

Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS

Studie Produktionsstandort Nürnberg 4.0

Industriebranchen im Zeichen der Digitalisierung

Im Auftrag des Wirtschaftsreferates der Stadt Nürnberg

Nürnberg, den 13.11.2015

Ausführende Institution:

Fraunhofer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS
Nordostpark 93
90411 Nürnberg
Telefon: + 49 911/58061-9539
E-Mail: uwe.veres-homm@scs.fraunhofer.de
Internet: www.scs.fraunhofer.de

Autoren

Dr. Danzinger, Frank
Fuhrmann, Oliver
Hastreiter, Stefan
Hofmann, Bettina
Köhler, Alexander
Naumann, Victor
Prof. Dr. Pflaum, Alexander
Schulz, Esther
Veres-Homm, Uwe

Nutzer

Bayernland eG

Bühler Motor GmbH

Diehl Stiftung & Co. KG.

Eberle Controls GmbH

Federal-Mogul Nürnberg GmbH

MEN Mikroelektronik GmbH

Robert Bosch GmbH

UVEX Winter Holding GmbH & Co. KG

ZF Gusstechnologie GmbH

Gestalter

Bissantz & Company GmbH

DATEV eG

Fujitsu Technology Solutions GmbH

Heitec AG

Hemmersbach GmbH & Co. KG

INTER CONTROL Hermann Köhler Elektrik GmbH & Co. KG

iSyst Intelligente Systeme GmbH

Method Park Holding AG

NCP engineering GmbH

Noris Network AG

Siemens AG

Trevisto AG

TÜV Rheinland LGA Products GmbH

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Management Summary	8
1. Ausgangssituation und Ziele der Studie	12
1.1 Ausgangssituation	12
1.2 Ziele der Studie	14
2. Digitalisierte Produktion – Ausgangspunkt und Auswirkungen	15
2.1 Intelligenter Technologie als Treiber digitalisierter Produktion	23
2.2 Veränderte Geschäftsmodelle als Folge und Chance digitaler Produktion	23
2.3 Ökosysteme für digitale Produktion	24
2.4 Standort 4.0 – Wo digitale Produktion zuhause ist	26
3. Methodik	28
3.1 Strukturanalyse	28
3.2 Detailanalyse ausgewählter Nürnberger Wirtschaftsbranchen	29
3.3 Ableitung von Handlungsempfehlungen	30
4. Datengrundlage	32
4.1 Trends und Basistechnologien der Industrie 4.0	32
4.2 Branchenstrukturanalyse	35
5. Status quo der Digitalisierung am Produktionsstandort Nürnberg	38
5.1 Digitalisierungsgrad und Einsatz zentraler Basistechnologien	38
5.2 Angepasste Geschäftsmodelle im Kontext der Digitalisierung	41
5.3 Veränderte Ökosysteme im Unternehmensumfeld	44
5.4 Konsequenzen für den Produktionsstandort Nürnberg	46
6. Produktionsstandort Nürnberg 4.0	49
6.1 Nürnberger Stärken und Schwächen im Kontext digitaler Produktion	49
6.2 Chancen und Risiken für den Industriestandort Nürnberg im Zuge digitaler Produktion	50
7. Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg	52
7.1 Workshop-Design und -Durchführung	52
7.2 Handlungsempfehlungen	54
Quellenverzeichnis	57
Anhang	59
Interviewleitfaden	59

Abkürzungsverzeichnis

BA	Bundesagentur für Arbeit
B2B	Business-to-Business
CAD	Computer-Aided Design
CPS	Cyber-Physische Systeme
CRM	Customer-Relationship-Management
EMN	Europäische Metropolregion Nürnberg
ES	Eingebettete Systeme
FuE	Forschung und Entwicklung
IDC	International Data Corporation
IHK	Industrie- und Handelskammer
IoT	Internet of Things bzw. Internet der Dinge
IT	Informationstechnologie
IPv6	Internet Protocol Version 6
IUK-Technologien	Informations- und Kommunikationstechnologien (auch IKT)
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
NFC	Near Field Communication
PLM	Produktlebenszyklusmanagement
RFID	Radio Frequenz Identifikation
RTLS	Echtzeitlokalisierungssysteme
SCM	Supply Chain Management
SWOT	Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse
TM	Telematikmodule
WSN	Drahtlose Sensornetze
WZ	Wirtschaftszweig

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitalisierung als 4. Industrielle Revolution	12
Abbildung 2: Entwicklung des IKT-Anteils an der Bruttowertschöpfung von 1995 bis 2025	20
Abbildung 3: Analysemodell der Untersuchung	22
Abbildung 4: Business Model Canvas nach Osterwalder und Pigneur (2010)	24
Abbildung 5: Ökosystem für Cyber-Physische Systeme	25
Abbildung 6: Anteil digitaler Innovatoren nach Bundesland	26
Abbildung 7: Bedeutung des digitalen Wandels für den Standort Deutschland	27
Abbildung 8: Herangehensweise und Methodik	28
Abbildung 9: Technologische Trends hinter der digitalisierten Produktion	32
Abbildung 10: Basistechnologien Industrie 4.0	34
Abbildung 11: Branchenstrukturanalyse in den Städten Nürnberg, Fürth und Erlangen	35
Abbildung 12: Entwicklung der »Treiber« für digitale Produktion.....	36
Abbildung 13: Entwicklungsvergleich »Treiber« und »Getriebene«	37
Abbildung 14: Eingesetzte Technologien.....	38
Abbildung 15: Qualifizierungsbedarf im Kontext der Digitalisierung	44
Abbildung 16: Wünsche an die Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg	48
Abbildung 17: SWOT-Analyse für Nürnberg	51
Abbildung 18: Ermittlung von Handlungsempfehlungen aus mehreren Perspektiven.....	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Industrie 4.0-Definitionsansätze	15
Tabelle 2: Leitfragen zur Ermittlung digitaler Reife	17
Tabelle 3: Vergleich zwischen Nürnberg und anderen Städten	36
Tabelle 4: Vergleich Treiber und Getriebene.....	37
Tabelle 5: Vernetzungsaktivitäten der befragten Nürnberger Unternehmen	46
Tabelle 6: Ergebnisse der offenen Diskussion	53
Tabelle 7: Themenfeld »Unternehmensvernetzung«	54
Tabelle 8: Themenfeld »Standortvermarktung«	55

Management Summary

Digitalisierte Produktion – Ausgangspunkt und Auswirkungen

- Die vierte industrielle Revolution beschreibt den Einzug der Digitalisierung in die Produktion. Unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« trifft die Digitalisierungswelle auf den Produktionsbereich und forciert das Zusammenwachsen von Maschinenbau und Elektronikindustrie mit der Informationstechnologie hin zu einer intelligent vernetzten Produktion.
- Dadurch verändern sich die Situation in den einzelnen Industrieunternehmen und darüber hinaus auch die Zusammenarbeit in den sie umgebenden Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzen.
- Die Entwicklungen im Kontext von Industrie 4.0 werden durch den zunehmenden Einsatz von Cyber-Physischen Systemen (CPS) getrieben und haben tiefgreifende Auswirkungen auf das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk.
- Die Zukunft der Industrie 4.0 und die Erhöhung der digitalen Reife einzelner Unternehmen wird durch das Zusammenwirken von Technologien, Organisationen und Menschen bestimmt.
- An dieser Stelle stellt sich die Frage, wie Standorte sowohl Gestalter als auch Nutzer von Industrie 4.0-Angeboten aktiv bei ihrem Wandel unterstützen können. Durch den Einzug der Digitalisierung wandeln sich nicht nur einzelne Unternehmen, sondern auch ganze Standorte hin zu einem »Produktionsstandort 4.0«.
- Der Nutzen von Industrie 4.0 wird vor allem in administrativer Optimierung, Vernetzung von Wertschöpfungsketten, neuen Produktionsformen und Geschäftsmodellen sowie der Nutzung weiterer Effizienzpotenziale gesehen.
- Die größten Treiber für Industrie 4.0-Anwendungen sind Prozessverbesserungen und erhöhte Kundenanforderungen.
- Der externe Digitalisierungsdruck wird von Unternehmen tendenziell unterschätzt.
- Als Trends im Kontext von CPS- und Industrie 4.0-Anwendungen gelten das Internet der Dinge, Mobile Computing, Future Internet, Prozessoptimierungen auf Basis von Multimediatechnologien, Virtualisierung der Produktion und Zusammenarbeit sowie die damit verbundenen Entwicklungen.
- IT- und Datensicherheit ist einerseits als Trend zu verstehen, andererseits erhält dieser Trend eine herausgehobene Position, da er als wesentliche Grundlage für das Gelingen des breiten Einsatzes von CPS und Industrie 4.0 gilt.

Auswirkungen auf den Produktionsstandort Nürnberg

- Die Stadt Nürnberg hat mit ihrem Branchenfokus im Automatisierungsbereich, der industriellen Produktion in der Elektrotechnik und dem Maschinenbau sowie der IKT-Branche die grundsätzlichen Voraussetzungen für eine Implementierung dieser zukunftsweisenden Vernetzung der Produktionsprozesse.
- In Nürnberg sind rund 17.400 Beschäftigte dem Umfeld der digitalen Produktion zuzurechnen, dies entspricht einem Anteil von 6,1 % der Nürnberger Gesamtbeschäftigung.
- Die Zahl der Beschäftigten im Umfeld der digitalen Produktion hat in Nürnberg seit 2008 um rund 15 % zugenommen.
- Nutzer sehen in der Digitalisierung Wachstumspotentiale bei der Mitarbeiteranzahl, Gestalter schätzen die Entwicklung zurückhaltender ein.
- Im Städtedreieck Nürnberg, Fürth, Erlangen können knapp 30.000 Beschäftigte als »Treiber« der digitalisierten Produktion identifiziert werden. Rund 37.500 weitere Beschäftigte im Städtedreieck werden von den Veränderungen im Produktionsumfeld direkt oder indirekt betroffen sein.
- Aufgrund steigender Kundenanforderungen und eines sich damit kontinuierlich verändernden Marktumfeldes spüren Nürnberger Unternehmen den Digitalisierungsdruck und sehen einen Qualifizierungsbedarf im Umgang mit IT-Themen.
- Bislang gibt es noch nicht genügend Industrie 4.0 spezifische Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen Unternehmen.
- Damit geht eine Veränderung des Anforderungsprofils der Mitarbeiter einher, die sich beispielsweise mit der zunehmenden Transparenz von Informationen sowie den Gestaltungsmöglichkeiten durch Big Data Analytics auseinandersetzen müssen. Die befragten Unternehmen sehen in Nürnberg ein Unterangebot an qualifizierten Fachkräften. Der größte Qualifizierungsbedarf wird in der Ausbildung/im Studium und im Umgang mit spezifischen IT-Systemen gesehen.
- Im Gegenzug dazu befürchten viele der befragten Nürnberger Unternehmen, dass mit der zunehmenden Durchdringung der IT auch Hackerangriffe oder Datenspionage zunehmen und damit ihre IT-Sicherheit gefährdet ist. Somit ist es eine große Herausforderung, dass sich die Mitarbeiter kontinuierlich auf dem IT-Gebiet weiterbilden, da dies auch als Hemmnis zur weiteren Digitalisierung genannt wurde.
- Die Vernetzung mit anderen Unternehmen ist ein wichtiges Anliegen von Gestaltern und Nutzern. Hierbei wird auch eine Vernetzung zu näheren Standorten bevorzugt, jedoch entscheiden letztendlich die Kosten, mit welchen Unternehmen eine Vernetzung stattfindet oder nicht.

Produktionsstandort Nürnberg - Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken

Stärken:

- Vielseitige Hochschullandschaft mit engem Kontakt zur Wirtschaft
- starke, technische Branchen mit etablierten großen Unternehmen, wie die Automatisierungsbranche, der Maschinenbau & die Fertigungstechnik sowie die Automobilzulieferindustrie und die IKT-Branche
- Hoher Digitalisierungsgrad bei den Gestaltern
- Nürnberger Unternehmen nutzen effiziente digitale Kommunikationskanäle und schätzen gleichzeitig persönliche Beziehungen
- Nicht nur Problembewusstsein, sondern erste Ansätze zum Umgang mit dem digitalen Wandel und für Transformationsprozesse sind bereits vorhanden
- Nürnberger Unternehmen spüren den Digitalisierungsdruck und haben Motivation zur Veränderung
- Unternehmen haben erkannt, dass digitale Produktion neue Kompetenzen bei den Mitarbeitern erfordert
- Unternehmen sind bereits überregional und national gut vernetzt
- Die regionale Nähe zu Partnern und Lieferanten bleibt den Unternehmen wichtig

Schwächen:

- Unterangebot an qualifizierten Fachkräften für den Standort Nürnberg
- IT-Kenntnisse der Mitarbeiter nicht ausreichend
- Qualifizierungsbedarf in Ausbildung/Studium und im Umgang mit spezifischen IT-Systemen
- Mangel an spezifischen, regionalen Vernetzungsmöglichkeiten zu Industrie 4.0
- Grad der Digitalisierung bei den Nutzern niedriger als bei den Gestaltern

Chancen

- Nürnberger Unternehmen sehen Wachstumspotentiale bei der Mitarbeiteranzahl
- Digitale Produktion erlaubt für die Nutzer durch Prozessverbesserungen Effizienzsteigerungen der Unternehmen und sichert die Wettbewerbsfähigkeit
- Mit Hilfe von Standardisierung sehen Gestalter die Möglichkeit, ihre internen Prozesse und Arbeitsabläufe zu optimieren
- Durch die Öffnung der bisherigen Wertschöpfungsketten aufgrund der Vernetzung und Digitalisierung einzelner Systeme und Partner werden Markteintrittsbarrieren gesenkt, dies erlaubt neuen Unternehmen den Zugang zum Markt
- Durch die Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg können spezialisierte Unternehmen hervorgehen, deren Anwendungsbereich nicht mehr in der Produktion liegt, sondern in der Informationstechnik zur Koordination von Unternehmen oder auch als Kundenschnittstelle

Risiken

- Als Investitionshemmnisse der Digitalisierung gelten der nicht abschätzbare Nutzen sowie hohe Investitionskosten in Verbindung mit langen Amortisationszeiten
- Komplexität und Geschwindigkeit der technischen Entwicklung
- IT-Sicherheit wird von Gestaltern als große Herausforderung angesehen
- Nutzer sehen eine zu hohe Abhängigkeit von der IT als Risiko
- Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber neuen digitalen Technologien
- Das Fehlen verlässlicher Standards ist eine Herausforderung für die Planung und Gestaltung der Digitalisierung
- Digitalisierung der Geschäftsbeziehungen schränkt den persönlichen Kontakt ein
- Durch die Digitalisierung entstehen neue Berufsfelder, die aktuell noch nicht in Studium und Ausbildung realisiert sind
- Bei sonst gleichen Voraussetzungen wird der nähere Standort bevorzugt, aber Kosten sind das ausschlaggebende Kriterium
- Ein bestimmter Standort in Deutschland ist nur für Wenige von Bedeutung

Handlungsempfehlungen

- Die Nürnberger Unternehmen brauchen eine Möglichkeit des Austausches zu Best Practices der Digitalisierung im Allgemeinen und der Digitalen Produktion im Speziellen. Hierbei ist eine Kooperation mit Clustern oder dem Zentrum für Digitale Produktion sinnvoll, um Unternehmen nicht mit einem weiteren Netzwerk zu überlasten, sondern bestehende Unternehmensnetzwerke zu nutzen sowie Wissen und Kompetenzen bündeln zu können.
- Zur Vermarktung des »Produktionsstandortes Nürnberg 4.0« kann ein Show Case dienen. Dort können lokale oder Nürnberg anderweitig verbundene Unternehmen Industrie 4.0-Demonstratoren in einer Ausstellung platzieren, die auf Veranstaltungen präsentiert wird.
- Die Aus- und Weiterbildung von aktuellen und zukünftigen Mitarbeitern ist ein wichtiges Thema, da sowohl in der Literatur als auch von den Nürnberger Unternehmen ein Wandel der Kompetenzprofile der Mitarbeiter gesehen wird, der aktuell aber noch nicht realisiert werden kann.

1. Ausgangssituation und Ziele der Studie

1.1 Ausgangssituation

Die voranschreitende Digitalisierung ist der Treiber einer massiven, alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche durchdringenden Veränderung. Ihr allgegenwärtiger Charakter bei zugleich oft sehr geringer Greifbarkeit hat in den letzten Jahren zu einer Reihe sehr abstrakter, teilweise redundanter und überlappender Begrifflichkeiten geführt: Smarte Objekte, Big Data, Cyber-Physische Systeme (CPS), Industrie 4.0 oder Internet-of-Things (IoT) sind zwar in aller Munde, führen jedoch oft zu Unsicherheit bei einzelnen Akteuren, wenn es um konkrete Umsetzungsmöglichkeiten und Handlungsoptionen geht.

Die Digitalisierungswelle nutzt die Möglichkeiten und dynamischen Entwicklungen moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Insbesondere die beständig sinkenden Herstellungskosten für halbleiterbasierte Sensorik ermöglichen bekannten und neuen Marktteilnehmern fortwährend neue, stärker vernetzte und komplexere, wirtschaftliche Anwendungen.¹ Aufgrund des Ausmaßes der Veränderung und der Tatsache, dass zunehmend Digitalisierung auch in der Produktion Einzug hält, wird auch von der vierten industriellen Revolution gesprochen (vgl. Abbildung 1). Ausdruck dieser Entwicklung ist eine drastische Zunahme der weltweit produzierten Datenmenge. IBM und IDC schätzen, dass täglich weltweit über 2,5 Trillionen Byte an Daten produziert werden, was einer Verfünffachung in den letzten fünf Jahren entspricht, wobei ca. 90 % des heutigen Datenbestands erst in den letzten 2 Jahren entstanden ist.

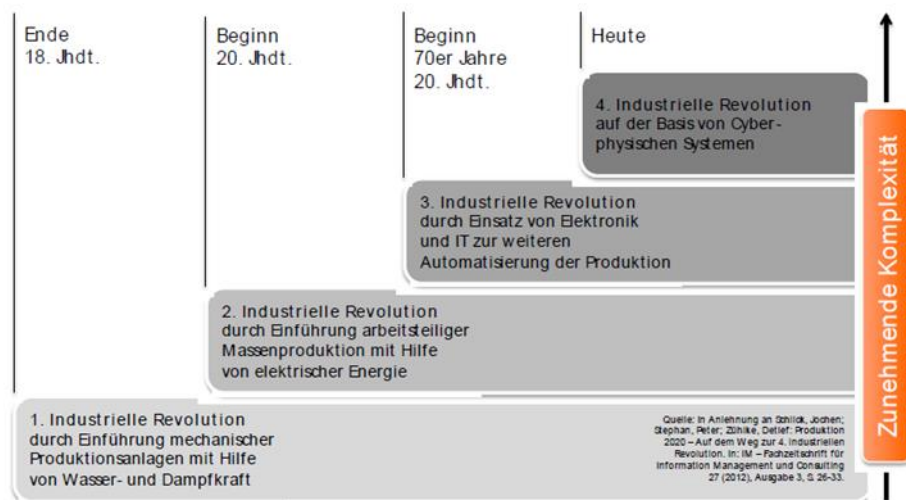


Abbildung 1: Digitalisierung als 4. Industrielle Revolution

Das verarbeitende Gewerbe ist dabei nicht als Digitalisierungsvorreiter zu verstehen. Die zum Teil dramatischen Folgen dieser Veränderungen konnten z. B. in der Kommunikations- und Medienbranche bereits zur Jahrtausendwende beobachtet werden.² Unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« trifft die Digitalisierungswelle nun auf den Produktionsbereich und forciert das Zusammenwachsen von Maschinenbau und Elektronikindustrie mit der Informationstechnologie hin zu einer intelligent vernetzten Produktion.³ Ähnlich wie bei den Umbrüchen in der Medienwelt ist auch hier davon auszugehen, dass sich nicht nur die Situation einzelner Industrieunternehmen deutlich verändern wird, sondern auch die Zusammenarbeit in den sie umgebenden Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzen. Dieser Effekt wird zum einen zusätzlich

¹ Lucke et al. 2014

² acatech 2014

³ Lucke et al. 2014

durch die Tatsache verstärkt, dass viele Industrieunternehmen gleichzeitig als Gestalter und als Nutzer von Industrie 4.0-Angeboten und den beeinflussenden Technologien auftreten (z. B. ein Hersteller von smarten Komponenten, der selbst in der Produktion die Anlagen seiner Kunden einsetzt). Zum anderen strahlt der Produktionsbereich in zahlreiche Wertschöpfungssysteme aus.⁴

Als traditioneller Industriestandort müssen sich Europa, Deutschland sowie einzelne Regionen und Unternehmen die Frage stellen, was dieser Wandel für sie bedeutet. Zu den Stärken der deutschen Industrie zählt »die enge und unmittelbare Verzahnung mit den Kunden und die enorme Fertigungskompetenz, die sich in spezialisierter Hardware und in eingebetteter (»embedded«) Software niederschlägt, die das gesamte Fachwissen und die Erfahrung der Unternehmen codiert und für hochwertige Produktion nutzbar macht«.⁵ Genau diese Kompetenz ist im Zuge der Digitalisierung in Gefahr, da sie Transaktionskosten senkt und damit einfachere, IT-basierte Standardlösungen ermöglicht. Im Kern stellt sich die Frage, inwieweit die Unternehmen der bisherigen Industrie 3.0 in der Lage sind, sich den Digitalisierungs- und IKT-Anteil anzueignen und für die Produktion nutzbar zu machen, bzw. inwiefern das verarbeitende Gewerbe diesen Wettlauf gegen neue Marktteilnehmer, oder Marktteilnehmer aus anderen Wertschöpfungsketten (z. B. Google), verliert. In Gefahr sind dadurch sowohl Wertschöpfungsposition als auch Wertschöpfungsanteile.⁶ Obwohl sich die Prognosen zum Teil stark unterscheiden, deuten alle Studien eine tiefgreifende Veränderung im Produktionssektor in den nächsten Jahren an. Eine aktuelle Studie von Roland Berger im Auftrag des BDI sieht beispielsweise europaweit ein kumuliertes Wertschöpfungspotenzial von 1.250 Mrd. Euro bis 2025. Dem gegenüber steht ein kumuliertes Verlustrisiko von 605 Mrd. Euro im gleichen Zeitraum⁷ – ein Verlust von über 10 Prozent der industriellen Basis. Die Chancen scheinen also die Risiken zu überwiegen.

