abgerufen von http://www.swissmechanic.ch/xml_1/internet/de/application/d2850/d2856/f2857.cfm
- SwissMEM. (2016). *Wie steht es mit der Umsetzung von Industrie 4.0? Umfrage bei der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie*. Abgerufen von https://www.swissmem.ch/fileadmin/user_upload/Swissmem/Industrie___Politik/Industrie40/Umfrage_Industrie4.0-2016.pdf

- SwissMEM. (o.J.). *Portrait*. Abgerufen von <https://www.swissmem.ch/de/organisation-mitglieder/verband/portraet.html>
- Teichmann, S., & Hüning, C. (2018). Digital Leadership – Führung neu gedacht: Was bleibt, was geht? In: F. Keuper, M. Schomann, L. I. Sikora, & R. Wassef (Hrsg.): *Disruption und Transformation Management. Digital Leadership – Digitales Mindset – Digitale Strategie*. S. 23-42. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Tuck, J. (2016). Künstliche Intelligenz: Wird sie uns eines Tages töten? *Computerwoche*. 08.10.2016. Abgerufen von <http://www.cowo.de/a/3260673>
- Unger, A. (2017). *Von der Vision zur Wirklichkeit*. Abgerufen von <https://www.ke-next.de/panorama/die-geschichte-der-robotertechnik-begann-1954-108.html>
- van Dyck, C., Baer, M., Frese, M., & Sonnentag, S. (2005). Organizational Error Management Culture and Its Impact on Performance. *Journal of Applied Psychology*, 90(6), S. 1228-1240.
- VDMA. (o.J.). *Plattformökonomie: Maschinenbau treibt digitalen Wandel voran*. Abgerufen von <https://www.vdma.org/v2viewer/-/v2article/render/22743546#9>
- Venzin, M., Rasner, C., & Mahnke, V. (2010). *Der Strategieprozess. Praxishandbuch zur Umsetzung im Unternehmen*. Frankfurt / New York: Campus Verlag.
- von Boeselager, F. (2018). *Der Chief Digital Officer. Die Schlüsselposition für eine erfolgreiche Digitalisierungsstrategie*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Wagner, D. J. (2016). *Digital Leadership. Kompetenzen – Führungsverhalten – Umsetzungsempfehlungen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Wallmüller, E. (2017). *Praxiswissen Digitale Transformation. Den Wandel verstehen, Lösungen entwickeln, Wertschöpfung steigern*. München: Carl Hanser Verlag.
- Weibler, J. (2016). *Personalführung*. 3. Auflage. München: Franz Vahlen.
- Weinländer, M. (2017). *Industrie 4.0. Industrielle Kommunikation. Basistechnologie für die Digitalisierung der Industrie*. Berlin: VDE Verlag.
- Weinreich, U. (2016). *Lean Digitization. Digitale Transformation durch agiles Management*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Welge, M. K., Al-Laham, A., & Eulerich, M. (2017). *Strategisches Management. Grundlagen - Prozess - Implementierung*. 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Werle, K. (2015). "Best Practice funktioniert nicht mehr". *Manager Magazin*. 12.11.2015. Abgerufen von <http://www.manager-magazin.de/koepfe/industrie-4-0-tlgg-chef-ueber-digital-leadership-a-1060213.html>
- Wicharz, R. (2018). *Strategie: Ausrichtung von Unternehmen auf die Erfolgslogik ihrer Industrie. Unternehmensstrategie – Geschäftsfeldstrategie – Konzernstrategie*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Zeichhardt, R. (2018). E-Leader, CDOs & Digital Fools – eine Führungstypologie für den digitalen Wandel. In: F. Keuper, L. I. Marc Schomann, & R. Wassef (Hrsg.): *Disruption und Transformation Management. Digital Leadership – Digitales Mindset – Digitale Strategie*. S. 3-20. Wiesbaden: Springer Gabler.

Zweifel, T. D., & Borey, E. J. (2016). *Strategie in Aktion. In sieben Schritten zur Unternehmensstrategie und -umsetzung: Planung, Führung, Leistung im Einklang*. Wiesbaden: Springer Gabler.