Es scheint absehbar (und anhand ähnlicher Veränderungen in der Medienbranche zu Beginn des Jahrtausends belegbar), dass die Entwicklungen im Kontext von Industrie 4.0 im Sinne einer Schumpeterschen »kreativen Zerstörung« ablaufen werden. Traditionsreiche Industrieunternehmen werden unter Druck geraten und verschwinden, während sich andere neu erfinden oder gänzlich neue Marktteilnehmer aktiv und dominant werden.⁸ Die Ausgangsposition im Wettlauf zur Nutzung der neuen Chancen bzw. Vermeidung der sehr realen Risiken kann durch die digitale Reife der einzelnen Industrieunternehmen bestimmt werden. Dabei bestimmt der Reifegrad nicht nur, inwieweit ein Unternehmen für die anstehenden Veränderungen sensibilisiert ist oder gar vermehrt digitale Lösungen in der Produktion einsetzt, sondern auch inwieweit darauf aufbauend ganze Geschäftsmodelle erneuert (z. B. Zusatzservices entlang des gesamten Lebenszyklus der Produkte, oder Betreibermodelle) sowie die Vernetzung in umliegende Ökosysteme (z. B. Partner- und Kundenunternehmen, neue Dienstleister) ausgebaut werden.⁹

Die Zukunft der Industrie 4.0 und die Erhöhung der digitalen Reife einzelner Unternehmen wird durch das Zusammenwirken von Technologien (z. B. CPS), Organisationen (z. B. Spezialisierung im Bereich Data Analytics) und Menschen (z. B. Ausbildung für die Arbeit in der digitalisierten Produktion) bestimmt.¹⁰ An dieser Stelle stellt sich die Frage, wie Standorte sowohl Gestalter als auch Nutzer von Industrie 4.0-Angeboten aktiv bei ihrem Wandel unterstützen können. Während dieses Prozesses wandeln und digitalisieren sich nicht nur einzelne Unternehmen, sondern auch ganze Standorte hin zu einem »Produktionsstandort 4.0«.

⁴ Lucke et al. 2014

⁵ Bloching et al. 2015a, S. 9

⁶ Bloching et al. 2015b

⁷ Bloching et al. 2015b

⁸ acatech 2014

⁹ Bloching et al. 2015a, S. 6; Lucke et al. 2014

¹⁰ Lucke et al. 2014, S. 5

1.2 Ziele der Studie

Der Fokus dieser Untersuchung lag auf dem Produktionsstandort Nürnberg. Gerade die Stadt Nürnberg hat mit ihrem Branchenfokus im Automatisierungsbereich und der industriellen Produktion in der Elektrotechnik sowie dem Maschinenbau und der IKT-Branche die grundsätzlichen Voraussetzungen für eine Implementierung dieser zukunftsweisenden Vernetzung der Produktionsprozesse. Die Stadt Nürnberg ist ein starker und traditioneller Industriestandort mit knapp 22 % der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten im Produktionssektor¹¹, der bereits in der Vergangenheit eine hohe Anpassungsfähigkeit aufgrund von Schließungen und Verlagerungen großer Industrieunternehmen bewiesen hat (z. B. Grundig und AEG). Zugleich verfügt das Städtedreieck Nürnberg, Fürth, Erlangen über eine bundesweit überdurchschnittlich starke Forschung und Entwicklung, sowie Industrie in den Bereichen elektrische Ausrüstungen, Datenverarbeitung und optische Erzeugnisse, die zusammen in der Lage sind, den Wandel maßgeblich mitzugestalten.¹² Die vorliegende Studie war das Ergebnis eines Dialogs der Stadt Nürnberg mit relevanten Industrie 4.0-Gestaltern und Industrie 4.0-Nutzern.

Das Ziel der Stadt Nürnberg, die Entwicklung neuer Technologien im Digitalisierungsbereich am Standort zu fördern und deren Einsatz in den hier ansässigen Wirtschaftsbranchen voranzutreiben, sollte nun mit einer fokussierten Studie unterstützt werden. Dabei standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche Technologien beeinflussen den Wandel in der Produktion am stärksten?
- Wie kann die Ressourcen- und Energieeffizienz in der Produktion durch Einsatz dieser Technologien erhöht werden?
- Welche Chancen und Risiken bringt dieser Wandel für die ansässigen Industriebranchen mit sich?
- Wie lässt sich die Wettbewerbsfähigkeit industrieller Produktion in Nürnberg sichern bzw. steigern?
- Wie kann die Stadt Nürnberg die richtigen Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Einsatz neuer Digitalisierungstechnologien im produzierenden Gewerbe schaffen bzw. unterstützen?

Die Ergebnisse sollen sowohl eine erhöhte Transparenz über die Branchenstrukturen im Bereich »Industrie 4.0« für die Auftraggeberin schaffen, konkrete Verbesserungspotentiale offenlegen, als auch die Bedeutung dieser neuen Technologien gegenüber Politik und Öffentlichkeit fassbar machen.

Nachdem im **einführenden Kapitel** die Problemstellung und Zielsetzung beschrieben wurden, sollen im **zweiten Kapitel** die Ausgangssituation und die Auswirkungen digitaler Produktion bzw. Industrie 4.0 beleuchtet und daraus Propositionen abgeleitet werden. Diese sind im Rahmen der empirischen Erhebung in der Lage, als Orientierungshilfe den Status quo im Dienstleistungskontext zu bewerten, und darauf aufbauend Stärken und Schwächen sowie konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten. In **Kapitel 3** wird die der Studie zugrundeliegende Methodik beschrieben. **Kapitel 4** befasst sich mit Trends und Technologien und analysiert die Branchenstruktur des Produktionsstandortes Nürnberg. Basierend auf den Ergebnissen des zweiten Kapitels wird in **Kapitel 5** der Status quo bzw. die digitale Reife einzelner Unternehmen (anhand der Merkmale Technologieeinsatz, Geschäftsmodell- und Ökosystemveränderungen) sowie des Standorts insgesamt bewertet. **Kapitel 6** baut darauf auf und leitet die Stärken und Schwächen der Region im Sinne eines »Produktionsstandorts 4.0« ab. Im abschließenden **Kapitel 7** werden Handlungsempfehlungen vorgestellt, die auf die Sicherung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der industriellen Produktion und den daraus resultierenden positiven Struktureffekten am Produktionsstandort Nürnberg abzielen.

¹¹ Stadtgebiet Nürnberg sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Juni 2014 lt. Kenndaten für Investoren der Stadt Nürnberg [Stand: Sept. 2015].

¹² lt. Kenndaten für Investoren der Stadt Nürnberg [Stand: Sept. 2015].

2. Digitalisierte Produktion – Ausgangspunkt und Auswirkungen

Die Digitalisierung im Produktionssektor wird als einer der großen Megatrends gehandelt. Unter dem Begriff »Industrie 4.0« werden viele einzelne Entwicklungen als Zukunftsprojekt der deutschen Bundesregierung gebündelt, gefördert und vermarktet. Bei dieser Entstehungsgeschichte sind der Abstraktheitsgrad, die Breite der Begrifflichkeit sowie die Vielzahl unterschiedlicher Technologien und Anwendungen wenig verwunderlich.¹³ Umso mehr ist eine Festlegung im Rahmen dieser Studie nötig. Einige aktuelle Erklärungs- und Definitionsversuche finden sich in Tabelle 1:

Quelle	Definition
Kagermann et al. (2013)	Charakteristika laut acatech sind die „...horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke, digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette, vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme.“
Sendler (2013)	„Der Kern der Umwälzung [Industrie 4.0] besteht in der vollständigen Durchdringung der Industrie, ihrer Produkte und ihrer Dienstleistungen mit Software bei gleichzeitiger Vernetzung der Produkte und Dienste über das Internet und andere Netze. Diese Veränderung führt zu neuen Produkten und Diensten, die das Leben und Arbeiten aller Menschen verändern, und natürlich erst recht auch ihren Umgang mit Produkten, Technik und Technologien.“
Wolf und Schulz (2013)	„In der Vorstellung der als Industrie 4.0 bezeichneten Weiterentwicklung industrieller Produktions- und Automatisierungsprozesse wird darüber diskutiert, inwieweit neue Entwicklungen der Informationstechnologien, wie das Internet der Dinge und Cloud Computing, mit klassischen industriellen Prozessen zusammenwachsen und die Produktion effizienter und flexibler machen können.“
Spath et al. (2013)	„Unter Industrie 4.0 wird die beginnende vierte industrielle Revolution nach Mechanisierung, Industrialisierung und Automatisierung verstanden. Zentrales Element sind vernetzte Cyber-Physische Systeme (CPS).“
Plattform Industrie 4.0 (2013) ¹⁴ und Lucke et al. (2014)	„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.“
BITKOM und Fraunhofer IAO (2014)	„Im Mittelpunkt von Industrie 4.0 steht die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Systemen.“

Tabelle 1: Industrie 4.0-Definitionsansätze

Das **Verständnis von Industrie 4.0** in dieser Studie stützt sich weitestgehend auf den Definitionsansatz von Lucke et al. (2014), da dieser weit über die technologische Komponente des Wandels hinausgeht und dadurch auch Ökosystem- und Standortbetrachtungen im Kontext der Industrie 4.0-Transformation umfasst. Insbesondere werden a) die Lebenszyklusorientierung, b) die Fokussierung des Dienstleistungsgegens in der Transformation, c) die Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen, z. B.

¹³ Commerzbank AG 2015

¹⁴ Vgl. <http://www.plattform-i40.de/plattform>.

Kundenorganisationen, zu einem Wertschöpfungsnetzwerk, sowie d) die Bedeutung des Wertschöpfungsfaktors »Daten« als die Grundlage des Wandels hervorgehoben. Während die Elemente a) bis d) insbesondere die datengetriebenen Veränderungen entlang und um den Produktionsbereich hervorheben, erscheint im Rahmen dieser Studie auch e) die Hervorhebung sogenannter Cyber-Physischer Systeme als grundlegende, zentrale, technologische Bausteine und Treiber des industriellen Wandels nötig¹⁵, wie dies beispielsweise in der Definition von Spath et al. (2013) adressiert wird.

Proposition 1: Die Entwicklungen im Kontext von Industrie 4.0 werden durch den zunehmenden Einsatz von Cyber-Physischen Systemen (CPS) getrieben und haben tiefgreifende Auswirkungen auf das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk.

Die Entwicklungen im Bereich Industrie 4.0 sind vor dem Hintergrund des globalen Wettbewerbs und der volkswirtschaftlichen Ausgangslage einzelner Länder und Regionen zu sehen.¹⁶ So gehört Deutschland seit Jahrzehnten zu den weltweit stärksten Industrienationen, mit einem Anteil von mehr als 22 % der Wirtschaftsleistung im produzierenden Gewerbe.¹⁷ Die USA hingegen befinden sich beispielsweise mit nur 12 % der Wirtschaftsleistung im produzierenden Gewerbe in einer ganz anderen Ausgangssituation in Bezug auf den industriellen Bereich.

Die Industrie 4.0-Bewegung wird auch als das Zusammenwachsen der Branchen Maschinenbau und Elektronikindustrie mit der Informations- und Kommunikationstechnologie verstanden (z. B. Lucke et al. 2014). Aus diesem Grund muss auch die Ausgangslage eines Landes oder einer Region in Bezug auf den Sektor Informations- und Kommunikationstechnologie beleuchtet werden. Setzt man den begonnen Ländervergleich zwischen Deutschland und USA fort, kommt man zu dem Schluss, dass die USA als Heimat von großen Internetunternehmen wie Google hier die bessere Ausgangslage vorfindet. Tatsächlich finden sich diese unterschiedlichen Ausgangssituationen auch in der Benennung wieder: während in Deutschland von CPS und Industrie 4.0 gesprochen wird, werden in der USA in der Regel die Begriffe Internet-of-Things (IoT) und Industrial Internet verwendet.

Die oft geführte, plakative Diskussion, ob die digitale Transformation der Industrie nun als Evolution oder als Revolution verstanden werden sollte, muss letztlich vor der jeweiligen Ausgangslage von einzelnen Unternehmen, Standorten, Regionen oder ganzen Nationen bewertet werden.

Aufgrund der bereits angesprochenen relativen Stärke der deutschen Wirtschaft in der produzierenden Industrie bei zugleich relativer Schwäche im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie gegenüber anderen Regionen, ist es für die langfristig gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Industrie 4.0 entscheidend, inwieweit es dem Produktionssektor gelingt, die digitale Transformation bzw. Aneignung und Nutzung moderner IKT-Instrumente und Wertschöpfungsanteile zu vollziehen.¹⁸ Zur Verdeutlichung und Prognose des Wandels finden sich unterschiedlichste Studien, die die Chancen und Risiken des Wandels für einzelne Wirtschaftszweige und Länder darstellen. Die EU beispielsweise beziffert das Volumen eines digitalen Binnenmarktes auf 415 Mrd. Euro pro Jahr, wobei hier nicht nur das Potenzial industrieller Digitalanwendungen betrachtet wird. Die bereits genannte Studie von Roland Berger im Auftrag des BDI mit Fokus auf die Bewertung von Industrie 4.0-Entwicklungen findet für Deutschland einerseits mögliche kumulierte Einbußen bis 2025 in Höhe von 220 Mrd. Euro (mehr als ein Drittel des gesamteuropäischen Verlustpotenzials), während andererseits das Wertschöpfungspotenzial für Deutschland bei Realisierung der Transformation auf 425 Mrd. Euro prognostiziert wird.¹⁹ Andere Studien, wie z. B. die Ein-

¹⁵ vgl. z. B. Geisberger und Broy 2012, S. 10

¹⁶ z. B. Lucke et al. 2014, S. 6

¹⁷ Bloching et al. 2015b

¹⁸ Bloching et al. 2015b

¹⁹ Bloching et al. 2015b

schätzung des BITKOM und des Fraunhofer IAO (2014), kommen in ihrer Untersuchung von lediglich sechs Branchen auf ein kumuliertes Wertschöpfungspotenzial von 2013 bis 2025 von ca. 79 Mrd. Euro. Obwohl einzelne Studien und Prognosen zum Teil deutliche Ergebnisunterschiede zeigen und aufgrund des Studiendesigns meist auch nicht direkt vergleichbar sind, zeigen alle Quantifizierungsversuche des digitalen Wandels im Kontext Industrie 4.0 signifikante Chancen und Risiken für den aktuellen Produktionssektor.

Proposition 2: Die Ausgangssituation im produzierenden Gewerbe und im Bereich von IuK-Technologien bestimmt die Wahrnehmung von Chancen und Risiken eines Standorts im Kontext Industrie 4.0.

Das Konzept Industrie 4.0 steht für eine »vollständige Durchdringung der Industrie, ihrer Produkte und ihrer Dienstleistungen mit Software bei gleichzeitiger Vernetzung«.²⁰ Ausgehend von einzelnen Industrieunternehmen verläuft die digitale Durchdringung sowohl horizontal als auch vertikal. Erstgenannter Prozess sind Digitalisierungs- und Vernetzungsprozesse entlang der Wertschöpfungskette bzw. Lebenszyklus des Produkts oder der Maschine. Vertikale Digitalisierungs- und Vernetzungsprozesse hingegen erstrecken sich von den Produktionsprozessen (im engeren Sinne), über sonstige Unternehmensfunktionen, in Partnernetzwerke und letztlich in das gesamte Unternehmensökosystem. Zur Feststellung, ob ein Unternehmen oder ein ganzer Standort mit allen relevanten Stakeholdern auf die Chancen und Risiken der Digitalisierung entsprechend vorbereitet ist, bietet es sich an die digitale Reife messbar zu machen (z. B. in Form eines Digitalisierungsindex o. ä. Instrumenten). Als **digitale Reife** kann also nach Bloching et al.²¹ der Grad der Sensibilisierung und Aktivierung von Unternehmen und Standorten verstanden werden. Zur Bewertung der digitalen Reife könnten die folgenden Leitfragen genutzt werden (vgl. Tabelle 2). Ein Anhaltspunkt für einen höheren Grad digitaler Reife und Vorbereitung von Unternehmen könnte es beispielsweise sein, wenn Unternehmensvertreter die aktuelle Industrie 4.0-Debatte im Sinne einer Evolution anstatt einer Revolution führen, oder von konkret bestehenden Anwendungen oder digitalen Transformationsprogrammen berichten können.

Deloitte 2013	Bloching et al. 2015a
▪ Gibt es eine digitale Transformationsstrategie und wenn ja, wie sieht diese aus? ▪ Welche Aktivitäten in der Wertschöpfungskette differenzieren mich von Wettbewerbern und wie digital sind diese? ▪ Welchen Mehrwert kann mein Unternehmen bieten, ggf. auf Basis der Digitalisierung? ▪ Wie kann ich digitale Kompetenzen innerhalb der Organisation besser nutzen?	▪ Identifikation und Bewertung aktueller Entwicklungen und Trends der digitalen Ökonomie ▪ Realisierung von Effizienzpotenzialen im bestehenden Geschäftsmodell ▪ Identifikation disruptiver Veränderungen im eigenen Geschäftsmodell und darauf aufbauende Definition neuer Geschäftsmodelle ▪ Einleitung eines umfassenden Wandels der Unternehmenskultur zur Durchführung notwendiger Maßnahmen

Tabelle 2: Leitfragen zur Ermittlung digitaler Reife

Proposition 3a: Das Konzept der Digitalen Reife eignet sich, um den Status von Unternehmen und Standorten im Industrie 4.0-Kontext einschätzen zu können.

In Anbetracht der Chancen und Risiken in der kommenden Dekade ist die Steigerung der digitalen Reife eine der vordringlichen Aufgaben für moderne Produktionsstandorte. Geisberger und Broy²² konstatierten den Unternehmen bereits ein Bewusstsein für die **Notwendigkeit**, sich mit Cyber-Physischen Systemen auseinanderzusetzen und auch die Tatsache, dass CPS Auswirkungen auf Geschäftsmodelle haben wer-

²⁰ Sendler 2013; vgl. Tabelle 1

²¹ Bloching et al 2015a, S. 6

²² 2012, S. 179

den – nur 9 % der Befragten konnten diesen Zusammenhang nicht erkennen. Gleichzeitig gaben in der gleichen Untersuchung 38 % der Befragten an, dass sie mit Anpassungsbedarfen rechnen, jedoch die Wirkung von CPS auf ihr Geschäftsmodell noch nicht einschätzen können. Ähnliches stellt auch eine aktuellere Untersuchung mit Fokus auf mittelständischen Unternehmen fest: »Unsere Untersuchung zeigt, dass ein grundsätzliches Problembewusstsein für den Megatrend Digitalisierung vorhanden ist, dass aber im Detail kaum konkrete Vorstellungen zur Digitalisierung in Unternehmen existieren«.²³ Darüber hinaus zeigt eine aktuelle Studie von Roland Berger, dass sich aus 300 Top-Managern der deutschen Wirtschaft nur die Hälfte dieser Befragten intensiv mit dem Thema digitaler Transformation beschäftigt hat. Dabei wird von einem Drittel der Befragten die digitale Reife als hoch oder sehr hoch eingeschätzt.²⁴

Proposition 3b: Im Sinne der Digitalen Reife wird davon ausgegangen, dass die meisten Industrieunternehmen ein grobes Problembewusstsein in Bezug auf die anstehenden Auswirkungen zunehmender Digitalisierung entwickelt haben. Zugleich ist anzunehmen, dass die meisten Unternehmen jedoch nicht über konkrete Vorstellungen zu den Folgen bzw. konkrete Transformationsprozesse angestoßen haben.

In der aktuellen Diskussion um mögliche Industrie 4.0-Anwendungen wird oft der verschärfte globale Wettbewerb als Grund für die Notwendigkeit einer verstärkt digitalen Produktion angeführt. Diese Aussage mag volkswirtschaftlich gesehen richtig sein, jedoch äußern sich die Treiber, die Unternehmen dazu anregen ihre digitale Reife zu erhöhen, wesentlich direkter. Als Grund für die Einführung von CPS oder die Bildung neuer Partnerschaften steht letztlich der erkannte **Nutzen**, den sich Unternehmen von entsprechenden Transformationen versprechen. Eine Studie der Commerzbank von 2015 mit 4.000 Unternehmen zeigt, dass im Wesentlichen vier Gruppen an Nutzenversprechen existieren:

- a) Administrative Optimierung (Flexibilisierung der Arbeit, Verschlinkung der Administration, Vernetzung von Standorten und Verbesserung von Service- und Wartungsleistungen)
- b) Neue Produktionsformen im engen Sinne von Industrie 4.0 (Herstellung von kundenindividuell angepassten Produkten und Dienstleistungen, Automatisierung und Steuerung der Produktion im verarbeitenden Gewerbe)
- c) Vernetzung der Wertschöpfungskette (Effiziente Zusammenarbeit mit Zulieferern und Dienstleistern, besseres Markt- und Kundenverständnis, gezieltere Marketing- und Vertriebsaktivitäten)
- d) Neue Geschäftsmodelle (Entwicklung von gänzlich neuen Produkten und Dienstleistungen, Erschließung neuer Vertriebswege, Absatzformen oder Märkte)
- e) Weitere Effizienzpotenziale (Steigerung der Rohstoff- und Energieeffizienz, Outsourcing von Verwaltungsprozessen).²⁵

Die Befragung unterstreicht die bisher vorgestellten Befunde zur digitalen Reife in Deutschland: Einzig der Umsetzung des Nutzenversprechens a) die administrative Optimierung, wird derzeit eine aktuelle Bedeutung eingeräumt.²⁶ Alle übrigen Nutzenversprechen werden in die Kategorie »künftige Umsetzung« eingeordnet. Interessant erscheint auch die Relevanzeinschätzung: Während a) bis d) eine hohe Relevanz eingeräumt wird, erscheint e) wahrscheinlich im Lichte einer kontinuierlichen Verbesserungsmaßnahme mit einer geringen Relevanz-Einstufung.

²³ Deloitte 2013, S. 6

²⁴ Kurzlechner, 2015, S.6

²⁵ Eigene Forschungsarbeiten des Fraunhofer IIS/SCS legen zudem nahe, dass insbesondere die Steigerung von Flexibilität und Agilität in der Planung, die Integrität von Produkten und Dienstleistungen und die Entlastung und Unterstützung des Menschen in der Produktion weitere Teilaspekte sind, die jedoch nicht direkt in die vorgestellte Systematisierung integrierbar sind. Weiterhin können auch die von Porter und Heppelmann (2014, S. 8) als vier CPS-Fähigkeiten bzw. Entwicklungsstufen »Monitoring«, »Control«, »Optimization« und »Autonomy« könnten als Nutzenversprechen ausgelegt werden.