10 Anhang

10.1 Fragebogen für Indikatoren des Digital Maturity Models

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Customer Experience"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Wir stellen ein inhaltlich konsistentes und kanaladäquat gestaltetes Kundenerlebnis auf allen digitalen und nicht digitalen Kanälen sicher.*
- *Interaktionen mit unseren Kunden können sowohl über klassische als auch über digitale Kanäle erfolgen (z.B. Beratung, Kaufabschluss, Kundenservice).*
- *Wir personalisieren unsere digitale Kundenkommunikation (z.B. hinsichtlich Inhalt und Häufigkeit) entsprechend dem Benutzerverhalten und vorhandenen CRM-Daten.*
- *Wir berücksichtigen die individuelle Benutzersituation (z.B. Tageszeit, aktueller Aufenthaltsort, benutztes Endgerät) bei der Gestaltung digitaler Inhalte.*
- *Wir führen Kunden- und Interaktionsdaten kanalübergreifend zusammen.*
- *Wir leiten aus Kunden- und Interaktionsdaten Erkenntnisse ab, die unsere Marketing- und Kommunikationsaktivitäten beeinflussen.*
- *Sowohl die Auswertung von Kundendaten als auch das Auslösen von relevanten Aktionen geschehen automatisiert in Echtzeit. (o.V., 2016, S. 1)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Produktinnovation"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Wir haben unsere Produkte und Dienstleistungen mit digitalen Innovationen ergänzt.*
- *Wir haben in den vergangenen Jahren neue digitale Geschäftsideen oder Geschäftsmodelle erfolgreich umgesetzt.*
- *Wir haben für die Entwicklung von digitalen Innovationen geeignete Rahmenbedingungen geschaffen (z.B. Ziele, finanzielle / personelle Ressourcen, zeitliche Freiräume).*
- *Wir haben einen klar definierten Innovationsprozess für die Entwicklung, Bewertung und Umsetzung von neuen Ideen durch Mitarbeitende und Kunden.*
- *Wir binden Kunden aktiv in die Entwicklung neuer digitaler Innovationen ein.*
- *Wir befragen unsere Kunden systematisch, um unsere bestehenden digitalen Angebote zu verbessern. (o.V., 2016, S. 1)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Strategie"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *"Digital Business" hat in unserer Gesamtstrategie einen zentralen Stellenwert.*
- *Wir wissen, welche Kernkompetenzen in einer zunehmend digitalen Zukunft Grundlage unseres Geschäftserfolges sind.*
- *Wir treiben digitale Projekte mit hoher Priorität voran.*
- *Wir verstehen die digitale Transformation als kontinuierliche strategische Weiterentwicklung unserer Unternehmung.*
- *Wir werden von Mitbewerbern und Fachkreisen als Treiber von digitalen Innovationen wahrgenommen.*
- *Wir treiben digitale Innovationen systematisch und zielgerichtet voran.*
- *Wir evaluieren systematisch neue Technologien und Veränderungen im Kundenverhalten, um Potenziale für digitale Innovationen zu identifizieren. (o.V., 2016, S. 2)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Organisation"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Digitale Projekte werden abteilungs- und funktionsübergreifend geplant und umgesetzt.*
- *Unternehmensbereiche mit hohem Kundenbezug (z.B. Marketing, Verkauf, Kundendienst) haben eine kanalübergreifende operative Führung.*
- *Wir verfügen über eine systematische "Frühwarnung" zur Identifikation von für uns neuen, relevanten Technologien oder Geschäftsmodellen.*
- *Wir sind in der Lage, auf Änderungen im Technologie- oder Marktumfeld schnell zu reagieren.*
- *Wir verfügen im normalen Geschäftsbetrieb über genügend Ressourcen, um gleichzeitig digitale Innovationen voranzutreiben.*
- *Auf dem Gebiet der Digitalisierung pflegen wir ein Partnernetzwerk mit externen Dienstleistern, Start-ups oder Forschungseinrichtungen.*
- *In der Zusammenarbeit mit externen Partnern setzen wir auf standardisierte, effiziente Abläufe. (o.V., 2016, S. 2)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Prozessdigitalisierung"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Wir haben digitale Kanäle (inkl. Mobile und Social Media) konsequent in Kommunikations- und Serviceprozesse integriert.*
- *Wir haben für digitale Kanäle Qualitätsmerkmale und Ziele definiert, die regelmässig überprüft werden.*
- *Wir orientieren unsere Ausgabenplanung für digitale Kommunikation daran, wie intensiv Kunden einzelne Medien nutzen.*
- *Wir überprüfen unsere Kernprozesse regelmässig auf Verbesserungspotenzial durch digitale Technologien.*
- *Wir schöpfen die neuesten digitalen Möglichkeiten aus, um unsere Routineprozesse zu automatisieren.*
- *Wir nutzen Erkenntnisse aus der Datenanalyse als Grundlage für Entscheidungen (z.B. zur Verbesserung der Kommunikation).*
- *Unsere Expertise im Bereich Big Data setzen wir aktiv ein, z.B. bei der Gestaltung neuer Produkte oder Geschäftsmodelle. (o.V., 2016, S. 2-3)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Zusammenarbeit"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Die Nutzung von digitalen Kollaborationsplattformen (z.B. SharePoint, Jive) verbessert in unserem Unternehmen bereichsübergreifend Informationsaustausch und Zusammenarbeit.*
- *Digitale Kollaborationsplattformen werden in unserem Unternehmen so eingesetzt, dass sie Komplexität und Redundanzen in der Kommunikation verringern.*
- *Unsere Mitarbeitenden teilen relevantes Wissen proaktiv und strukturiert in digitalen Kollaborationsplattformen.*
- *Wir nutzen den Austausch mit externen Experten zur Entwicklung von zusätzlichem Wissen auf dem Gebiet der Digitalisierung.*
- *Wir haben für digitale Themen interne Experten definiert, die für Mitarbeitende oder Externe als Ansprechpartner zur Verfügung stehen.*
- *Unsere mobile Infrastruktur mit vollem Datenzugriff erlaubt es Mitarbeitenden, auch unterwegs voll arbeits- und kollaborationsfähig zu sein.*
- *Unser Unternehmen setzt gezielt neue Arbeitsformen (z.B. Coworking, Mobile Office) ein, um Kreativität und Austausch zwischen den Mitarbeitenden zu fördern. (o.V., 2016, S. 3)*