²⁶ Commerzbank AG 2015, S. 24

Proposition 4:	Das Nutzenversprechen von Industrie 4.0-Anwendungen wird fragmentiert wahrgenommen und hinsichtlich des aktuellen Umsetzungsbedarfs und zugeordneter Relevanz unterschiedlich bewertet. »Optimierung der Administration und Prozesse« werden beispielsweise mit niedrigerer Relevanz, aber höherer aktueller Umsetzung bewertet, während Maßnahmen im Bereich »neue Geschäftsmodelle« und »Anpassungen des Wertschöpfungsnetzwerks« zwar eine höhere Relevanz, aber geringere aktuelle Umsetzung bescheinigt wird.
-----------------------	--

Eng verbunden mit dem erkannten Nutzen sind auch die **Treiber** für Industrie 4.0-Anwendungen. Deloitte²⁷ identifiziert in einer auf den Mittelstand fokussierten Untersuchung zwei Treibergruppen: interne und externe Treiber. Intern ist die Verbesserung von Prozessen mit 79 % der Nennungen mit Abstand der Haupttreiber digitaler Entwicklung.²⁸ Extern sind die Anforderungen der Kunden mit 56 % der Nennungen der mit Abstand wichtigste Treiber der Entwicklung.²⁹

Proposition 5a:	Prozessverbesserungen und erhöhte Kundenanforderungen sind die größten Treiber für Industrie 4.0-Anwendungen.
------------------------	---

In der Studie wird drauf hingewiesen, dass aufgrund der größeren Nähe im Wertschöpfungsnetzwerk tendenziell mehr interne Treiber wahrgenommen werden, diese aber in der Regel durch externe Treiber aus dem Unternehmensumfeld (z. B. Kunden, Wettbewerb) entstehen. Es besteht demnach die Gefahr, dass viele Industrieunternehmen den insgesamt existierenden **Digitalisierungsdruck** tendenziell unterschätzen.

Proposition 5b:	Der externe Digitalisierungsdruck (Wirkung der externen Treiber) wird von Unternehmen tendenziell unterschätzt.
------------------------	---

Vor dem Hintergrund des Ziels der Studie, die digitale Reife eines Standorts zu analysieren und daraus Handlungsempfehlungen mit der Vision Produktionsstandort 4.0 zu entwickeln, muss die Vielfältigkeit der einzelnen Industrieunternehmen sowie sonstiger Stakeholder berücksichtigt werden. Bisherige Erkenntnisse hierzu sollen im Folgenden entlang der Dimensionen Branchen, Nutzungs- und Gestaltungsperspektive, sowie Unternehmensgröße dargestellt werden.

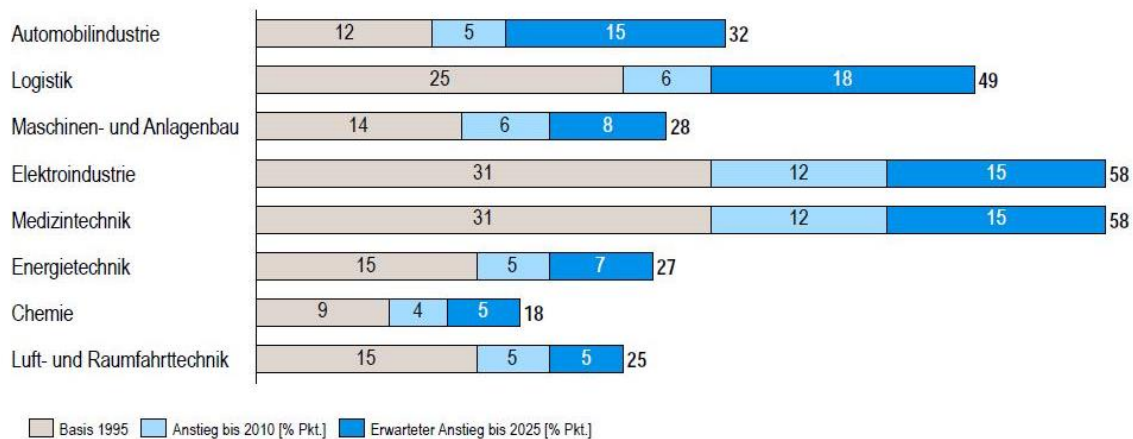
Die Branchenzugehörigkeit bestimmt aufgrund unterschiedlicher Charaktereigenschaften einen großen Teil der Digitalisierbarkeit von Industrieunternehmen und damit auch deren aktuellen Reifegrad³⁰ und das zugehörige Chancen-Risiko-Profil im Digitalisierungskontext. In einer aktuellen BDI-Studie hat Roland Berger zunächst den IKT-Anteil einzelner Branchen bis 2025 abgeschätzt (vgl. Abbildung 2).

²⁷ 2013, S. 10

²⁸ Weitere interne Treiber: Optimierung der Kostenstruktur (22 %), Organisatorische Veränderungen (17 %), Zunehmendes Datenvolumen (15 %), Individuelle Anforderungen von Personen (12 %), Zunehmende Komplexität (2 %).

²⁹ Weitere externe Treiber: Veränderungen von Marktkonstellationen (27%), Verpflichtungen durch die Politik (20 %), Anforderungen der Lieferanten (12 %), Zunahme der Internationalisierungsaktivitäten (5 %).

³⁰ Der Reifegrad eines Unternehmens kann auch als Stärke-/Schwäche-Profil gedeutet werden.



Quelle: Roland Berger

Abbildung 2: Entwicklung des IKT-Anteils an der Bruttowertschöpfung von 1995 bis 2025³¹

Erkennbar sind deutliche Differenzen entlang unterschiedlicher Branchen in Bezug auf Basiswert und prognostiziertem Wachstum in der kommenden Dekade.³² Dies bringt die Autoren der Studie u. a. zu dem Schluss, dass im Hinblick auf die acht untersuchten Industriebranchen drei Wellen der Digitalisierung zu erwarten sind. In der ersten Welle befinden sich bereits die Automobilindustrie und die Logistikindustrie, in einer zweiten Welle werden Medizintechnik, Elektroindustrie, Maschinen- und Anlagenbau erfasst und in der dritten Welle digitalisieren sich Chemie und Luft-/Raumfahrttechnik. Ähnliche Aussagen zur digitalen Reife und zur Entwicklung einzelner Branchen finden sich in der acatech-Studie von 2014, die u. a. untersucht, inwieweit smarte Services auf Basis digitaler Transformation entstehen.³³

Proposition 6a: Aufgrund unterschiedlicher IKT-Potenziale einzelner Branchen treten unterschiedliche Industrie 4.0-Betroffenheitsgrade bzw. Dringlichkeits- und Gefährdungsgrade auf. Besonders hohen Handlungsdruck verspüren z. B. die Logistik- und Automobilindustrie, geringeren Anpassungsdruck die Bereiche Chemie und Luft-/Raumfahrttechnik.

Unterschiedliche Bewertungen in Abhängigkeit der Branchenzugehörigkeit können ebenfalls für die Durchdringungslücke (Einschätzung der digitalen Reife vs. Einschätzung zu Potenzialen der Digitalisierung) einzelner Industrien beobachtet werden. Bloching et al.³⁴ finden generell für alle Branchen eine Durchdringungslücke (= mangelnde digitale Reife). Diese ist jedoch besonders hoch (28 %) für den Energietechnik-Sektor, während die Lücken in den Bereichen Chemie und Medizintechnik deutlich geringer ausfallen (13 % und 12 %).

Proposition 6b: Einzelne Industriebranchen weisen unterschiedliche Durchdringungslücken und Handlungsbedarfe in Bezug auf die digitale Reife auf.

Die Zugehörigkeit zu einer Nutzer- bzw. Gestaltergruppe des digitalen Wandels ist ein weiteres, wichtiges Unterscheidungskriterium. Diese Unterscheidung ist sicherlich nicht überschneidungsfrei, lässt jedoch unterschiedliche Handlungsbedarfe und Bedürfnisse einzelner Industrieunternehmen besser zuordnen. Als

³¹ nach Bloching et al. 2015b, S. 38

³² Eine weitere Branchenanalyse auf Basis prognostizierter Bruttowertschöpfungsanteile mit ähnlichen Unterschieden findet sich bei BITKOM und Fraunhofer IAO 2014, S. 36.

³³ Acatech 2014, S. 17

³⁴ Bloching et al 2015b

Gestalter können Unternehmen verstanden werden, die selbst Aktoren, Sensoren oder Informationsverarbeitungskomponenten (im Sinne VDI 2206) erzeugen oder Kombinationen daraus entwickeln. Als potenzielle Nutzer sind die verbleibenden Industrieunternehmen zu bewerten.

Die bereits vorgestellten Nutzenversprechen von Industrie 4.0-Anwendungen sind im Wesentlichen die relevanten Dimensionen für die Nutzer.³⁵ Gestalter hingegen beeinflussen andere Größen, wie z. B. die Reife der zugrunde liegenden (CPS-)Technologien, die Höhe der monetarisierbaren Marktnachfrage, sowie die zugrunde liegenden Ziele für die Entwicklung einzelner Angebote.³⁶

Proposition 7: Nutzer und Gestalter von Industrie 4.0-Anwendungen haben unterschiedliche Anforderungen an ein Ökosystem und an einen Standort.

Im Hinblick auf die mittelständische Struktur der deutschen Wirtschaft ist insbesondere die Zugehörigkeit zu den Gruppen Mittelstand (KMU inkl. Kleinstunternehmen) und Großunternehmen bedeutend. Dies ist einerseits relevant, da Großunternehmen über eine andere Ressourcenausstattung als KMUs verfügen, und spezielle Marktbeobachtungseinheiten für derartige Zukunftsthemen betreiben. Andererseits ist dies aber auch relevant, da die derzeitige Diskussion im Themenfeld Industrie 4.0 von Großunternehmen, Verbänden und Forschungseinrichtungen bestimmt ist.

Diese Annahmen lassen sich auch anhand einzelner Studien belegen. Die Commerzbank AG³⁷ stellt beispielsweise unter 4.000 befragten Unternehmen einen signifikanten Unterschied im Anteil digitaler Innovatoren bei größeren Unternehmen (2,5 - 12,5 Mio. Euro Umsatz) gegenüber den Unternehmen mit weniger als 2,5 Mio. Euro Umsatz fest.

Proposition 8: Der Anteil digitaler Innovatoren im Industrie 4.0-Kontext erhöht sich mit Unternehmensgröße.

Die Potenziale und Gefahren der digitalen Entwicklungen im Kontext Industrie 4.0 einerseits und der Status der digitalen Reife deutscher Industrieunternehmen andererseits lassen generell einen **Handlungsbedarf** erkennen. Als zentrale Herausforderungen der Planung und Gestaltung des digitalen Wandels werden insbesondere von Vorreiterunternehmen die einzelnen Punkte »Komplexität und Geschwindigkeit der technischen Entwicklung«, »hoher Investitionsbedarf«, »Sicherheitsrisiken und Probleme beim Datenschutz« sowie »das Fehlen verlässlicher Standards bei neuen Technologien« angeführt.³⁸ Auch scheint klar, dass dieser Wandel Investitionen erfordert – so rechnet PwC pro Jahr mit ca. 40 Mrd. Euro an Investitionen der deutschen Industrie, die verstärkt in die Wertschöpfungsstufen Supply Chain, Produktentwicklung/Engineering, Produktion/Fertigung und Service fließen werden.³⁹

³⁵ Als konkretere Einteilung der Nutzerziele bzw. Gründe für die Einführung von Industrie 4.0-Aktivitäten nennen Lucke et al. (2014, S. 36): a) Steigerung der Verfügbarkeit von Produktionsanlagen durch verbesserte Überwachung und Instandhaltung von Anlagen, b) Höhere Auslastung von Maschinen und Anlagen bei variantenreichen Produkten durch Selbststeuerung der Fertigung, c) Reduktion der Losgrößen infolge der höheren Flexibilität von CPS; d) Effektivere Materialbereitstellung durch Vernetzung von Produktion und Logistik, e) Reduktion von Energieverbrauch und Emission, durch intelligente Steuerung der Anlagen (Nachhaltigkeit), f) Steigerung der Reaktionsfähigkeit und Entscheidungsqualität durch die Verfügbarkeit von Informationen über den gesamten Lebenszyklus.

³⁶ vgl. Lucke et al. 2014, 36f

³⁷ 2015, S. 28

³⁸ vgl. Commerzbank AG 2015, S. 40

³⁹ Koch et al. 2014

Lenkt man den Fokus der Herausforderungen von der Unternehmensebene auf eine gesamtwirtschaftliche Ebene – die zur Beurteilung der Stärken und Schwächen eines ganzen Produktionsstandortes erforderlich ist – lassen sich vier Klassen ableiten:⁴⁰

- Die Weiterentwicklung von **Basistechnologien** (insbesondere CPS) im Kontext der digitalen Produktion. Dazu zählt auch die Verfügbarkeit von Informationen über technische Möglichkeiten, Demonstratoren usw., die das Verständnis für die Möglichkeiten und Potenziale der Technologien in der Produktion erhöhen.
- Die Anpassung und Entwicklung von **Geschäftsmodellen** an die technologischen Möglichkeiten, z. B. durch Erhöhung des Anteils an Services oder kundenindividueller Produkte.
- Der Aus- und Aufbau ganzer **Wertschöpfungsnetzwerke** über die klassische Vernetzung entlang der Wertkette hinaus. Hierbei sind insbesondere neue Rollenmodelle innerhalb von Netzwerken sowie eine ganzheitliche, lebenszyklusorientierte Betrachtung relevant.
- Die Schaffung unterstützender Rahmenbedingungen (**Standort**) für Industrie 4.0-Technologien, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke. Hierzu zählen neben dem Rechtsrahmen und Standardisierungsunterstützung auch die Förderung von Forschung und Entwicklung im Themenfeld, die Förderung der digitalen Reife der Industrie (z. B. über Informationen oder direkt einsetzbare Materialien) sowie die Unterstützung der Vernetzung einzelner Unternehmen.

Das Ziel dieser Studie ist die Bewertung des Produktionsstandorts hinsichtlich Stärken, Schwächen und Handlungsempfehlungen in Bezug auf Industrie 4.0. Entlang der vorgestellten Herausforderungen im Gesamtkontext des digitalen Wandels (a-d) wurde das Grundmodell der Erhebung mit vier Analyseperspektiven (Abbildung 3) entworfen. Der Standort wird dabei als das Umfeld für Technologien, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke/Ökosysteme verstanden.

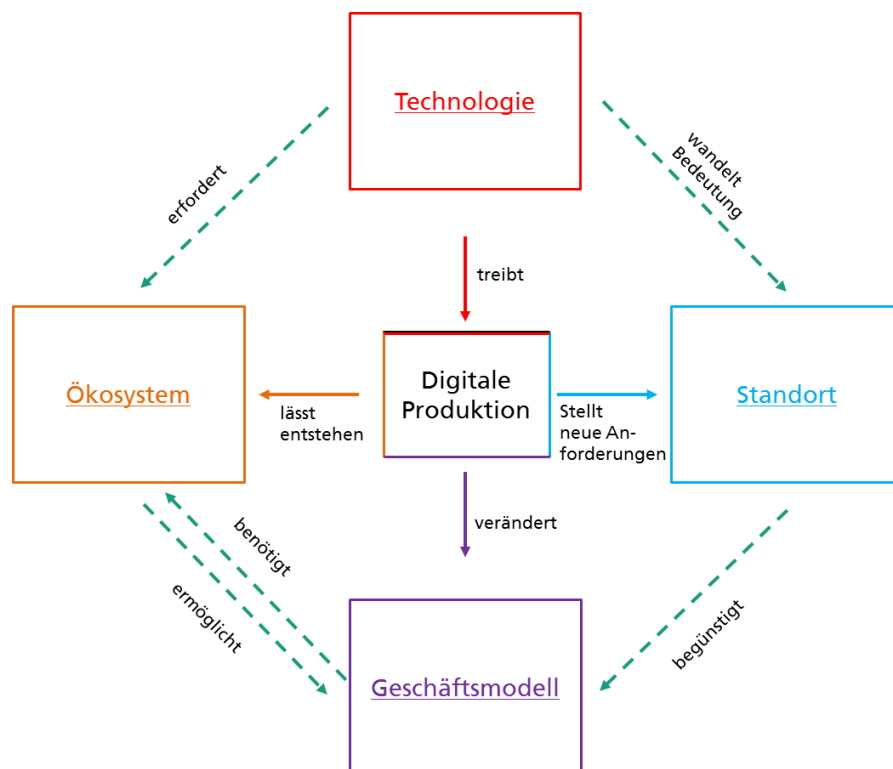


Abbildung 3: Analysemodell der Untersuchung

⁴⁰ In Anlehnung an Geisberger und Broy 2012, S. 197

**Zentrale
Annahme der
Studie:**

Der Produktionsstandort 4.0 wird maßgeblich bestimmt durch

- a) die technologischen Entwicklungen der Industrie 4.0-Basistechnologien (insb. CPS; »Technologien«),
- b) die Anpassung und Entwicklung von Geschäftsmodellen (»Geschäftsmodelle«),
- c) die Veränderungen und Anpassungen der Rollen im Ökosystem des umgebenden Wertschöpfungsnetzwerks (»Rollenmodell/Ökosystem«).

Ein Produktionsstandort 4.0 (»Standort«) ist in der Lage, die notwendigen Entwicklungen in den Bereichen a) - c) bestmöglich zu unterstützen, sodass die Region in die Lage versetzt wird, die Potenziale des digitalen Wandels zu nutzen und zugleich die existierenden Risiken zu umschiffen.

2.1 Intelligenter Technologie als Treiber digitalisierter Produktion

Diese Perspektive umfasst die Betrachtung relevanter Trends und (Basis-) Technologien sowie deren Anwendung im Bereich Industrie 4.0. Im vorangegangenen Abschnitt wurde bereits der Begriff Industrie 4.0 definiert und auch die Rolle von CPS als Basistechnologien des Wandels herausgehoben. CPS ermöglichen die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen. Die generellen Eigenschaften sind die Möglichkeit, über Sensoren und Aktoren mit der Umwelt zu interagieren, die entstehenden Informationen zu verarbeiten und mit anderen CPS dynamisch zu vernetzen. CPS sind damit die verbindende Komponente zwischen der Digital- und der Realwelt.⁴¹ So einfach eine Definition erscheint, umso schwieriger ist es in der Praxis, konkrete zugehörige Trends, Basistechnologien und Anwendungen abzugrenzen – all dies ist jedoch notwendig, um die Auswirkungen und Anforderungen an Geschäftsmodelle, Rollen- und Ökosysteme und letztlich Standorte zu bestimmen.

2.2 Veränderte Geschäftsmodelle als Folge und Chance digitaler Produktion

CPS und Industrie 4.0-Technologien ermöglichen die digitale Produktion und beeinflussen damit das Geschäftsmodell der verarbeitenden Industrie tiefgreifend. Dies stellt eine Bedrohung für aktuelle Geschäftsmodelle dar. In einer Studie der Commerzbank AG gaben 37 % der Befragten des verarbeitenden Gewerbes an, dass sie bewährte Geschäftsmodelle durch die digitale Entwicklung bedroht sehen.⁴²

Proposition 9: Die digitale Entwicklung bedroht bewährte Geschäftsmodelle.

Der Begriff des Geschäftsmodells selbst ist klärungsbedürftig. Einerseits ist es völlig klar, da es alles umfasst, was ein Unternehmen tut oder plant. Dies drücken auch Osterwalder und Pigneur aus: »A business model describes the rationale of how an organization creates, delivers, and captures value«.⁴³ Andererseits bedarf es der Klärung, welche Dimensionen die Grundlage der Betrachtung in einem Geschäftsmodell sind. Im Rahmen dieser Studie wird die von Osterwalder und Pigneur (2010) vorgeschlagene Strukturierung des sogenannten Business Model Canvas (vgl. Abbildung 4) verwendet: Nutzenversprechen/Wertangebote, Schlüsselpartner, Schlüsselaktivitäten, Schlüsselressourcen, Kundenbeziehungen, Kundenkanäle, Kundensegmente, Kostenstruktur und Einnahmequellen.

⁴¹ Lucke et al. 2014, S. 8

⁴² Commerzbank AG 2015, S. 24

⁴³ Osterwalder und Pigneur 2010

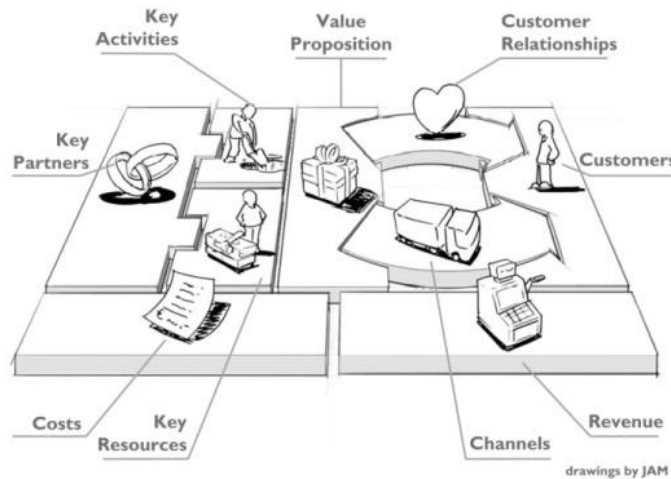


Abbildung 4: Business Model Canvas nach Osterwalder und Pigneur (2010)

Um bestehende Geschäftsmodelle im Kontext der Digitalisierung zu optimieren und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, bedarf es dreier Fähigkeiten: Erstens eine bessere Durchdringung der digitalen Trends und Möglichkeiten, zweitens ein tiefes Verständnis dafür, wie sich die Wettbewerbsregeln im digitalen Raum ändern und drittens die Fähigkeit zum Auf- und Ausbau der Ressourcen, die nötig sind, um neue Chancen zu realisieren.⁴⁴ Dabei ist es essentiell auch die Ökosysteme, die ein Unternehmen umgeben, mit zu berücksichtigen und zu verstehen.