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Informationstechnologie"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Wir sind in der Lage, unsere digitalen Angebote auch kurzfristig anzupassen, wenn es unser Geschäft erfordert.*
 - *Wir können neue digitale Produkte und Services anhand von Prototypen schnell testen und modifizieren.*
 - *Wir können unsere Systeme dank offener Schnittstellen problemlos und schnell an neue eigene oder fremde Angebote anbinden.*
 - *Wir aktualisieren unsere IT-Infrastruktur regelmässig, um veränderten Anforderungen gerecht zu werden.*
 - *Unsere interne IT kann den Einsatz der für unser Unternehmen relevanten digitalen Technologien sicherstellen.*
 - *Bei technologischen Innovationen berät unsere interne IT die Fachabteilungen proaktiv und kompetent.*
 - *Wichtige Verhaltensregeln zur IT Security sind den Mitarbeitenden bekannt und deren Einhaltung wird regelmässig überprüft (z.B. externe Audits).*
 - *Zur Sicherstellung des IT-Betriebs und der Verfügbarkeit von Daten haben wir für verschiedene Bedrohungsszenarien Massnahmen geplant und getestet.*
 - *Wir erläutern Kunden proaktiv und verständlich, wie ihre Daten bei uns verwendet werden.*
- (o.V., 2016, S. 3-4)

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Kultur und Expertise"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- *Der Aufbau von digitaler Expertise ist eine zentrale Komponente in der Mitarbeiterentwicklung.*
- *Bei der Rekrutierung von neuen Mitarbeitenden sind funktionsbezogene digitale Fähigkeiten ein wichtiges Auswahlkriterium.*
- *Unsere Mitarbeitenden sind mit unseren eigenen digitalen Produkten vertraut und wenden diese selbst an.*
- *Unsere Führungskräfte sind bereit, durch den Einsatz von innovativen digitalen Lösungen Risiken für das bestehende Geschäft einzugehen.*
- *Trotz Investitionsrisiken fördern unsere Führungskräfte die Entwicklung von innovativen digitalen Lösungen.*

- Fehler und Lehren aus gescheiterten digitalen Projekten werden proaktiv im Unternehmen kommuniziert.
 - Wir werten gemachte Fehler aus, um unsere digitalen Prozesse und Lösungen zu verbessern.
- (o.V., 2016, S. 4)

Eigene Beurteilung Fähigkeiten "Transformationsmanagement"

Bitte beurteilen Sie aus Ihrer täglichen Arbeitspraxis, in welchem Masse die folgenden Aussagen auf Ihr Unternehmen zutreffen. Antwortmöglichkeiten: gar nicht / wenig / teilweise / überwiegend / völlig