Bloching et. al.⁴⁵ sagt zudem, dass nur rund ein Drittel der deutschen Unternehmen seine eigene digitale Reife als hoch oder sehr hoch einschätzt. Dabei liegt dieser Wert bei größeren und profitableren Unternehmen im Durchschnitt deutlich höher. Rund 62 Prozent der Unternehmen mit einer EBIT-Marge von über 15 Prozent bescheinigen sich eine hohe oder sehr hohe digitale Reife. Betrachtet man diesen Aspekt nach Branchen, so liegen Chemie, Logistik und Energie vorne. Das Schlusslicht in Sachen digitaler Reife bilden – nach eigener Einschätzung – viele mittelgroße Unternehmen der Elektroindustrie sowie des Maschinen- und Anlagenbaus. Sie fühlen sich somit als besonders anfällig für disruptive digitale Technologien. Diese Ausführungen legen den Schluss nahe, dass kleine Unternehmen sich langsamer auf die An- und Herausforderungen der Digitalisierung einstellen als große Unternehmen.

2.3 Ökosysteme für digitale Produktion

Neue Technologien und Anwendungen bringen neue Rollen und neue Akteure in das Wertschöpfungsnetzwerk und beeinflussen Unternehmensprozesse und -kooperationen maßgeblich. Hier soll insbesondere untersucht werden, welche Veränderungen im Wertschöpfungsnetzwerk stattfinden, und welche Auswirkungen für Dienstleistungsunternehmen/Nutzer und Lösungsanbieter/Gestalter von Digitalisierungslösungen damit verbunden sind. Bei vernetztem Zusammenwirken von unterschiedlichen Unternehmen wird auch häufig der Begriff Ökosystem verwendet. Es handelt sich hierbei um strategische Allianzen oder Kooperationen von Gruppen, welche aus Akteuren bestehen, die in traditionellen Unternehmenspartnerschaften üblich sind. Basis für ein gemeinsames Agieren bildet eine gemeinsame Plattform sowie herausgearbeitete Standards. Zusammenfassend bedeutet dies, dass durch CPS isolierte Silos der Wertschöpfungskette durch offene Wertschöpfungssysteme abgelöst werden und dadurch eine unternehmensübergreifende Kooperation entsteht.⁴⁶ Ein weiterer Aspekt betrifft den Wandel der Beziehung zwischen dem Kunden und Dienstleister. Hierbei wird ausgegangen, dass sich aus einer einfachen »Transaktionsbezie-

⁴⁴ Bloching et. al. 2015a

⁴⁵ Bloching et. al. 2015a

⁴⁶ Geisberger und Broy 2012, S. 183

hung« eine vertrauensvolle Partnerschaft ergibt. Insbesondere der Nutzer mit seinen Anforderungen rückt in den Vordergrund. Dabei muss ein individuelles Angebot angefertigt werden, da Nutzer- bzw. Kundenbindung zusätzliches Wissen über die jeweiligen Nutzerbedürfnisse schafft.⁴⁷

Proposition 10: Die zunehmende Digitalisierung verändert die Beziehungen der Akteure im Ökosystem.

Durch die Öffnung der bisherigen Wertschöpfungsketten aufgrund der Vernetzung und Digitalisierung einzelner Systeme und Partner werden Markteintrittsbarrieren gesenkt. Neue Unternehmen sowie Nischenanbieter erleichtert dies den Zugang zum Markt, da sie nicht mehr gezwungen werden ein komplettes System zu entwickeln und produzieren, sondern auch Teillösungen angeboten werden können.⁴⁸ Häufig handelt es sich bei diesen Lösungen um komplexe Anwendungen und Dienstleistungen, die nur in enger Zusammenarbeit mit weiteren Unternehmen erfolgen können. Für die Ausarbeitung von CPS-basierten Angeboten wird ein Kompetenzportfolio vorausgesetzt. Einige Großunternehmen sind in der Lage sich diese Fähigkeiten selbst anzueignen. Anders verhält es sich mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, welche im Vergleich zu Großunternehmen auf strategische Partnerschaften angewiesen sind.⁴⁹ Durch die Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg können zudem spezialisierte Unternehmen hervorgehen, deren Anwendungsbereich nicht mehr in der Produktion liegt, sondern in der Informationstechnik zur Koordination von Unternehmen oder auch als Kundenschnittstelle.⁵⁰

Der Einsatz unterschiedlichster Technologien ermöglicht Unternehmen sich enorm weiterzuentwickeln. Gleichzeitig ändern sich die Kundenbedürfnisse, woraufhin das Angebot auf Kundenseite angepasst werden muss. Ein einzelnes Unternehmen kann die neuen und zukünftigen Lösungen kaum mehr alleine bewerkstelligen, woraufhin die Integration von Leistungsbündel unterschiedlicher Unternehmen in Betracht gezogen werden muss. Spezialisierte Unternehmen arbeiten innerhalb eines strategischen Kooperationsnetzwerkes. In der Abbildung 5 sind die unterschiedlichen Unternehmenstypen bzw. »Rollen«, welche einen Beitrag leisten, dargestellt.⁵¹

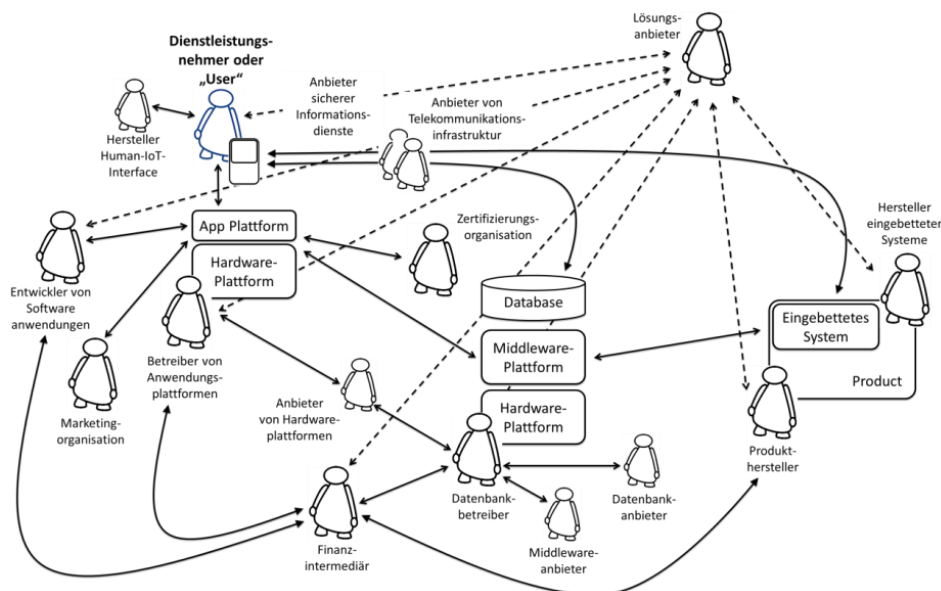


Abbildung 5: Ökosystem für Cyber-Physische Systeme

⁴⁷ acatech, 2015, S. 55

⁴⁸ Geisberger und Broy 2012, S. 183

⁴⁹ Pflaum und Papert, 2015, S. 6f.

⁵⁰ Geisberger und Broy 2012, S. 188

⁵¹ Pflaum & Papert, 2015, S. 8

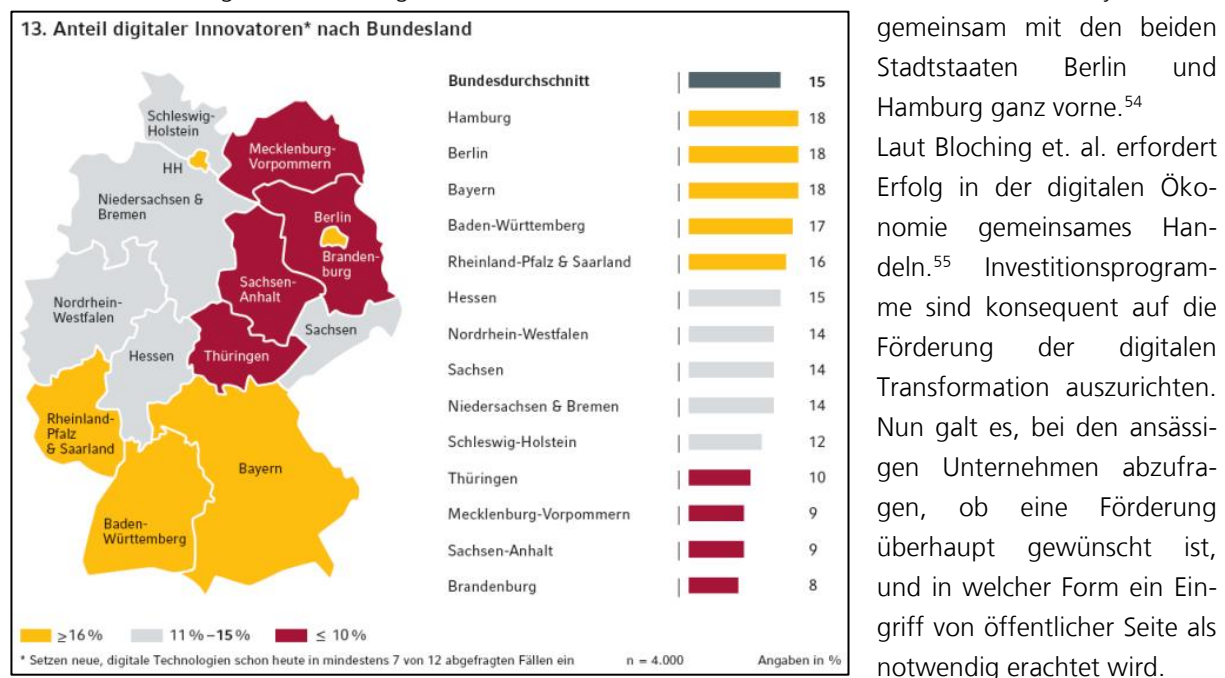
2.4 Standort 4.0 – Wo digitale Produktion zuhause ist

Das Konzept Industrie 4.0 steht wie oben beschrieben für eine »vollständige Durchdringung der Industrie, ihrer Produkte und ihrer Dienstleistungen mit Software bei gleichzeitiger Vernetzung«.⁵² Diese Vernetzungsprozesse erstrecken sich in Partnernetzwerke und das gesamte Unternehmensökosystem. Das Konzept des Ökosystems wirft nun die Frage auf, in welcher Form die Partner untereinander vernetzt sein müssen. Im Kontext der Digitalisierung besteht die Möglichkeit, dass der persönliche Kontakt und die physische Präsenz am gleichen Standort in den Hintergrund treten, während der Austausch über digitale Kanäle intensiver wird. Der Standort von wesentlichen Partnern und auch Kunden könnte dadurch an Bedeutung verlieren.

Proposition 11: Die Bedeutung des Standortes nimmt im Zuge der Digitalisierung ab.

Eine leistungsfähige Infrastruktur bildet das Rückgrat einer vernetzten Wirtschaft. Für das Gelingen der digitalen Transformation bedarf es deshalb des flächendeckenden Ausbaus von Breitbandnetzen sowie der Sicherung einer hohen Servicequalität für geschäftskritische Anwendungen. Maschinen und Anlagen müssen weitestgehend und sicher vernetzt werden können.⁵³ Standortfaktoren wie die digitale Infrastruktur, Ausbildungsstätten und die Verfügbarkeit von Arbeitskräften wirken sich einerseits auf ansässige Unternehmen aus und werden andererseits von diesen mit beeinflusst. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, welche Standortfaktoren im Bereich Digitalisierung besonders relevant sind und wie diese am Standort Nürnberg ausgestaltet sind.

Nach einer Studie der Commerzbank sind im Süden und Südwesten Deutschlands vergleichsweise viele digitale Innovatoren angesiedelt. Unter Innovatoren wird im Rahmen der Commerzbank-Studie bezeichnet, wer »neue, digitale Technologien schon heute in mindestens 7 von 12 Fällen einsetzt«.



Bayern steht gemeinsam mit den beiden Stadtstaaten Berlin und Hamburg ganz vorne.⁵⁴ Laut Bloching et. al. erfordert Erfolg in der digitalen Ökonomie gemeinsames Handeln.⁵⁵ Investitionsprogramme sind konsequent auf die Förderung der digitalen Transformation auszurichten. Nun galt es, bei den ansässigen Unternehmen abzufragen, ob eine Förderung überhaupt gewünscht ist, und in welcher Form ein Eingriff von öffentlicher Seite als notwendig erachtet wird.

Abbildung 6: Anteil digitaler Innovatoren nach Bundesland

⁵² Sendler 2013; vgl. Tabelle 1

⁵³ Bloching et al. 2015a

⁵⁴ Commerzbank, S. 30f

⁵⁵ Bloching et al. 2015a, S. 6

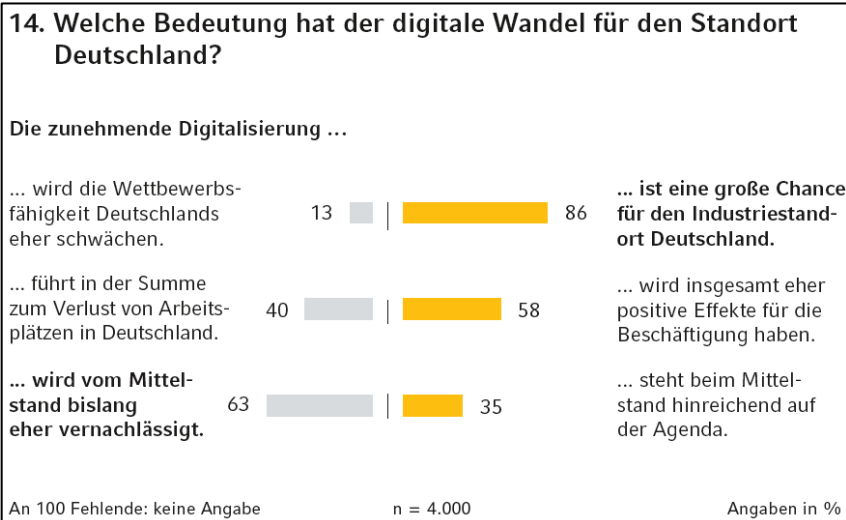


Abbildung 7: Bedeutung des digitalen Wandels für den Standort Deutschland

Laut einer Studie der Commerzbank wird der digitale Wandel als eine große Chance für den Industriestandort Deutschland gesehen. Daneben werden durch die Digitalisierung gleichermaßen positive und negative Effekte auf die Beschäftigung erwartet (vergleiche Abbildung 7).

Dies deckt sich zum Teil mit einer Studie von Osborne und Frey aus dem Jahr 2013. Dort wurden im amerikanischen Arbeitsmarkt Berufszweige untersucht, inwieweit sie durch digitale Lösungen wie Software und Roboter ersetzt werden können.⁵⁶ Diese Untersuchung zur Arbeitsplatzbetroffenheit wurde von ING DIBa auch für Deutschland repliziert. Während in den USA 47 % aller Stellen als gefährdet eingeschätzt werden, sind es in Deutschland 59 %. Da dieser Anteil von den Berufszweigen abhängt und die Berufszweige wiederum von den vor Ort ansässigen Wirtschaftszweigen, ist es erforderlich, regional eine eigene Untersuchung durchzuführen.

Proposition 12: Die Digitalisierung hat sowohl positive als auch negative Effekte auf die Beschäftigungszahlen.

»Neue Arbeitsplätze werden durch die Digitalisierung entstehen, aber auch alte – vor allem unqualifizierte – wegfallen; das haben wir in jedem Strukturwandel schon erlebt. Damit wir insgesamt Arbeitsplätze schaffen, muss unsere Sorge der Qualifikation gelten. Unser Ziel muss es sein, die Menschen über die Aus- und Weiterbildung mitzunehmen«. *Henning Kagermann, Präsident von acatech e.V.*

Durch die bereits beschriebenen Veränderungen hinsichtlich Technologien und Geschäftsmodellen verändern sich die Anforderungen an die Mitarbeiter. Auch aus Sicht des acatech e.V. gilt es, die Mitarbeiter auf die Digitalisierung vorzubereiten sowie zukünftige Mitarbeiter zielgerichtet auszubilden.

Proposition 13: Digitalisierung verändert die Kompetenzprofile der aktuellen und zukünftigen Mitarbeiter.

⁵⁶ Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013).

3. Methodik

Die Vorgehensweise zur Ableitung der spezifischen Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg im Kontext der Digitalisierungstechnologien für die Produktion setzte sich aus drei Schritten zusammen. Nachfolgend werden die Arbeitspakete (AP) und die darin enthaltenen einzelnen Arbeitsschritte kurz erläutert.

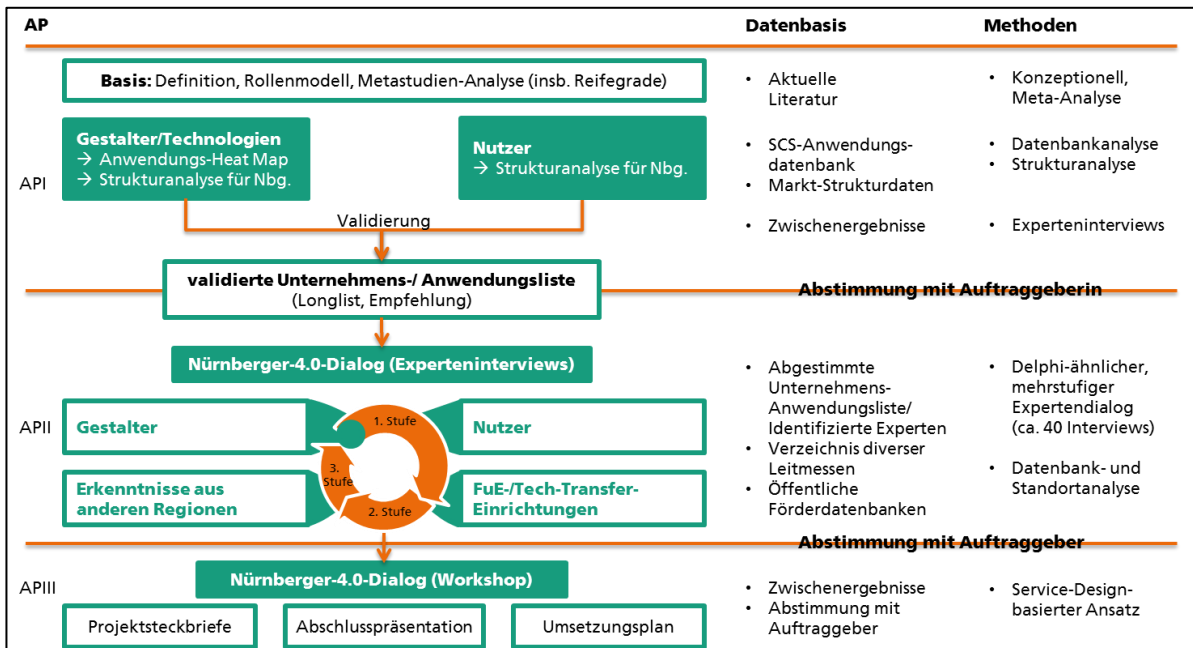


Abbildung 8: Herangehensweise und Methodik

3.1 Strukturanalyse

Im Rahmen des ersten Arbeitspaketes wurde der Begriff »Digitalisierungstechnologien« abgegrenzt und anhand von konkreten Anwendungsbeispielen beschrieben. Diese Begriffsabgrenzung stellte die Basis für die anschließende Strukturanalyse der Stadt Nürnberg hinsichtlich der bereits in diesem Kontext aktiven Unternehmen auf Entwicklungs- (Gestalter-) und Nutzerseite dar. Um sich im weiteren Projektverlauf auf die relevantesten Technologien und Branchen konzentrieren zu können, wurde in einem ersten Schritt der produzierende Sektor der Stadt Nürnberg auf seine beschäftigungsintensivsten Branchen hin untersucht. Grundlage hierfür waren Sekundärstatistiken des Statistischen Bundesamtes bzw. der Bundesagentur für Arbeit.

Parallel dazu wurden die wichtigsten Basistechnologien (einige sind bereits bei der Darstellung der Ausgangssituation genannt) im Bereich der digitalisierten Produktion inklusive ihrer Entwicklungspfade skizziert und jeweils industriespezifische Anwendungsfälle herausgearbeitet. Hierzu wurden aktuelle und zukünftige Anwendungen aus dem Umfeld der digitalisierten Produktion analysiert. Neben den zahlreichen Vorarbeiten bei Fraunhofer SCS im Bereich der Technologieanalyse und -bewertung (z. B. die vor wenigen Wochen abgeschlossene und von Bayme vbm finanzierte Studie »Industrie 4.0 und CPS – Bedarfe und Lösungen für den Mittelstand«) kamen dabei auch externe Studien (z. B. von acatech, Fraunhofer IAO) und Informationsplattformen (z. B. Plattform Industrie 4.0) zum Einsatz.

Die Identifikation von Branchen, die diese Technologien auf der Entwicklungs- oder Umsetzungsseite vorantreiben, war ein Zwischenschritt für die daran anschließende Untersuchung auf Unternehmensebene. Gerade in dem kaum trennscharf abzugrenzenden Bereich »Industrie 4.0« sind zahlreiche Branchen gleichzeitig sowohl auf der Gestaltungs- als auch auf der Nutzerseite aktiv.

Grundlage für eine sinnvolle Zuordnung bildete deshalb das am Fraunhofer SCS in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl Supply Chain Management der Otto-Friedrich-Universität Bamberg entwickelte Ökosystemmodell für das Internet der Dinge bzw. (im weiteren Sinne) für die digitale Welt, welches bereits in Kapitel 2.3 eingeführt wurde. Darin werden wesentliche Rollen und entsprechende Angebotsprofile identifiziert und beschrieben, die für die Entwicklung und Implementierung von Informationssystemen im Kontext von »Industrie 4.0« erforderlich sind. Die Darstellung in Abbildung 5 (Seite 25) gibt einen Überblick über die Rollen und deren Verknüpfung.

Die aktuelle Unternehmenslandschaft der Stadt Nürnberg wurde nun auf das Rollenmodell übertragen, indem in einem ersten Schritt den Rollen geeignete WZ-Codes zugewiesen wurden. Die Zuordnung wurde anschließend verifiziert durch den Vergleich mit Unternehmen, die bereits in anderen Projekten Rollen zugeordnet bekamen, sowie einer Plausibilitätsprüfung durch eine internetbasierte Detailanalyse des Angebotsportfolios der Unternehmen. Zur Identifikation konkreter Unternehmen wurde anschließend in Unternehmensdatenbanken nach Unternehmen der identifizierten Branchen im Städtedreieck Nürnberg, Fürth und Erlangen gesucht. Im zweiten Schritt wurde mit Hilfe von Suchmaschinen explizit nach den identifizierten Rollen gesucht, um auch mittelständische Unternehmen und Start-ups bei der Analyse zu berücksichtigen. Diese Liste wurde mit anderen Quellen verifiziert, vor allem mit der Unternehmensliste der Wirtschaftsförderung Nürnberg, um sicherzustellen dass keine wichtigen Unternehmen vergessen wurden, die in den Datenbanken unter einem anderen Wirtschaftszweig gelistet sind. Gleichzeitig wurden die Ergebnisse der Branchenstrukturanalyse herangezogen, um in Abstimmung mit der Auftraggeberin Schwerpunkte festzulegen.

Anhand erster Experteninterviews wurde diese Zuordnung mit den betreffenden Unternehmen gespiegelt, validiert und ggfs. ergänzt. Als Ansprechpartner wurden dabei die Verantwortlichen aus den Bereichen Business Development und Unternehmensstrategie eines möglichst breiten Branchenquerschnitts sowohl für die Anbieter- als auch die Nutzerseite von Digitalisierungstechnologien ausgewählt. Dieser Schritt war bereits an dieser Stelle notwendig, um möglichst früh im Projektverlauf eine konsistente und mit den regionalen Realitäten abgeglichene Zuordnung von Unternehmen im »Industrie 4.0«-Umfeld zu erhalten.

Die abgeleitete, regionalspezifische Zuordnung von Unternehmen und Branchen im Kontext der produktionsnahen Digitalisierungstechnologien wurde in regelmäßigen Abständen mit der Auftraggeberin abgestimmt.

3.2 Detailanalyse ausgewählter Nürnberger Wirtschaftsbranchen

Im zweiten Arbeitspaket wurden die in AP I ermittelten Unternehmen und Anwendungsbereiche einer detaillierten Analyse hinsichtlich ihrer aktuellen Strategie, Wettbewerbssituation und Entwicklungspfade im Kontext von Digitalisierungstechnologien unterzogen.

Im Zuge der Detailanalyse wurde eine mehrstufige, an die Delphi-Methode angelehnte Vorgehensweise eingesetzt, die der Ermittlung von Prognosen dient. Sie erschien besonders geeignet, da die Komplexität für Voraussagen zu Technologien und ihrem Einfluss auf die Industrie stetig zunimmt und einzelne Unternehmen und Experten im Kontext Industrie 4.0 nicht in der Lage sind, mehrere sich beeinflussende The-

menfelder und Technologieentwicklungen zu überblicken. Sie eignete sich darüber hinaus zum Start eines nachhaltigen Dialogs zum Thema. Die Befragung lief deshalb über einen mehrstufigen Prozess, der schließlich in den Workshop im nächsten AP mündete. Durch diese mehrstufige Vorgehensweise wurde verhindert, dass sich aufgrund einer ungewollten Gruppendynamik Strömungen und Tendenzen in den Meinungen herausbilden, die unter Umständen gute Schätzungen verhindern, da in den Erhebungs-Wellen auf eine direkte Interaktion der Unternehmensvertreter aus der Industrie mit denen der »Gestalter« aus methodischen Gründen verzichtet wurde.

Kernelement dieses Arbeitspakets waren semi-strukturierte Tiefeninterviews mit den bereits in AP I befragten Unternehmensvertretern sowie weiteren Experten. Insgesamt wurden 18 dieser Expertengespräche geführt, um ein möglichst breites Unternehmens- und Anwendungsspektrum abzudecken und gleichzeitig den Aufwand in Grenzen zu halten. Die Gesprächspartner wurden ausführlich auf ihre Sichtweise zu folgenden Themenbereichen befragt:

- Chancen und Risiken relevanter Digitalisierungstechnologien
- Aktuelle Wettbewerbssituation des Unternehmens
- Standortspezifische Stärken und Schwächen im Digitalisierungskontext
- Geplante Anwendungsfelder und Entwicklungspfade für neue Digitalisierungstechnologien
- Bedarfe bzgl. der Vernetzung mit anderen Akteuren im Umfeld von »Industrie 4.0«

In Vorbereitung der Interviews wurden die zentralen Fragestellungen ausdifferenziert sowie ein detaillierter Interviewleitfaden erstellt (dieser findet sich im Anhang). Dieser wurde entsprechend den Fragestellungen der Leistungsbeschreibung und des mit der Auftraggeberin abgestimmten Vorgehens in diesem AP ausgearbeitet und der Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg zur Verfügung gestellt. Die Interviews wurden als semi-strukturierte Befragungen durchgeführt, da durch diese Art der Interviewtechnik auch das Aufkommen neuer Themen und Fragestellungen während der Gespräche zugelassen werden können. Die Interviews wurden vor Ort bei den betreffenden Unternehmen durchgeführt. Dies erlaubte eine thematisch fokussierte und inhaltstiefe Diskussion der genannten Themengebiete.

Die Interviews wurden mit Zustimmung der Interviewten aufgezeichnet. Die Ergebnisse wurden ausgewertet, analysiert, themenorientiert aufbereitet und zusammengefasst. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Bewertung der Technologien und Anwendungsfelder, der aktuellen Wettbewerbssituation sowie der Einschätzung der zukünftigen Entwicklungen.

Die daraus abgeleiteten Sachverhalte und Thesen wurden durch die Fraunhofer SCS validiert und in einer weiteren Befragungsrunde erneut den Befragten zur Einschätzung vorgelegt. Jedem Interviewten war freigestellt, ob er bei der Einschätzung zu bestimmten Themen die Ergebnisse der ersten Welle einbezieht, oder ob er seine Meinung unabhängig davon kund tut. In diesem Tiefeninterview mit 21 Teilnehmern wurde auf Bestätigungen und Ergänzungen zu den Themen und Sachverhalten der ersten Befragungswelle eingegangen.

3.3 Ableitung von Handlungsempfehlungen

Die Erkenntnisse der vorangegangenen Arbeitspakete wurden nun in realistische Ziele und Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg zur weiteren Förderung der Anbieter- und Nutzerlandschaft im Bereich produktionsnaher Digitalisierungstechnologien übertragen. Die tatsächliche Umsetzung sollte

durch die frühzeitige Einbeziehung wichtiger regionaler Akteure und die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses unterstützt werden.

Auf Basis der SWOT-Analyse aus AP II wurden nun konkrete Ziele und Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg erarbeitet. Zentrales Instrument war dabei ein durch die Auftragnehmer moderierter Workshop mit fachlichen und regionalen Experten. Diese Vorgehensweise bot einerseits den Vorteil einer breiten Wissensbasis, auf der die erarbeiteten Ergebnisse kritisch hinterfragt und verbessert werden konnten, andererseits holte sie frühzeitig viele der direkt betroffenen Akteure an einen Tisch und schuf so idealerweise ein gemeinsames Verständnis für den »Produktionsstandort Nürnberg 4.0«. Ziel war es, nicht nur einen fundierten und in sich schlüssigen Umsetzungsplan zu erarbeiten, sondern auch den Kontakt zwischen der Stadt Nürnberg und relevanten Ansprechpartnern herzustellen und dadurch die spätere Umsetzung zu erleichtern.

Die Teilnehmer des Workshops waren Vertreter der Auftraggeberin und der Auftragnehmer sowie Repräsentanten der in AP II befragten Unternehmen. Die Teilnehmer wurden von den Auftragnehmern nach Rücksprache mit der Auftraggeberin ausgewählt und eingeladen. Inhaltlich behandelte der Workshop die bisherigen Untersuchungsergebnisse, welche vor allem in Form der in AP II erstellten SWOT-Analyse sowie den damit zusammenhängenden Handlungsfeldern diskutiert wurde.

Weiterhin wurden Vorschläge zu Zielen und Maßnahmen erarbeitet, um die Wettbewerbsfähigkeit und Implementierung von produktionsnahen Digitalisierungstechnologien in Nürnberg weiterhin zu fördern. Diese sollten durch die vielfältige Sichtweise der Workshop-Teilnehmer hinterfragt und bezüglich ihrer kurz-, mittel- und langfristigen Realisierbarkeit bewertet werden. Ziel war die Schaffung von konkreten Projektideen, für die sich im Idealfall bereits erste Partner finden, mindestens jedoch ein Commitment für die gemeinsamen Ziele entsteht.

4. Datengrundlage

4.1 Trends und Basistechnologien der Industrie 4.0

Beginnend mit den unterschiedlichen Trends wurde auf die Ergebnisse aus der Bayme-Studie⁵⁷ zurückgegriffen. Hierbei konnten die wesentlichen technologischen Trends, welche sowohl von der Wissenschaft als auch von der Praxis mit der Digitalisierung in Verbindung gebracht werden, herauskristallisiert werden (siehe Abbildung 9). Diese Treiber, sowie die dazugehörigen Basistechnologien, sind maßgeblich für die digitale Transformation in der Industrie verantwortlich und werden im Folgenden näher erläutert.⁵⁸

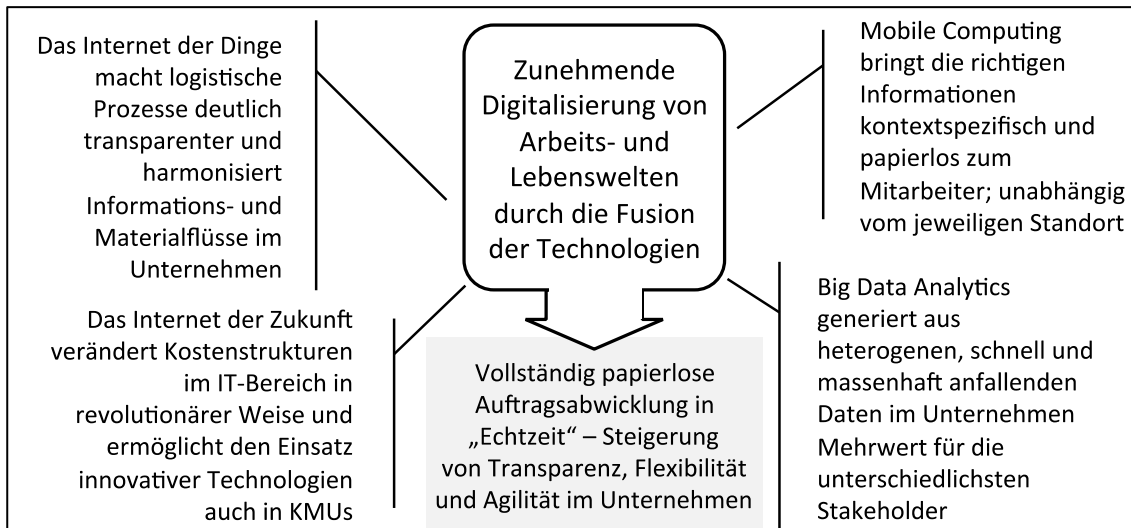


Abbildung 9: Technologische Trends hinter der digitalisierten Produktion

Internet der Dinge

Die Vernetzung von Cyber-Physischen Systemen mit dem Internet wird als Internet der Dinge bezeichnet. Sie liefern für unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten die entscheidende Grundlage zur Integration und Harmonisierung von Informations- und Güter- bzw. Materialflüssen.

Als erste Basistechnologie gehört hierzu die **Radiofrequenzidentifikation (RFID)**, die Objekte automatisch über bestimmte Entfernungen identifizieren kann. RFID hilft damit vor allem bei der Integration von Informations- und Materialflüssen. Darüber hinaus gibt es als Basistechnologie die **Near Field Communication (NFC)**, die früher für drahtlose Bezahlvorgänge über kurze Entfernungen entwickelt wurde. Sie wird zur Identifikation des Gegenübers eingesetzt und mit der klassischen Auto-ID-Technologie verglichen. Um Objekte genau zu positionieren stehen sogenannte **Echtzeitlokalisierungssysteme** oder **RTLS** zur Verfügung. Beispielsweise befinden sich in mobilen Geräten Systeme für Positionsbestimmungen in Kommunikationsnetzwerken wie dem WLAN. Bei der nächsten Basistechnologie, **drahtlose Sensornetze** oder **WSN**, werden über Sensorknoten zum einen Umgebungsparameter erfasst und zum anderen findet eine Vernetzung auf Kommunikationsebene statt. Vorteil hierbei ist, dass dadurch in fast allen Logistiksystemen Transparenz geschaffen werden kann. Mit **Telematik-Modulen (TM)** sind mikroelektronische Etiketten mit GPS-, GSM- und Sensormodulen gemeint. Mehrwert entsteht durch die Kontrolle von Versorgungsketten, wobei die Sensoren die hierfür erforderliche Energie direkt aus ihrer nahen Umgebung gewinnen können. Als letzte Technologie im IoT-Bereich können die **eingebetteten Systeme (ES)** ge-

⁵⁷ Bayme vbm, 2014, S.19

⁵⁸ Acatech 2015, S. 27

nannt werden. Darunter versteht man ein System, das über Sensoren und Aktoren mit seiner physischen Umgebung interagiert.⁵⁹

Future Internet

Allgemein kann das Future Internet als **Cloud** angesehen werden, die flexible Services rund um Geschäftsprozesse ermöglicht. Dabei kann es sich um Gesamtlösungen oder vereinzelte Services durch **Apps** handeln, welche über das Internet in Anspruch genommen werden. Zusätzlich gehört zu dem Future Internet die Analyse großer Datenmengen, die mit Hilfe von **Big Data Analytics** vollzogen wird. Dadurch können Einblicke gewonnen und Maßnahmen abgeleitet werden, die sich strategisch auf das ganze Unternehmen auswirken können. Kontaktpunkte zum Unternehmen sowie Plattform für Mitarbeiter bieten **digitale soziale Netzwerke**, welche neben den weitverbreiteten Plattformen wie Facebook oder Twitter auch firmeninterne Kommunikationsschnittstellen darstellen können. Als Ablösung für ISDN-, ATM- oder GSM- Netze soll die Konvergenzschicht **IPv6** als dienstneutrales Netz dienen.

Mobile Computing

Neben den im letzten Abschnitt beschriebenen Basistechnologien des Internets der Dinge spielt **Mobile Computing** eine weitere besondere Rolle im Industrie 4.0 bzw. CPS-Kontext. Mobile Computing realisiert die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. Eine ganz wesentliche Herausforderung ist hier, dass die Schnittstellenprozesse intuitiv und einfach gehalten werden. Im Idealfall ist die Technologie ein Werkzeug, das den Menschen nicht belastet, sondern bestmöglich bei einer Aufgabe unterstützt. Hierzu zählt das **Smart Phone**, welches sich stark in den Alltag des modernen Menschen integriert hat. Insbesondere die problemlösenden »Apps« in Kombination mit einer leistungsfähigen technischen Plattform haben enorm an Bedeutung gewonnen. Neben den Smart Phones bieten die **Smart Tablets** durch einen größeren Bildschirm sowie weiterer Anwendungsmöglichkeiten einen erhöhten Komfort. Diese Lösungen werden bereits in der Industrie angewendet, in Zukunft jedoch gerade bei Arbeiten, die zwei freie Hände benötigen, durch **Smart Glasses** ersetzt. Allgemein werden unter **mobilen Endgeräten** elektronische Endgeräte mit Daten-, Sprach- und Bildkommunikation sowie weiteren Funktionen verstanden, wozu auch Laptops oder MP3-Player zählen. Unter **Wearables** werden Computer zusammengefasst, die am Gürtel getragen werden oder in der Kleidung eingenäht sind und damit neue Anwendungsgebiete wie »Augmented Reality« ermöglichen.

Virtuelle Produkte

Auch **digitale Designwerkzeuge** und **Simulationswerkzeuge** erfreuen sich bereits hoher Beliebtheit. Anhand solcher Software kann jegliche Art von Design digital simuliert werden: ob Architektur, digitale Prototypen, Ablaufsimulationen oder simple Zeichnungen zum Festhalten von Ideen – inzwischen sind entsprechende Softwarelösungen ausgereift und können im Arbeitsalltag eingesetzt werden. Dabei können die Eingabe und das Design auch über mobile Geräte erfolgen. Beispielsweise bietet das Unternehmen Autodesk umfängliche digitale Designwerkzeuge sowie die dazu passende Software an. Ein zunehmendes Interesse gewinnt der **3D-Drucker**, worunter ein additives Fertigungsverfahren zur Erstellung von Objekten und Formen verstanden wird. Als 3D-Scan wird ein virtuelles Abformen eines beliebigen Gegenstandes bezeichnet.

⁵⁹ Bayme vbm, 2014, S.20f.

Multimedia-Technologien

Multimedia Technologien werden im Kontext von Industrie 4.0 einen erhöhten Bedarf darstellen. Mit Hilfe von diesen Technologien können Arbeitsabläufe visualisiert, Instruktionen über **Bild** und/oder **Ton** gegeben und spezifische Informationen für bestimmte Werker bereitgestellt werden. So können beispielsweise **Videoformate** anschaulich Arbeitsabläufe darstellen, diese gleichzeitig kontrollieren und so die Qualität der vollbrachten Arbeiten verbessern. Auch ist es möglich, automatisch festzustellen, ob die richtigen Komponenten zum Zusammenbau ausgewählt wurden – schon vor dem tatsächlichen Einbau und möglichen Fehlern. Weitere Anwendungen sind die Instruktion und Verifikation des Verständnisses über Audiomaterial. Dies stellt die Qualität sicher. Ein Werker kann instruiert werden und im Anschluss kann er automatisiert mit Hilfe von Spracherkennung sein Verständnis zu Protokoll geben. Dies ist eine zusätzliche Qualitätssicherung in der Produktion.

IT- und Datensicherheit

Unter den vielen Komponenten des Themas Industrie 4.0 hat kaum eine andere den gleichen Stellenwert wie die IT-Sicherheit. Die Sicherheit von Daten und besonderen prozessualen Eigenschaften von Unternehmen sind ein integraler Bestandteil des unternehmerischen Erfolgs. Durch die digitale Erfassung von Daten und Abläufen im Kontext von Industrie 4.0 sind diese integralen Bestandteile einer neuen Herausforderung ausgesetzt, die adressiert werden muss.

Zentrale Annahme der Studie:	Als Trends im Kontext von CPS- und Industrie 4.0-Anwendungen gelten:
	a) das Internet der Dinge,
	b) Mobile Computing als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine,
	c) Future Internet,
	d) Prozessoptimierungen auf Basis von Multimediatechnologien,
	e) Virtualisierung der Produktion und Zusammenarbeit (z. B. im Rahmen des 3D-Drucks)
	f) sowie die mit a)-e) verbundenen Entwicklungen.

IT- und Datensicherheit ist einerseits als Trend zu verstehen, andererseits erhält dieser Trend eine herausgehobene Position, da er als wesentliche Grundlage für das Gelingen des breiten Einsatzes von CPS und Industrie 4.0 gilt.

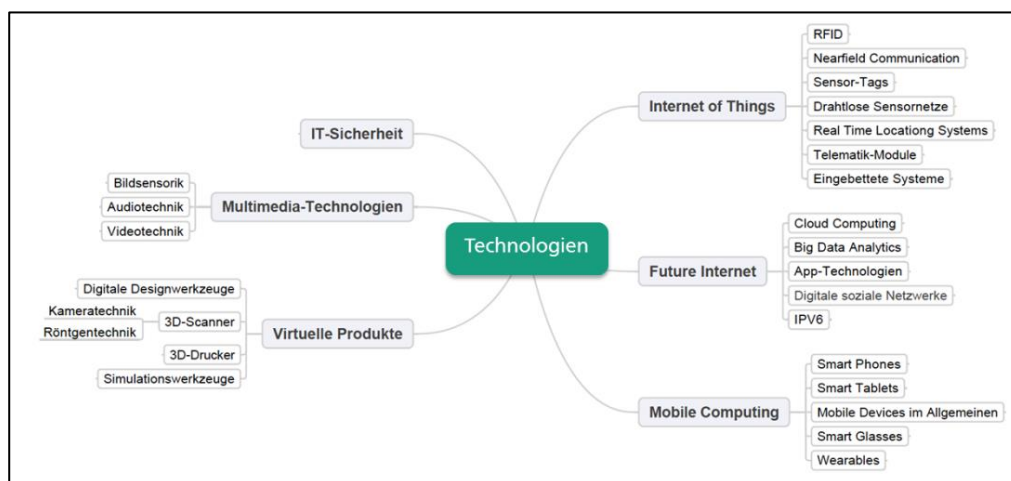


Abbildung 10: Basistechnologien Industrie 4.0

4.2 Branchenstrukturanalyse

Um sich im weiteren Projektverlauf auf die relevantesten Branchen konzentrieren zu können, wurde in einem ersten Schritt der produzierende Sektor der Stadt Nürnberg auf seine beschäftigungsintensivsten Branchen hin untersucht.

Die Branchenstrukturanalyse zeigt die standortspezifische Unternehmenslandschaft (siehe Abbildung 11). Als Kernbranchen werden diejenigen Branchen bezeichnet, die 1) einen überdurchschnittlich hohen Beschäftigungsanteil im Vergleich zum deutschen Durchschnitt aufweisen, und 2) bezüglich der absoluten Personenzahl ein relevanter Anteil der lokalen Beschäftigten in dieser Branche tätig ist (größer 1 %).