- Die digitale Transformation unseres Unternehmens folgt einem definierten strategischen Plan.
- Die digitale Transformation wird anhand definierter Rollen, Verantwortlichkeiten und Entscheidungsprozesse gesteuert.
- Die Ziele der digitalen Transformation sind messbar definiert und im Unternehmen bekannt.
- Die Zielerreichung aller Aktivitäten im Zusammenhang mit der digitalen Transformation wird periodisch überprüft.
- Die oberste Führungsebene (Geschäftsleitung / Vorstand / Verwaltungsrat / etc.) erkennt die Bedeutung von Digital Business und stellt entsprechende Ressourcen zur Verfügung.
- Das mittlere Management treibt die für die Digitalisierung nötigen Veränderungsprozesse im Unternehmen aktiv voran.
- Alle Führungskräfte fördern Eigenverantwortung und Veränderungsbereitschaft bei den Mitarbeitenden im Kontext der digitalen Transformation. (o.V., 2016, S. 4)

10.2 Zusammensetzung der Cluster

Stage 1 Cluster

- Digital transformation as continual strategic change project.
- Employees work from home or on the move.
- Customer interaction via both traditional and digital channels.
- High value of digital business in overall strategy.
- Promotion and prioritization of digital products.
- Digital product creation across all departments and functions.
- Regular update of IT infrastructure.
- Top management recognizes the importance of digital business.
- Senior mgmt. takes responsibility for digital transformation.
- Core competencies for commercial success in digital future.
- Internal IT department ensures relevant digital technologies.

- *External experts involved to develop knowledge of digitization.*
- *Employees are familiar with digital products.*
- *Promotion of flexible, mobile work.*
- *Operational management across channels.*
- *Product and service expansion with digital services.*
- *Internal experts on digital topics act as contact persons.*
- *Customer experience is consistent across all channels.*
- *Middle management promotes digital transformation projects.*
- *Zur Sicherstellung des IT-Betriebs und der Verfügbarkeit von Daten haben wir für verschiedene Bedrohungsszenarien Massnahmen geplant und getestet. (Berghaus & Back, 2016, S. 6-7; o.V., 2016, S. 4)*

Stage 2 Cluster

- *Tools with videoconferencing and screen sharing.*
- *Regularly check core processes for improvements.*
- *Digital platforms to cooperate with internal and external partners.*
- *Promote digital innovation.*
- *Evaluate errors in order to improve.*
- *Adjust our digital services at short notice.*
- *Internal IT department provides advice to the other departments.*
- *New digital business ideas or business model implemented.*
- *Digital channels integrated into communications & service processes.*
- *Suitable conditions for developing digital innovations.*
- *Standardized, efficient procedures for cooperation with partners.*
- *Systematic evaluation of technologies and digital innovations.*
- *Digital competencies as important criterion in recruiting. (Berghaus & Back, 2016, S. 7-8)*

Stage 3 Cluster

- *Our employees regularly contribute ideas for digital products.*
- *Able to react quickly to changes.*
- *Digital expertise as core component in developing employees.*
- *Digital innovation even when financially risky.*
- *Partner network for digitization.*
- *Failed digital projects are communicated in a proactive manner.*
- *Automated routine processes.*

- *Defined roles, responsibilities and decision-making processes.*
- *Readiness to take risks with existing business.*
- *Digital transformation follows a defined strategic plan.*
- *Wichtige Verhaltensregeln zur IT Security sind den Mitarbeitenden bekannt und deren Einhaltung wird regelmässig überprüft. (Berghaus & Back, 2016, S. 8; o.V., 2016, S. 4)*

Stage 4 Cluster

- *Test and modify new products using prototypes.*
- *Pursue digital innovations alongside usual business operations.*
- *Connect systems quickly to other services via open interfaces.*
- *Periodically review digital transformation goals.*
- *Data analysis results guide possible actions and strategic decisions.*
- *Customers included in the development of new product ideas.*
- *Customer testing to improve digital products.*
- *Digital content designed according to individual user situation.*
- *Insights derived from customer and interaction data.*
- *Regarded as drivers of digital innovation in industry.*
- *Goals for digital channels determined and reviewed.*
- *Unsere Mitarbeitenden teilen relevantes Wissen proaktiv und strukturiert in digitalen Kollaborationsplattformen.*
- *Wir erläutern Kunden proaktiv und verständlich, wie ihre Daten bei uns verwendet werden. (Berghaus & Back, 2016, S. 9; o.V., 2016, S. 3-4)*

Stage 5 Cluster

- *Digital transformation goals are defined measurably.*
- *Customer and interaction data collated across different channels.*
- *Expenditure planning for communication based on media usage.*
- *“Early warning” system to identify relevant technologies.*
- *Personalized digital customer communication.*
- *Expertise in big data used to develop new products.*
- *Customer data analyzed and acted upon in real time. (Berghaus & Back, 2016, S. 10)*