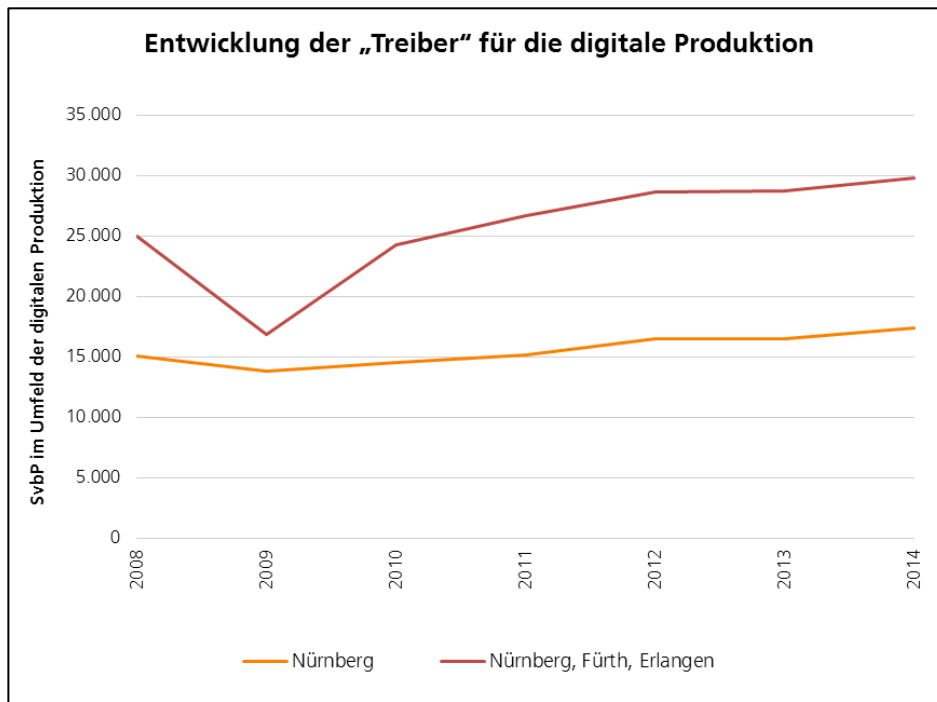
Im verarbeitenden Gewerbe des Städtedreiecks fallen lediglich die beiden Branchen »Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen« und »Herstellung von elektrischen Ausrüstungen« darunter, die restlichen Branchen sind dem Dienstleistungsbereich zuzuordnen.⁶⁰



Zur Ableitung der Beschäftigungswirkung wurden alle Berufsgruppen auf ihre technische Affinität hin geprüft. Parallel dazu wurden die wichtigsten Basistechnologien im Bereich der digitalisierten Produktion inklusive ihrer Entwicklungspfade skizziert und jeweils industriespezifische Anwendungsfälle herausgearbeitet (siehe Kapitel 2.1 und 4.1). Hierzu wurden aktuelle und zukünftige Anwendungen aus dem Umfeld der digitalisierten Produktion analysiert. Die ermittelten Branchenkennziffern wurden dann auf die lokale Wirtschaftsstruktur im Städtedreieck umgelegt.

Abbildung 11: Branchenstrukturanalyse in den Städten Nürnberg, Fürth und Erlangen

⁶⁰ Beschäftigungsstatistik Bundesagentur für Arbeit 2014



In Nürnberg können somit rund 17.400 sozialversicherungs-pflichtig Beschäftigte dem Umfeld der digitalen Produktion zugerechnet werden. Dies entspricht einem Anteil von 6,1 % der Nürnberger Gesamtbeschäftigung. Die einbezogenen Berufe sind hochqualifiziert und technikaffin, sie fungieren als »Treiber« der digitalen Produktion.

Abbildung 12: Entwicklung der »Treiber« für digitale Produktion

Aus Branchensicht sind Nutzer und Gestalter etwa gleich hoch vertreten. Im Städtedreieck können knapp 30.000 Beschäftigte als »Treiber« der digitalisierten Produktion identifiziert werden. Rund 59 % davon entfallen auf Nürnberg, gefolgt von Erlangen mit 34 % und Fürth mit 7 %. Auf nationaler Ebene sind Parallelen mit Stuttgart und Karlsruhe zu erkennen.

	Anteil an Gesamtbeschäftigung	Treiber absolut
Stuttgart	7,2 %	27.379
Nürnberg	6,1 %	17.422
Karlsruhe	5,7 %	9.785

Tabelle 3: Vergleich zwischen Nürnberg und anderen Städten

Nürnberg zeigt eine weniger volatile Entwicklung als Erlangen und das gesamte Städtedreieck. Die Beschäftigten im Umfeld der digitalen Produktion haben in Nürnberg seit 2008 um rund 15 % zugenommen (siehe Abbildung 12).

Neben den »Treibern« ist auch eine große Zahl an weiteren Beschäftigten von der digitalen Produktion betroffen. So arbeiten rund 37.500 Beschäftigte im Städtedreieck, die von den Veränderungen im Produktionsumfeld direkt oder indirekt betroffen sein werden. Eine Gefahr der Rationalisierung des Arbeitsplatzes ist vor allem bei einfachen und repetitiven Tätigkeiten gegeben (siehe Kapitel 2.4).

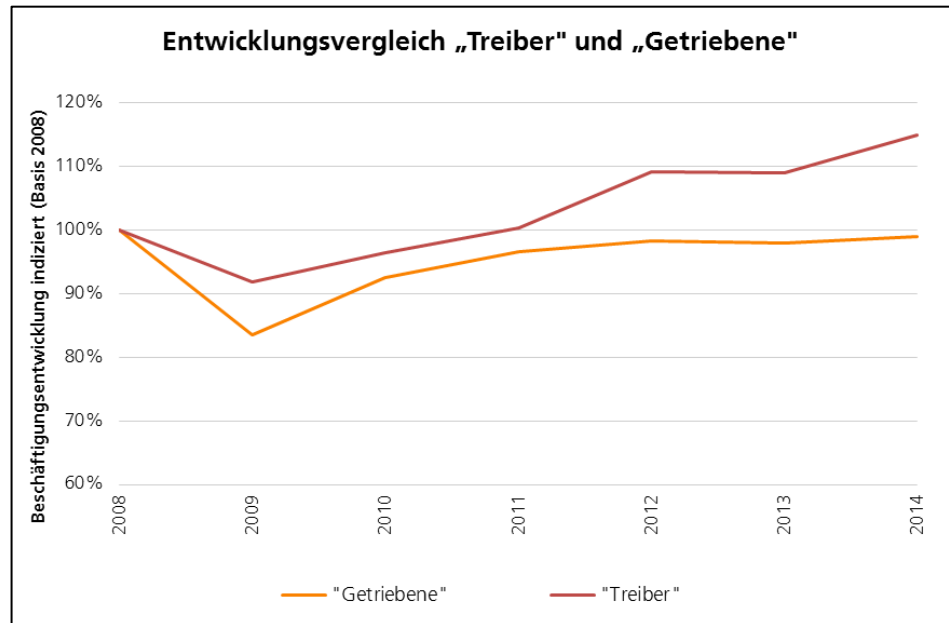


Abbildung 13: Entwicklungsvergleich »Treiber« und »Getriebene«

Daher werden Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen notwendig sein, um weiterhin anforderungsgerecht arbeiten zu können. Tabelle 4 zeigt den relativen und absoluten Vergleich zwischen Treibern und Getriebenen im Städtedreieck. Die Gruppe der Getriebenen ist erwartungsgemäß etwas umfangreicher, jedoch in ähnlicher Größenordnung. Die Krisenjahre 2008 und 2009 haben die höher qualifizierten Treiber mit geringeren Einbußen überstanden als die Getriebenen.

Städtedreieck Nbg., Fü., Er.	Anteil an Gesamtbeschäftigung	Anzahl SvpB absolut
»Treiber«	7,2%	29.800
»Getriebene«	9,0%	37.480

Tabelle 4: Vergleich Treiber und Getriebene

Im Vergleich zu den Ergebnissen von Frey & Osborne, die für Deutschland 59 % der Arbeitsplätze der sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigten als gefährdet sehen (siehe Kapitel 2.4), sind die hier ermittelten Anteile deutlich geringer. Allerdings wurde im Rahmen dieser Studie nur die digitalisierte Produktion untersucht, d. h. es wurden Arbeitskräfte gezählt, die direkt (z. B. ein Fließbandarbeiter oder Maschinenbediener) oder indirekt (z. B. ein Softwareprogrammierer) diesem Thema zugeordnet werden können. Frey und Osborne bezogen sich im Gegensatz dazu auf das Automatisierungspotential einzelner Berufszweige.

5. Status quo der Digitalisierung am Produktionsstandort Nürnberg

Wie bereits in den Kapiteln zu Methodik und Datengrundlage beschrieben, wurden Experteninterviews mit Nutzern und Gestaltern von Industrie 4.0 Anwendungen in dem Städtedreieck Nürnberg-Fürth-Erlangen durchgeführt. Der größte Teil der Gesprächspartner war aus Nürnberg. Die Befragung orientierte sich dabei am skizzierten Grundmodell. In diesem Abschnitt sind die Ergebnisse der Tiefeninterviews sowie der weiteren Gespräche zusammengefasst und hinsichtlich der Aussagen aus der Quellenarbeit interpretiert.

5.1 Digitalisierungsgrad und Einsatz zentraler Basistechnologien

Dieser Abschnitt soll dazu dienen die genauen Auswirkungen der Technologie auf den Standort Nürnberg aufzuzeigen. Unter Berücksichtigung der zuvor identifizierten Trends und der dahinterstehenden Basistechnologien konnten Veränderungen in Unternehmen festgestellt werden, die im Folgenden näher erläutert werden. Folgende Fragen werden diesem Abschnitt zugeordnet:

- Welche der folgenden Technologien sind für Ihr Unternehmen von Relevanz?
- Wie schätzen Sie den Stand der Digitalisierung in Ihrem Unternehmen insgesamt ein?
- Welche Chancen ergeben sich durch Digitalisierung?
- Welche Risiken ergeben sich durch Digitalisierung?
- Welche Treiber sehen Sie hinsichtlich der Digitalisierung?
- Wo sehen Sie in Ihrem Unternehmen Hemmnisse, Digitalisierung zukünftig stärker zu nutzen?

Die Auswertungen zeigen, dass die Basistechnologien durchweg als relevant eingestuft wurden, Gestalter und Nutzer jedoch unterschiedliche Prioritäten setzten (siehe hierzu Abbildung 14). So sind beispielsweise die Themen Future Internet und IT-Sicherheit für die Gestalter wichtiger als für die Nutzer. Im Gegensatz dazu schätzen die Nutzer die Relevanz von Virtuellen Produkten und Multimedia-Technologien höher ein als die Gestalter. Die unterschiedlichen Interessen der Nutzer und Gestalter sind bei der Entwicklung von Angeboten durch die Stadt zu berücksichtigen.

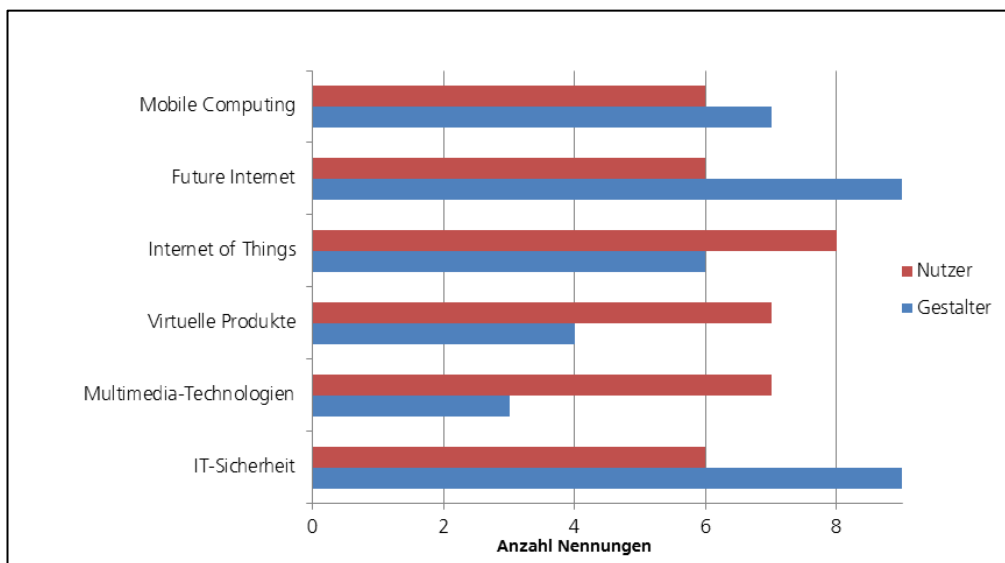


Abbildung 14: Eingesetzte Technologien

Die nächste Frage zielt auf die Einschätzung des Grads der Digitalisierung im Unternehmen ab. Auf einer sechsstufigen Skala von 1 (digital wenig entwickelt) bis hin zu 6 (digital voll entwickelt) sollte ein Urteil gefällt werden. Dabei kam heraus, dass die Gestalter den Grad der Digitalisierung in ihrem Unternehmen höher einschätzen als die Nutzer. Eine Erklärung hierfür liegt in der langjährigen Tätigkeit im IT-Bereich, sodass sich das Kerngeschäft auf Digitalisierung spezialisiert hat. Nichtsdestotrotz verdeutlicht die Antwortspanne der Gestalter von »vollentwickelt« über »komplett durchdigitalisiert« bis hin zu »wir sind garantiert nicht am Optimum«, dass auch hier noch Handlungsbedarf

„... Objekte müssen Intelligenz haben, müssen Fähigkeiten haben Zustände zu erkennen und zu kommunizieren, [...]. [...] aber wenn man in dem von mir eben definierten Sinne Industrie 4.0 sehen würde, dann würde ich sagen, ganz am Anfang.“

hinsichtlich der Digitalisierung besteht. Ein weiterer Grund dieser heterogenen Antworten könnte das Fehlen eines einheitlichen Verständnisses von Digitalisierung sein. Die anschließende Delphi-Befragung hat ebenfalls ergeben, dass unter allen befragten Personen ein unterschiedliches Bild verankert ist. Im Vergleich zu den Gestaltern sehen die Nutzer noch weiteres Potential zur Digitalisierung in Ihren Unternehmen. Als Grund hierfür wurden sowohl fehlende IT-Sicherheitskonzepte als auch der Mangel an einer Vereinheitlichung der Informationstechnologie genannt, die den Prozess zur Volldigitalisierung hemmen. Die Proposition 3b (Seite 17), nach der die meisten Industrieunternehmen ein grobes Problembewusstsein in Bezug auf die anstehenden Auswirkungen zunehmender Digitalisierung entwickeln, zugleich aber nicht über konkrete Vorstellungen zu den Folgen verfügen bzw. konkrete Transformationsprozesse angestoßen haben, trifft somit teilweise zu. Das Problembewusstsein ist gereift, aber es gibt auch schon konkrete Ansätze zum Umgang mit dem digitalen Wandel und für Transformationsprozesse. Proposition 3a (Seite 17), nach der sich das Konzept der Digitalen Reife eignet, um den Status von Unternehmen und Standorten im Industrie 4.0-Kontext einschätzen zu können, konnte damit nicht direkt bestätigt werden. Dafür müsste eine größere Gruppe von Unternehmen befragt werden, um in einzelnen Untergruppen Vergleiche anstellen zu können. Dies trifft auch auf Proposition 8 (Seite 21) zu, nach der sich der Anteil digitaler Innovatoren im Industrie 4.0-Kontext mit der Unternehmensgröße erhöht. Die befragten Gestalter waren durchweg kleinere Unternehmen als die Nutzer, aber nach eigener Einschätzung stärker digitalisiert. Zugleich wurde kein Unternehmen mit weniger als 2,5 Millionen Euro Umsatz befragt. Zur Bestätigung dieser Proposition müsste also eine größere Stichprobe an Unternehmen untersucht werden.

Bei der Frage nach den Chancen, welche sich durch die Digitalisierung ergeben, nahmen Gestalter deutlich mehr Potentiale wahr als Nutzer. Hierzu gehören insbesondere die Themen Geschäftsmodelle, Effizienzsteigerung und Big Data Analytics. Im Gegenzug nehmen die Nutzer vermehrt Potentiale in den Bereichen der Informationsverfügbarkeit sowie der besseren Gestaltungsmöglichkeiten durch Big Data Analytics zur Kenntnis. Das Thema Geschäftsmodelle wurde in der Delphi-Befragung genauer erörtert. Hierbei stellte jeder der Befragten eine Veränderung fest. Dabei wurden die Punkte erweiterte Produkt- und Dienstleistungsangebote, erhöhte Transparenz, Transformation von analog zu digital, das Anbieten von cloudbasierten Lösungen sowie der Wandel des Kunden hin zu einem Mitgestalter der Leistungen genannt. Mit dieser umfangreichen Aufzählung an Geschäftsmodellveränderungen wird deutlich, dass Unternehmen den Bedarf nach Veränderung spüren und sich aufgrund der steigenden Anforderungen stetig weiterentwickeln wollen. Proposition 4 (Seite 19), nach der die Unternehmen Maßnahmen im Bereich »neue Geschäftsmodelle« eine hohe Relevanz, aber geringere aktuelle Umsetzung bescheinigen, kann zur Hälfte bestätigt werden. Proposition 9 (Seite 23), nach der die digitale Entwicklung bewährte Geschäftsmodelle bedroht, kann nicht direkt bestätigt werden, jedoch spüren die Unternehmen zumindest einen Bedarf nach Veränderung und wollen handeln.

Im Gegensatz zu den Chancen haben sich für die Risiken insbesondere drei Themenfelder herauskristallisiert: die Abhängigkeit von technischer Infrastruktur, ein verspätetes Auftreten auf neuen Märkten und

die IT-Sicherheit. Den zuerst genannten Punkt nannten vier von neun Nutzern. Sie befürchten eine zunehmende Durchdringung der IT in Ihrem Unternehmen, welches somit als Gefahr und nicht als Chance wahrgenommen wird. Neue Kommunikationsmedien müssen von den Mitarbeitern akzeptiert und angewendet werden. Ferner nimmt die Komplexität der Prozesse durch die Digitalisierung zu, wodurch eine kontinuierliche Weiterbildung innerhalb des Unternehmens stattfinden muss. Sofern externe Software benutzt wird, wurde von den Befragten angemerkt, dass die Abhängigkeit beispielsweise bei Software-Updates ein großer Nachteil ist. Das Risiko, zu spät mit neuen Lösungen auf dem Markt zu erscheinen, äußerten drei von neun Nutzern. Daraus wird deutlich, welchem Druck Unternehmen durch die Digitalisierung ausgesetzt sind und wie hoch der Anspruch an kontinuierlicher Weiterentwicklung der Angebote ist. Nur einer von neun Gestaltern teilte diese Befürchtung, wodurch ersichtlich wird, dass Gestalter sich auf einem sehr schnelllebigem Markt bereits gut zurechtfinden und sich weniger Gefahren ausgesetzt fühlen. Sieben der neun befragten Gestalter äußerten die Befürchtung hinsichtlich der IT-Sicherheit. Darunter fielen Begriffe wie Hackerangriffe, Datenspionage, Datenschutz und -sicherheit. Aufgrund der häufigeren Nennung auf Gestalterseite wird deutlich, dass dieser Bereich den Gestaltern zugeschrieben wird. Ebenso wurden von den Gestaltern noch die folgenden Risiken der Digitalisierung genannt: Produktionseinbußen, Handling zu großer Datenmengen, Wegfall von Arbeitsplätzen, Akzeptanz der Mitarbeiter, Konkurrierende neue Geschäftsmodelle. Nutzer hingegen erwähnten noch ein Investitionsrisiko und erhöhten Wettbewerbsdruck. Die Nürnberger Unternehmen erkennen also die in Kapitel 2 und in der Literatur beschriebenen Chancen und Risiken des digitalen Wandels im Kontext Industrie 4.0. Gleichzeitig unterscheiden sich die wahrgenommenen Chancen und Risiken bei Nutzer und Gestalter. Somit kann Proposition 2 (Seite 17), nach der die Ausgangssituation im produzierenden Gewerbe und im Bereich von IuK-Technologien die Wahrnehmung von Chancen und Risiken eines Standorts im Kontext Industrie 4.0 bestimmt, bestätigt werden.

Vier von neun Nutzern nennen die Zunahme der firmeninternen Komplexität sowie die steigenden Kundenanforderungen als Treiber für Veränderungen. Gestalter bewegt vielmehr der Kostendruck zu Änderungen. Das bestätigt die Proposition 5a (Seite 19), nach der Prozessverbesserungen und erhöhte Kundenanforderungen die größten Treiber für Industrie 4.0-Anwendungen sind. Unter den veränderten Marktkonstellationen verstehen die befragten Unternehmen neue Wettbewerber aus Billiglohnländern, die Bewältigung von Technologiesprüngen sowie das Entstehen neuer Geschäftsmöglichkeiten. Eine große Herausforderung, die es für beide Rollen anzugehen gilt, ist die Erfüllung der Kundenanforderungen nach besseren Leistungen. Diese Ansicht kam auch während der Delphi-Befragung zur Geltung. Dabei fragen Kunden nicht neue Leistungen nach, sondern erwarten im Vorhinein einen Add-On-Service vom Anbieter. Damit wird erneut deutlich, wie stark sich Leistungsanbieter mit Kundenwünschen auseinandersetzen müssen, damit die Erwartungen erfüllt werden. Jedoch sehen Unternehmen auch firmeninterne Gegebenheiten als Treiber an. Darunter fällt die Anpassung der Mitarbeiterstruktur, da mehr Know-how gefragt ist, sowie die schnelle und genaue Generierung und Auswertung von Daten. Drei von neun Gestaltern und zwei der neun Nutzer sehen darüber hinaus Möglichkeiten, sich durch die digitale Transformation hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Leistungs-Aspekts zu verbessern. Zusammenfassend betrachtet wird deutlich, dass sich der Druck auf die Unternehmen verstärkt, aber Unternehmen trotz zunehmender Komplexität und steigenden Kundenanforderungen die Wirtschaftlichkeit nicht außer Acht lassen. Proposition 5b (Seite 19), nach der die Unternehmen den externen Digitalisierungsdruck tendenziell unterschätzen kann so nicht bestätigt werden.

Neben den Treibern konnten auch Hemmnisse identifiziert werden, die Unternehmen noch davon abhalten, mehr zu digitalisieren. Dazu gehört der Faktor Mensch mit sechs von neun Nennungen auf der Gestalterseite und fünf von neun Nennungen auf der Nutzerseite. Die Digitalisierung wird durch fehlende

Motivation und Kompetenzen der Mitarbeiter aufgehalten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus der Delphi-Befragung, welche zeigt, dass vor allem die bisherigen IT-Kenntnisse der Mitarbeiter nicht ausreichen. Damit ist ein grundlegendes IT-Verständnis bzw. das Arbeiten am PC, von Tabellenkalkulation bis hin zum Umgang mit ERP-Programmen, gemeint. Ein zweiter Punkt, der unter den Faktor Mensch fällt, ist die Aufrechterhaltung von persönlichen Beziehungen mit Kunden. Die Kommunikation genauso wie die Geschäftsbeziehung und der damit einhergehende Servicegedanke kann nicht von der IT oder Maschinen ersetzt werden. Mitarbeiter müssen demnach sowohl IT-Kenntnisse als auch Social Skills mitbringen. Wie auch schon bei den Risiken angesprochen, sind sich die Befragten bezüglich der IT-Sicherheit nicht sicher und scheuen vor Technologien wie der Cloudlösung zurück. Hinzu kommt, dass ein flächendeckender Breitbandanschluss die Digitalisierung vorantreiben würde. Für einen reibungslosen Austausch zwischen unterschiedlichen Unternehmen erachten es die Befragten als notwendig, zuerst die technischen Standards zu definieren. Drei von neun Gestaltern und einer von neun Nutzern halten sich aufgrund hoher Investitionskosten und Amortisierungszeit sowie dem damit verbundenem Risiko mit der Volldigitalisierung zurück. Die Sicht der Nürnberger Unternehmen deckt sich so mit der Literatur, nach der als zentrale Herausforderungen der Planung und Gestaltung des digitalen Wandels die Punkte »Komplexität und Geschwindigkeit der technischen Entwicklung«, »hoher Investitionsbedarf«, »Sicherheitsrisiken und Probleme beim Datenschutz« sowie »das Fehlen verlässlicher Standards bei neuen Technologien« angeführt werden.⁶¹

5.2 Angepasste Geschäftsmodelle im Kontext der Digitalisierung

In diesem Abschnitt wird zunächst auf die Ergebnisse der Experteninterviews für Nürnberg eingegangen, um anschließend die Aussagen mit der Quellenarbeit abzugleichen. Dem Bereich Geschäftsmodelle wurden dabei folgende Fragen zugeordnet und von den Experten beantwortet.

- Welche Anforderungen hinsichtlich Digitalisierung kommen zukünftig seitens Ihrer Kunden auf Ihr Unternehmen zu?
- Inwiefern nutzen Sie Digitalisierung, um neue Produkte und Dienstleistungen anzubieten?
- Inwiefern verändert sich das Wertversprechen Ihres Unternehmens durch die zunehmende Digitalisierung?
- Wie hoch schätzen Sie den Investitionsbedarf in den nächsten 3 Jahren, gemessen als prozentualer Anteil am gesamten Investitionsbudget?
- Welche Hemmnisse gibt es, die die Bereitschaft in Digitalisierung zu investieren senken?
- Welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf die Anzahl der Mitarbeiter?
- In welchen Bereichen sehen Sie Qualifizierungsbedarf für Ihre Mitarbeiter?

Kundenseitige Anforderungen durch Digitalisierung für Unternehmen

Das Thema Kundenbindung ist für die Gestalter am wichtigsten, die Nutzer sehen Anforderungen vor allem in den Bereichen interne Prozesse und Mitarbeiter, rechtliche Aspekte und Online-Informationssysteme. Es wird vermehrt über digitale Kanäle kommuniziert, die Digitalisierung schränkt den persönlichen Kontakt der Gestalter mit den Kunden ein. Daher sind neue Konzepte zur Kundenbindung gefordert. Gestalter und Nutzer sehen steigende Anforderungen an ihre internen Prozesse und die Flexibilität ihrer Mitarbeiter. Bei rechtlichen Aspekten sind insbesondere die Themen Datensicherheit und Produkthaftung von Interesse. Die Nutzer prognostizieren steigende Anforderungen im Bereich Online-Informationssysteme. Die Anforderungen an die Gestalter und Nutzer hinsichtlich Standardisierung und rechtlicher Aspekte steigen.

⁶¹ vgl. Commerzbank AG 2015, S. 40

Ergebnisse aus der Delphi-Befragung bestätigen die zunehmende Erwartungshaltung der Kunden, die nach Angaben der Interviewten bei Nichterfüllung einen Austausch des Leistungsanbieters zur Folge haben könnte. Eine stärkere Individualisierung der Angebote sowie die Verlagerung des Kundenentkopplungspunktes nach hinten geben dem Kunden die Möglichkeit, stärker in der Produkt- oder Dienstleistungserstellung mitzuwirken.

Produkt- und Dienstleistungsentwicklung durch Digitalisierung

Die Nutzer fokussieren im Zuge der Digitalisierung vor allem Produktverbesserungen, Gestalter eine Serviceerweiterung. Eine völlige Neuentwicklung von Produkten oder Services ist nicht im Fokus der Nürnberger Unternehmen. Die Kennzeichnung der Produkte via RFID und damit eine »Produkt-Veredelung« ist das Kernthema bei der Produktverbesserung. Ergänzend hierzu erwähnten die Befragten aus dem Delphi-Gespräch, dass durch die Verknüpfung mit dem Internet der Dinge die Produktionsplanung besser (im Sinne einer ausgereiften Überwachung und Steuerung der Prozesse) gestaltet werden kann. Gestalter erweitern durch den Einsatz von Technologien ihr Serviceangebot, z. B. durch Fernwartung und einer direkten Interaktion mit den Kunden über Cloud-Dienste oder Datenbanken. Die Nutzung digitaler Schnittstellen und dadurch eine bessere Vernetzung sind für Nutzer und Gestalter gleichermaßen wichtig, um ihre Geschäftsbeziehungen auszubauen. Mit Hilfe von Standardisierung sehen Gestalter die Möglichkeit, ihre internen Prozesse und Arbeitsabläufe zu optimieren. Dies deckt sich mit der Literatur: Nürnberger Unternehmen sehen das Thema Standardisierung, insbesondere bezogen auf die Schnittstellen zwischen Lieferanten, Unternehmen und Kunden, im Zuge der Digitalisierung ebenfalls als wichtig an.

Wertversprechen des Unternehmens im Zuge der Digitalisierung

In Nürnberg ändert sich das Wertversprechen bei den meisten Unternehmen im Zuge der Digitalisierung nicht. Im Gegensatz zu den Annahmen wird in Nürnberg eher die Qualitätssteigerung der Produkte gesehen. Für knapp die Hälfte der Gestalter und Nutzer steht das Thema Qualitätssteigerung aufgrund der Digitalisierung im Mittelpunkt: Steigerung der Datenqualität, besserer Rundumservice und eine bessere Rückverfolgbarkeit von einzelnen Produkten sind aus der Perspektive der Nutzer sich verändernde Wertversprechen. Qualitätssteigerung durch Automatisierung, bessere Informationsbereitstellung für Kunden und der Einsatz von Condition-Monitoring stehen im Mittelpunkt der Gestalter. Neben dem Thema Qualitätssteigerung werden auch interne Prozessverbesserungen, im Sinne von Zeit- und Kostenersparnissen, als Grundlage für kürzere Lieferzeiten und schnellere Reaktionszeiten auf Kundenanfragen gesehen. Die persönliche Kundenbetreuung (z. B. One-Face-to-Customer) schätzen die Befragten durch die Digitalisierung tendenziell schlechter ein, da mit dem Einsatz von digitalen Helfern (z. B. automatisierte Online-Bestellsysteme, CRM-Systeme) der direkte Kundenkontakt meist verloren geht. Als negative Aspekte werden vereinzelt die Erosion des Versprechens von Datensicherheit und die inflationäre Generierung von Daten, die nicht zielgerichtet verwendet werden können, wahrgenommen.

Befragte Nutzer und Gestalter aus der Delphi-Runde erwähnten, dass deren komplettes Geschäftsmodell im Wandel ist, da sich das Wettbewerbsumfeld kontinuierlich verändert. Hierbei ist es wichtig, sich auf seine Kernkompetenzen zu berufen, um sich dadurch stark vom Wettbewerber abzuheben. Dabei steht beispielsweise der Verkauf einer Produktionsanlage nicht mehr im Vordergrund, sondern die Gewährleistung von Qualität, Verfügbarkeit oder Service. Die in der Literatur identifizierte Gefahr, dass Daten unsicherer werden, haben die Nürnberger Unternehmen ebenfalls erkannt. Die prognostizierte Serviceerweiterung durch Technologieeinsatz steht ebenfalls auf der Agenda der Nürnberger.

Investitionsbedarf und Hemmnisse in Digitalisierung

Eine genaue Quantifizierung des Investitionsbedarfes ist aufgrund des heterogenen Begriffsverständnisses von Digitalisierung schwierig, wie aus dem Kapitel 2 ersichtlich wird. Überwiegend werden Investitionen in die technische Ausstattung wie z. B. in Software, Infrastruktur und Server/Rechenzentren getätigt. Daneben werden auch Investitionen in Mitarbeiter (Neuaufbau, Qualifizierung) als wichtig wahrgenommen. Auffällig bei der Höhe des Investitionsbedarfes ist die unterschiedliche Meinung zwischen Gestaltern und Nutzern: 89 % der befragten Nutzer sehen den Investitionsbedarf in den nächsten 3 Jahren durchweg bei unter 50 %, wohingegen 56 % der Gestalter den Investitionsbedarf mehrheitlich auf über 50 % schätzten. Drei Gestalter konnten keine differenzierte Aussage zum Investitionsbedarf treffen.

Als größtes Investitionshemmnis wird der nicht abschätzbare Nutzen der Digitalisierung gesehen. Für mehr als jeden dritten Befragten spielen Zweifel am Mehrwert/Nutzen der Digitalisierung die wichtigste Rolle, um Investitionen zu tätigen. Weitere wahrgenommene Investitionshemmnisse sind ein dynamischer Markt, hohe Kosten für Investitionen in Digitalisierung, eine nicht ausreichende Kapitalausstattung bzw. liquide Mittel, um zu investieren und schließlich interne Firmenvorgaben, wie z. B. festgelegte Standortbudgets für Investitionen. An die Ergebnisse aus den Interviews anschließend wird die Zurückhaltung bei Investitionstätigkeiten in der Delphi-Befragung damit begründet, dass sich Firmen schrittweise und nicht disruptiv ändern.

Einfluss der Digitalisierung auf die Mitarbeiterzahl

Insbesondere Nutzer sehen in der Digitalisierung Wachstumspotentiale bei der Mitarbeiteranzahl, Gestalter schätzen die Entwicklung zurückhaltender ein. Nutzer vertreten die Meinung, dass der Bedarf von Mitarbeitern mit höherer Qualifikation steigen wird. Auch die Gestalter halten ein Wachstum oder eine Stagnation für wahrscheinlich. Die Unternehmen, die eine gleichbleibende Mitarbeiteranzahl prognostizieren, sehen dafür Effizienzsteigerungen in der Produktion. Auch die Ergebnisse der Delphi-Befragung bestätigten den wachsenden Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern und sehen zukünftig geringeren Bedarf bei niedrig qualifiziertem Personal. Die Proposition 12 (Seite 27), nach der die Digitalisierung sowohl positive als auch negative Effekte auf die Beschäftigungszahlen hat, bestätigen die Nürnberger Unternehmen nur teilweise. Zwar sehen sie klar die positiven Effekte, halten sich aber mit negativen Prognosen zurück und schätzen eher eine Stagnation. Die Literatur beschreibt im gleichen Maße positive und negative Effekte auf die Beschäftigung. Außerdem wird ebenso ein Anstieg des Bedarfs an Mitarbeitern mit höherer Qualifikation beschrieben.

„Digitalisierung hat Einfluss, aber in beide Richtungen.“

„Bedarf an höherqualifizierten Mitarbeitern wird steigen.“

Qualifizierungsbedarf im Kontext der Digitalisierung

Der größte Qualifizierungsbedarf wird in der Ausbildung/Studium und im Umgang mit spezifischen IT-Systemen gesehen (siehe Abbildung 15). Es ist auffällig, dass nur Nutzer der Meinung sind, dass die digitale Produktion neue Berufsbilder erfordert, die aktuell noch nicht als Studium oder als Ausbildungsberuf realisiert sind. Die Themen Business Intelligence, Datenbanken, Programmieren, Cloud-Anwendung, Software- und App-Entwicklung werden dafür sowohl von Gestaltern als auch von Nutzern bei spezifischen IT-Systemen genannt. Neben der Qualifizierung in Prozess-Gestaltung sind auch Projektmanagement-Fähigkeiten und Soft-Skills wie etwa Rhetorik und Präsentationstrainings von Interesse.

„Wo wir uns sehr, sehr schwer tun ist, hier in der Region gute Programmierer zu finden.“

Diese Eindrücke bestätigt auch die Delphi-Befragung. Insbesondere eine stärkere Affinität gegenüber IT, vertiefte Kenntnisse in SAP, CAD, PLM sowie im Bereich der Datenauswertung werden hier als Qualifizierungsbedarf gesehen. Als zweithäufigster Bedarf wurden Soft-Skills, vor

allen Vermittlungs- und Diskussionskompetenz, aber auch Fremdsprachenkenntnisse genannt. Auch entstehen durch die Digitalisierung neue Berufsfelder, die aktuell noch nicht als Studium und Ausbildung realisiert sind. Dieser Bedarf wird auch in der Literatur beschrieben.⁶² Mindestens müssen die Mitarbeiter jedoch geschult bzw. qualifiziert werden, besonders in den Bereichen Business Intelligence, Datenbanken, Programmieren, Cloud-Anwendung sowie Software- und App-Entwicklung.⁶³ Die Proposition 13 (Seite 27), nach der die Digitalisierung die Kompetenzprofile der aktuellen und zukünftigen Mitarbeiter verändert, kann somit bestätigt werden.

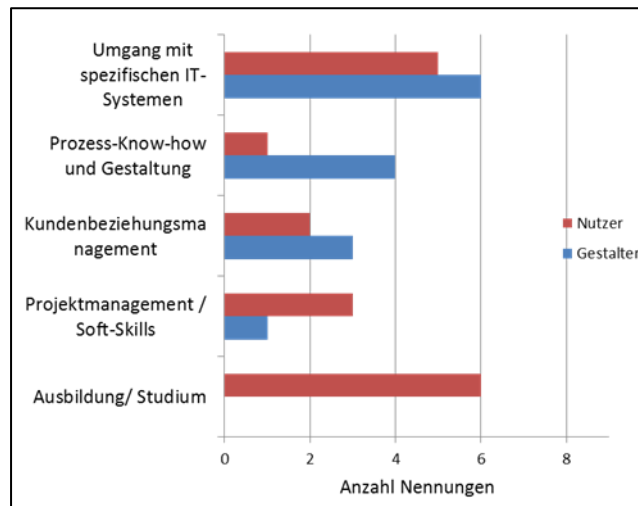


Abbildung 15: Qualifizierungsbedarf im Kontext der Digitalisierung

5.3 Veränderte Ökosysteme im Unternehmensumfeld

Die bisherigen Ergebnisse aus den Interviews haben gezeigt, dass die Trends mit den dahinterstehenden Basistechnologien Einfluss zu Veränderungen im Unternehmen ausüben. Die Veränderung der Wettbewerbsregeln im digitalen Raum kann mit einem tiefen Verständnis derselben zur Optimierung und Neuentwicklung von bestehenden Geschäftsmodellen führen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass zum Auf- und Ausbau bestimmter Ressourcen, neben dem Verständnis von Geschäftsmodellen, auch Ökosysteme notwendig sind.⁶⁴ Für die Umsetzung des Industrie 4.0-Gedankens sind wie in Kapitel 2.3 schon beschrieben 16 Rollen erforderlich. Dabei können Unternehmen verschiedene Rollen gleichzeitig erfüllen. Dieses wissenschaftliche Modell stellt die Basis für die Identifikation der »Gestalter« und »Nutzer« im Kontext der Industrie 4.0 Lösung dar. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die bestehenden Beziehungen werden im Folgenden näher untersucht. Folgende Fragen wurden diesem Bereich zugeordnet:

- In welcher Hinsicht beeinflusst Digitalisierung die Partner- und Lieferantenbeziehungen Ihres Unternehmens heute und zukünftig?
- Welche Anforderungen hinsichtlich Digitalisierung kommen zukünftig seitens Ihrer Lieferanten auf Ihr Unternehmen zu?
- Wo sehen Sie Bedarfe bzgl. der Vernetzung mit anderen Akteuren im Umfeld von Digitalisierung?
- In welcher Hinsicht beeinflusst Digitalisierung die Kundenbeziehungen Ihres Unternehmens?
- Wie sind die Unternehmensakteure im Bereich digitalisierte Produktion in Nürnberg vernetzt?

⁶² McKinsey Bayern 2025

⁶³ Deloitte 2013; Pwc 2014

⁶⁴ Bloching et al. 2015a

Die erste Frage zielte darauf ab, inwiefern die Digitalisierung Partner- und Lieferantenbeziehungen verändert hat. 75 % der befragten Unternehmen wenden vermehrt digitale Plattformen als Kommunikationsmedium an. Hierdurch kann eine höhere Effizienz erzielt werden, wenn statt einer Reise ein Austausch mit Hilfe von Videokonferenzen stattfinden kann. Zudem werden verstärkt Internettechnologien angewendet. In der Delphi-Befragung gaben Unternehmen ebenfalls an, dass ein Fernzugriff durch das Internet möglich ist und auch internationale Kunden schneller bedient werden können. Vor diesem Hintergrund bildet sich zugleich eine erhöhte Anonymität zwischen den Akteuren durch diese webbasierten Anwendungen heraus. Ein Viertel aller Befragten gab an, dass viele neue IT-Dienstleister auf den Markt getreten sind und neue Lösungen anbieten. Das wachsende Angebot bietet Kunden die Möglichkeit neue Lösungen auszuprobieren, was die Austauschbarkeit auf Anbieterseite erhöht.

Als nächstes interessiert, ob Unternehmen eine Veränderung mit ihren Lieferanten feststellen, welche durch die Digitalisierung initiiert wurde. Die Mehrheit der Befragten bekommt die Anforderungen von Kunden, oder gibt selbst Anforderungen an die Lieferanten weiter. Selten kommt es vor, dass Lieferanten diese vorgeben. Eine Ausnahme ist der Bereich Standardisierung und IT-Sicherheit. Diese Themen werden vereinzelt von Lieferanten gefordert.

Auf die Frage, wo noch Bedarfe bzgl. der Vernetzung mit anderen Akteuren im Umfeld der Digitalisierung zu sehen sind, nannten sowohl die Hälfte der Gestalter als auch der Nutzer das Datenmanagement als größten Bedarf zur Vernetzung. Hierbei kann das Datenmanagement noch in die folgenden konkreten Bedarfe untergliedert werden: 22 % benötigen eine Software für die Datenzuführung, 14 % brauchen eine Plattform zum Informationsaustausch und 14 % brauchen einen Partner für die Datenanalyse und -auswertung. 14 % aller Befragten sehen einen Bedarf zur Vernetzung mit Universitäten und Schulen, Politik sowie mit Akteuren, die eine flächendeckende Internetanbindung gewährleisten. Auch aus den Delphi-Befragungen wurde deutlich, dass ein Bedarf an Arbeitskräften mit Big Data-Analytics-Kenntnissen herrscht. Die Proposition 4 (Seite 19), nach der Maßnahmen im Bereich »Anpassungen des Wertschöpfungsnetzwerks« eine hohe Relevanz, aber geringe aktuelle Umsetzung bescheinigt wird, kann insofern bestätigt werden, dass die Unternehmen diesem Thema eine hohe Bedeutung beimessen. In der Literatur wird ebenfalls eine Zunahme von Kooperationen über Wertschöpfungsketten hinweg thematisiert, da die einzelnen Kompetenzen der Unternehmen für die vielfältigen Kundenänderungen nicht mehr ausreichen.⁶⁵

Neben Partnern und Lieferanten interessiert in einem weiteren Schritt, wie die Digitalisierung die Kundenbeziehung verändert. Eine Steigerung der Leistungsanforderung, wie beispielsweise neue Wertversprechen, digitale Services, schnellere Bearbeitung und die Bereitstellung von Systemen gehört zu den Nennungen. Darüber hinaus findet die Kommunikation vermehrt über digitale Plattformen statt. Die Antwortspanne reicht von keiner Veränderung hinsichtlich der Kundenbeziehung bis hin zu einer engeren Bindung zu Kunden. Zudem werden durch die Digitalisierung auch internationale Kunden leichter adressiert. Die Proposition 10 (Seite 25), nach der die zunehmende Digitalisierung die Beziehungen der Akteure im Ökosystem verändert, kann somit sowohl auf Lieferanten- als auch auf Kundenseite bestätigt werden.

⁶⁵ PwC 2014

Die letzte Frage orientierte sich an den Vernetzungsaktivitäten von Unternehmen. Ergebnis hierbei ist, dass ein Großteil der Unternehmen sich schon auf überregionaler und nationaler Ebene vernetzt. Es herrscht jedoch eine große Heterogenität bei der Vernetzung Nürnberger Unternehmen. Je nach Tätigkeitsfeld sind die Unternehmen in regionalen oder überregionalen Netzwerken aktiv, wie im Folgenden zu sehen ist:

▪ Einkaufverbände	▪ Firmenpartnerschaften	▪ Cluster Mechatronik
▪ Kundendienstverband	▪ NIK e.V.	▪ Automation Valley
▪ Starke Vernetzung innerhalb des Konzerns	▪ IHK	▪ Normungsgremien
	▪ BITKOM	

Tabelle 5: Vernetzungsaktivitäten der befragten Nürnberger Unternehmen

Die Proposition 7 (Seite 21), nach der Nutzer und Gestalter von Industrie 4.0-Anwendungen unterschiedliche Anforderungen an ein Ökosystem und an einen Standort haben, kann aus Ökosystemsicht nicht bestätigt werden. Es sind keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen erkennbar. Proposition 1 (Seite 16), nach der die Entwicklungen im Kontext von Industrie 4.0 durch den zunehmenden Einsatz von Cyber-Physischen Systemen (CPS) getrieben werden und tiefgreifende Auswirkungen auf das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk haben, kann nach den Auswertungen der drei Perspektiven Technologie, Geschäftsmodell und Ökosystem bestätigt werden.

5.4 Konsequenzen für den Produktionsstandort Nürnberg

Für den Produktionsstandort Nürnberg wurden in den Experteninterviews die folgenden Fragen gestellt:

- Welche Rolle spielt dabei der Standort von Partnern und Lieferanten?
- Welche Rolle spielt dabei der Standort von Kunden?
- Ist das Angebot an qualifizierten Fachkräften hier am Standort Nürnberg groß genug?
- Welche Bereiche im Digitalisierungsumfeld halten Sie in Nürnberg für besonders stark ausgeprägt?
- Was fehlt der Branche ggfs. vor Ort?
- Wenn Sie drei Wünsche frei hätten, was würden Sie sich von der Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg wünschen, um den Produktionsstandort Nürnberg 4.0 voranzubringen?

Die regionale Nähe zu Partnern und Lieferanten ist trotz der Digitalisierung von Bedeutung. Regionale Nähe zu Partnern wird dann als wichtig erachtet, wenn ein intensiver Austausch zwischen den Unternehmen nötig ist (z. B. bei Entwicklungsprojekten), der Partner in der Nähe des Kunden sitzt (als Erweiterung des Vertriebsgebiets oder zum Support) oder physische Produkte schnell geliefert bzw. bezogen werden müssen. Die regionale Nähe zu Lieferanten wird – nur von Nutzern – im landwirtschaftlichen Kontext und zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit und der Qualität genannt.

Bei sonst gleichen Voraussetzungen wird der nähere Standort bevorzugt, jedoch sind die Kosten das ausschlaggebende Kriterium. Ein K.o.-Kriterium für Standorte ist eine fehlende oder mangelhafte Internetanbindung. Standorte in Europa werden u. a. aufgrund der gleichen Währung und der fehlenden Zollhürden häufig geschätzt. Ein bestimmter Standort in Deutschland ist jedoch nur für Wenige von Bedeutung. Die gemeinsame Sprache und die im internationalen Vergleich hohen IT-Sicherheitsstandards gelten schließlich für das gesamte Bundesgebiet.

Der Standort von Kunden ist für Gestalter wichtiger als für Nutzer, gerade zum intensiven Austausch und wenn Mitarbeiter beim Kunden vor Ort arbeiten. Für Nutzer ist der Standort von Kunden mehrheitlich ohne Bedeutung. Global agierende Unternehmen sitzen in der Nähe ihrer Kunden, da »Local Content« gewünscht wird, Wartungsarbeiten schneller erledigt werden können und Logistikkosten niedrig bleiben. Dem eigenen Standort in Deutschland werden Wettbewerbsvorteile gegenüber dem Kunden zugeschrie-

ben, diese sind ähnlich den empfundenen Vorteilen bei den Lieferanten im obigen Abschnitt: Währung, Sprache, »Made in Germany«, sichere Gesetzeslage und mehr Sicherheit vor dem Ausspähen von Daten. Die Kosten sind und bleiben aber das ausschlaggebende Kriterium. Auf beiden Seiten ist eine zuverlässige, leistungsfähige Internetanbindung eine Grundvoraussetzung. Proposition 11 (Seite 26), nach der die Bedeutung des Standortes im Zuge der Digitalisierung abnimmt, kann teilweise bestätigt werden. Unter gewissen Umständen bleibt der Standort von Bedeutung, für viele Unternehmen verliert er aber an Bedeutung.

Die befragten Unternehmen sehen in Nürnberg ein Unterangebot an qualifizierten Fachkräften. Zwei Drittel der befragten Unternehmen nehmen das Angebot als nicht ausreichend wahr, dabei gibt es keinen Unterschied zwischen Nutzern und Gestaltern. Konkrete Mängel werden bei der Verfügbarkeit von Informatikern gesehen. Große Unternehmen ziehen die frisch ausgebildeten Fachkräfte und Ingenieure von den KMUs weg. Viele Unternehmen suchen sowohl regional als auch überregional nach neuen Mitarbeitern. Daher müssen sich sowohl das Unternehmen als auch die Stadt von ihrer besten Seite zeigen, um Arbeitnehmer von außerhalb nach Nürnberg zu ziehen. Generell wird die Hochschullandschaft im Städtedreieck als sehr positiv wahrgenommen.

Als Kompetenzvorteile im Digitalisierungsumfeld werden vor allem die Hochschullandschaft und die Automatisierungsbranche gesehen. Die vielseitige Hochschullandschaft, die engen Kontakt zur Wirtschaft pflegt, wird als Stärke wahrgenommen. Dabei sehen die Nutzer die Hochschullandschaft häufiger als Stärke als die Gestalter. Als starke, technische Branchen werden die Automatisierung, der Maschinenbau & die Fertigungstechnik sowie die Automobilzulieferindustrie genannt, meist in einem Zug mit den Unternehmen Siemens, Schaeffler und Continental. Im IT-Bereich werden die Stärken sehr unterschiedlich wahrgenommen, mit Strahlkraft wird vor allem das Unternehmen DATEV und die IT-Security-Messe »it-sa« empfunden. Jeder Dritte sieht keine Kompetenzvorteile gegenüber anderen Standorten.

Auf die Frage, was der Branche vor Ort konkret fehle, wurden erneut die qualifizierten Fachkräfte genannt. Diese werden vor allem von den Gestaltern vermisst. Weiterhin fehlt der Branche vor Ort eine Möglichkeit zur Vernetzung, dabei wurde auch der mögliche Aufbau einer Plattform zum Austausch erwähnt. Die befragten Unternehmen nannten außerdem häufig konkrete, individuelle Probleme als Mangel vor Ort, z. B. fehlende Kompetenz im Bereich Big Data Analytics, oder bessere Infrastruktur ins Land.

„Viele Unternehmen haben ja ähnliche Themen wie wir. Und da fehlt uns einfach der Austausch.“

Zum Abschluss der Interviews wurde nach konkreten Wünschen an die Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg gefragt. Dabei wurde der Aufbau einer spezifischen Plattform am häufigsten genannt. Diese Plattform soll Nutzer und Gestalter an einen Tisch bringen und den gemeinsamen Austausch zu Best Practices bzw. Success Stories ermöglichen. Die Plattform soll durch eine neutrale Stelle (z. B. die Stadt oder die IHK) aufgebaut werden. Die Experten möchten sich vor allem zu den Themen Produktion, Geschäftsmodellveränderung und Datenschutz austauschen. Der Wunsch nach Verbesserung der Infrastruktur ist sehr differenziert und bezieht sich auf individuelle, aktuelle Fragestellungen der Unternehmen. Ein Experte wünscht sich City-WLAN, ein anderer mehr Flugverbindungen im europäischen Raum, ein dritter möchte eine bessere Internetanbindung an seinem Standort. Zur Erhöhung der Attraktivität für IT-Unternehmen und -Fachkräfte wird vorgeschlagen, einen IT-Standort für Start-up-Unternehmen zu schaffen sowie Incentives anzubieten. In diesem IT-Standort könnte z. B. ein freies WLAN für ansässige Unternehmen angeboten werden, oder

„Der erste Wunsch wäre, eine Plattform zu haben. Der zweite auch und der dritte auch.“

offene Lounges zum kooperativen, kreativen Arbeiten. Außerdem möchten drei Ansprechpartner umfassender über Fördermöglichkeiten informiert werden. Darunter fällt einerseits die Information über bereitgestellte Fördertöpfe für Digitalisierungsprojekte, andererseits besteht der Wunsch nach einem konkreten Ansprechpartner für Fördermöglichkeiten, an den sich die Unternehmen bei Fragen wenden können.

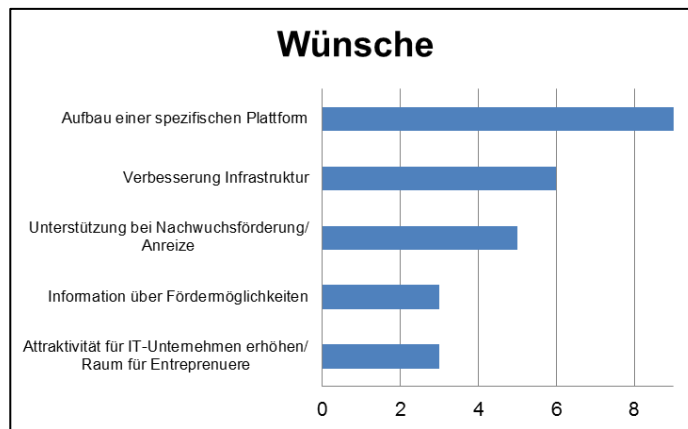


Abbildung 16: Wünsche an die Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg

6. Produktionsstandort Nürnberg 4.0

In diesem Abschnitt werden die Kernergebnisse hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Stadt Nürnberg untersucht. Dabei werden nach dem Modell der SWOT-Analyse sowohl Stärken und Schwächen als auch Chancen und Risiken für die Stadt Nürnberg identifiziert. Diese Ergebnisse bilden neben den Projektideen des Experten-Workshops die Grundlage für die Handlungsempfehlungen an die Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg.

6.1 Nürnberger Stärken und Schwächen im Kontext digitaler Produktion

Als Kompetenzvorteil im Digitalisierungsumfeld der Stadt Nürnberg wird vor allem dessen Wissensinfrastruktur genannt. Dies zeigt sich durch die vielseitige Hochschullandschaft, die insbesondere von Nutzern als vorteilhaft gesehen wird und einen engen Kontakt zur Wirtschaft pflegt. Ebenfalls als positiv werden die starken, technischen Branchen wie die Automatisierungsbranche, der Maschinenbau, die Fertigungstechnik sowie die Automobilzulieferindustrie angesehen, die in Kombination bereits ein breites Spektrum der produktionsrelevanten Expertise abdecken. Die Anzahl an bereits etablierten, großen Unternehmen wird ebenfalls als Stärke ausgelegt und trägt zur Attraktivität des Standorts Nürnberg bei. Auch der hohe Digitalisierungsgrad der Gestalter ist eine Stärke, da sich dies positiv auf die digitale Reife im Kontext Industrie 4.0 des Standorts Nürnberg auswirkt und die Spezialisierung des Kerngeschäfts der Gestalter auf die Digitalisierung verdeutlicht. Nürnberger Unternehmen nutzen effiziente, digitale Kommunikationskanäle und schätzen gleichzeitig die persönlichen Beziehungen. Bei den Nürnberger Unternehmen ist nicht nur das Problembewusstsein vorhanden, sondern es sind bereits Ansätze zum Umgang mit dem digitalen Wandel und Transformationsprozesse erkennbar. Die Unternehmen spüren den Bedarf nach Veränderung wollen sich aufgrund der steigenden Anforderungen stetig weiterentwickeln. Gleichzeitig haben die Unternehmen bereits erkannt, dass die digitale Produktion neue Berufsbilder erfordert, die aber aktuell noch nicht als Studium oder als Ausbildungsberuf realisiert sind. Die Unternehmen sind bereits überregional und national gut vernetzt. Ebenfalls wichtig bleibt die regionale Nähe zu Partnern und Lieferanten, da so enge Abstimmungen mit hoher Geschwindigkeit möglich sind.

Schwächen werden in den Bereichen Mitarbeiter und Vernetzungsmöglichkeiten gesehen. Gestalter und Nutzer nehmen ein Unterangebot an qualifizierten Fachkräften für den Standort Nürnberg wahr und weisen ebenfalls auf die Schwierigkeit, Absolventen für die eigenen Unternehmen zu gewinnen. Insbesondere die IT-Kenntnisse vieler bestehender und neuer Mitarbeiter sind nicht ausreichend. Die Befragten sehen hier einen starken Qualifizierungsbedarf im Bereich Ausbildung und Studium, sodass Mitarbeiter geschulter im Umgang mit allgemeinen und spezifischen IT-Systemen werden. Der Mangel an regionalen Vernetzungsmöglichkeiten wurde ebenfalls als Schwäche für den Standort Nürnberg aufgezeigt, da sowohl Gestalter und Nutzer Vernetzung als Chance für neue Geschäftsmodelle sehen und mögliche Plattformen als Austausch nutzen möchten (siehe hierzu Ergebnisse aus Kapitel 5.2). Vor allem fehlt es hier an spezifischen, wertschöpfungsstufenübergreifenden Austauschmöglichkeiten zum Thema Digitale Produktion. Schließlich ist der Grad der Digitalisierung bei den Nutzern niedriger als bei den Gestaltern.

6.2 Chancen und Risiken für den Industriestandort Nürnberg im Zuge digitaler Produktion

Chancen ergeben sich für den Standort Nürnberg in vielen Bereichen. Nutzer und Gestalter sehen Wachstumspotentiale bei der Mitarbeiterzahl. Die Digitale Produktion erlaubt für die Nutzer Effizienzsteigerungen durch Prozessverbesserungen und kann dadurch die Wettbewerbsfähigkeit sichern. Gleichzeitig sehen Gestalter mit Hilfe von Standardisierung die Möglichkeit, ihre internen Prozesse und Arbeitsabläufe zu optimieren, was ebenfalls der Wettbewerbsfähigkeit zugutekommt. Durch die Öffnung der bisherigen Wertschöpfungsketten aufgrund der Vernetzung und Digitalisierung einzelner Systeme und Partner werden Markteintrittsbarrieren gesenkt. Dies erlaubt neuen Unternehmen sowie Nischenanbietern den Zugang zum Markt, da sie nicht mehr gezwungen werden ein komplettes System zu entwickeln und produzieren, sondern auch Teillösungen angeboten werden können.⁶⁶ Aus der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit können spezialisierte Unternehmen hervorgehen, deren Anwendungsbereich nicht mehr in der Produktion liegt, sondern in der Informationstechnik zur Koordination von Unternehmen, oder auch als Kundenschnittstelle.

Risiken ergeben sich vor allem aus Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung im Bereich Digitalisierung. Diese Unsicherheiten in Form des nicht abschätzbaren Nutzens der Digitalisierung, in Verbindung mit hohen Investitionskosten und langen Amortisationszeiten, werden daher von Gestaltern und Nutzern als Investitionshemmnis genannt. Dazu kommt die Komplexität und Geschwindigkeit der technischen Entwicklung, wodurch das Risiko einer Fehlinvestition zunimmt. Als weiteres Risiko sehen vor allem Gestalter die Herausforderung im Bereich der IT-Sicherheit. Hier werden vor allem Hackerangriffe und Datenspionage genannt, wie in Abschnitt 4.1 erläutert wird. Nutzer dagegen sehen eine zu hohe Abhängigkeit von der IT als Risiko. Die Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber neuen digitalen Technologien ist ein entscheidender Faktor, um die Potenziale der Digitalisierung überhaupt heben zu können. Das Fehlen verlässlicher Standards ist eine Herausforderung für die Planung und Gestaltung der Digitalisierung. Die Digitalisierung der Geschäftsbeziehungen schränkt den persönlichen Kontakt ein. Dies stellt eine Gefahr für die Qualität der Geschäftsbeziehungen dar. Durch die Digitalisierung entstehen neue Berufsfelder, die aktuell aber noch nicht in Studium und Ausbildung realisiert sind. Dies verlangsamt die Umsetzung der digitalisierten Produktion in der Praxis. Schließlich wird bei zwar sonst gleichen Voraussetzungen der nähere Standort bevorzugt, aber die Kosten sind das ausschlaggebende Kriterium. Ein bestimmter Standort in Deutschland ist nur für Wenige von Bedeutung, was die Bereitschaft zum Umzug begünstigt bzw. es schwer macht, Unternehmen in bestimmte Städte zu ziehen.

Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse aus der Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken Analyse in der SWOT-Analyse aggregiert dargestellt (siehe Abbildung 17).

⁶⁶ Geisberger und Broy 2012, S. 183

Stärken • Vielseitige Hochschullandschaft, die engen Kontakt zur Wirtschaft pflegt • starke, technische Branchen mit etablierten große Unternehmen wie die Automatisierungsbranche, der Maschinenbau & die Fertigungstechnik sowie die Automobilzulieferindustrie • Hoher Digitalisierungsgrad bei den Gestaltern • Nürnberger Unternehmen nutzen effiziente digitale Kommunikationskanäle und schätzen gleichzeitig persönliche Beziehungen • Nicht nur Problembewusstsein, sondern bereits Ansätze zum Umgang mit dem digitalen Wandel und für Transformationsprozesse vorhanden • Nürnberger Unternehmen spüren den Digitalisierungsdruck und haben die Motivation zur Veränderung • Unternehmen haben erkannt, das digitale Produktion neue Kompetenzen bei den Mitarbeitern erfordert • Unternehmen sind bereits überregional und national gut vernetzt • Die regionale Nähe zu Partnern und Lieferanten bleibt den Unternehmen wichtig	Schwächen • Unterangebot an qualifizierten Fachkräften für den Standort Nürnberg • IT-Kenntnisse der Mitarbeiter nicht ausreichend • Qualifizierungsbedarf in Ausbildung/Studium und im Umgang mit spezifischen IT-Systemen • Mangel an spezifischen, regionalen Vernetzungsmöglichkeiten zu Industrie 4.0 • Der Grad der Digitalisierung ist bei den Nutzern niedriger als bei den Gestaltern
Chancen • Nürnberger Unternehmen sehen Wachstumspotentiale bei der Mitarbeiteranzahl • Digitale Produktion erlaubt für die Nutzer durch Prozessverbesserungen Effizienzsteigerungen der Unternehmen und sichert die Wettbewerbsfähigkeit • Mit Hilfe von Standardisierung sehen Gestalter die Möglichkeit, ihre internen Prozesse und Arbeitsabläufe zu optimieren • Durch die Öffnung der bisherigen Wertschöpfungsketten aufgrund der Vernetzung und Digitalisierung einzelner Systeme und Partner werden Markteintrittsbarrieren gesenkt, dies erlaubt neuen Unternehmen den Zugang zum Markt • Durch die Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg können spezialisierte Unternehmen hervorgehen, deren Anwendungsbereich nicht mehr in der Produktion liegt, sondern in der Informationstechnik zur Koordination von Unternehmen oder auch als Kundenschnittstelle	Risiken • Als Investitionshemmnisse der Digitalisierung gelten der nicht abschätzbare Nutzen sowie hohe Investitionskosten in Verbindung mit langen Amortisationszeiten • Komplexität und Geschwindigkeit der technischen Entwicklung • IT-Sicherheit wird von Gestaltern als große Herausforderung angesehen • Nutzer sehen eine zu hohe Abhängigkeit von der IT als Risiko • Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber neuen digitalen Technologien • Fehlen verlässlicher Standards ist eine Herausforderung für die Planung und Gestaltung der Digitalisierung • Digitalisierung der Geschäftsbeziehungen schränkt den persönlichen Kontakt ein • Durch die Digitalisierung entstehen neue Berufsfelder, die aktuell noch nicht in Studium und Ausbildung realisiert sind • Bei sonst gleichen Voraussetzungen wird der nähere Standort bevorzugt, aber Kosten sind das ausschlaggebende Kriterium • Ein bestimmter Standort in Deutschland ist nur für Wenige von Bedeutung

Abbildung 17: SWOT-Analyse für Nürnberg

7. Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg

Auf Basis der SWOT-Analyse aus Kapitel 6 wurden nun konkrete Ziele und Handlungsempfehlungen für die Stadt Nürnberg erarbeitet. Zentrales Instrument war dabei ein durch die Auftragnehmer moderierter Experten-Workshop. Diese Vorgehensweise bot einerseits den Vorteil einer breiten Wissensbasis, auf der die erarbeiteten Ergebnisse kritisch hinterfragt und verfeinert werden konnten, andererseits holte sie frühzeitig viele der direkt betroffenen Akteure an einen Tisch und schuf so gleich ein gemeinsames Verständnis für den »Produktionsstandort Nürnberg 4.0«. Ziel war es nicht nur einen fundierten und in sich schlüssigen Umsetzungsplan zu erarbeiten, sondern auch den Kontakt zwischen der Stadt Nürnberg und relevanten Ansprechpartnern herzustellen und dadurch die spätere Umsetzung zu erleichtern. Die Formulierung von Handlungsempfehlungen an die Wirtschaftsförderung wurde dann um weitere Perspektiven wie die direkten Wünsche der Interviewpartner und weitere Ergebnisse aus den Interviews, sowie Erkenntnissen aus der Strukturanalyse und der Sekundär-Literatur ergänzt (siehe Abbildung 18).

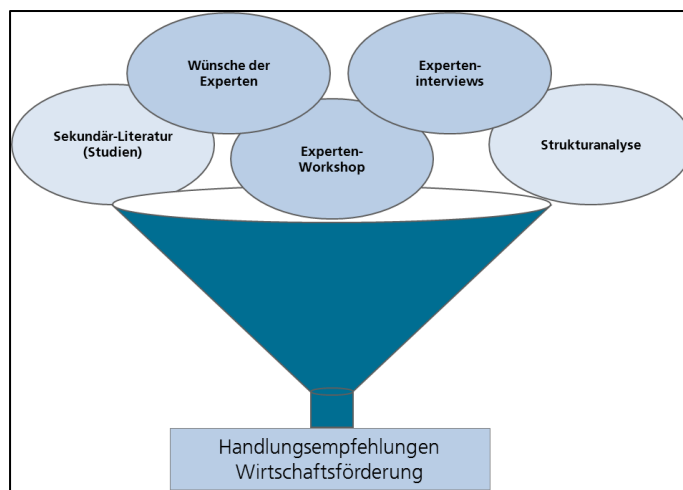


Abbildung 18: Ermittlung von Handlungsempfehlungen aus mehreren Perspektiven

7.1 Workshop-Design und -Durchführung

Der Workshop wurde mit fachlichen und regionalen Experten besetzt. Die Teilnehmer des Workshops setzten sich zu einem überwiegenden Teil aus den in AP II befragten Interviewpartnern oder Vertretern von Interviewpartnern, sowie Vertretern der Auftraggeberin und der Auftragnehmer zusammen. Auswahl und Einladung erfolgte von den Auftragnehmern nach Rücksprache mit der Auftraggeberin. Durch das Anschreiben im Namen von Prof. Pflaum und Dr. Fraas konnte ein zusätzliches Unternehmen gewonnen werden, welches noch nicht bereits in der Interviewrunde beteiligt war.

Zu Beginn wurden ausgewählte Ergebnisse der Strukturanalyse und der Interviews vorgestellt, um eine einheitliche Wissensbasis herzustellen. Im Anschluss startete eine offene, von Prof. Pflaum moderierte Diskussion zu Ideen, Zielen und Maßnahmen, um die Wettbewerbsfähigkeit und Implementierung von produktionsnahen Digitalisierungstechnologien in Nürnberg weiterhin zu fördern. Kerngedanken wurden während der Diskussion an einer Metaplanwand festgehalten und thematisch zusammengefasst (siehe Tabelle 6). Diese sollten durch die vielfältige Sichtweise der Workshop-Teilnehmer konkretisiert und bezüglich ihrer kurz-, mittel- und langfristigen Realisierbarkeit bewertet werden. Ziel war die Schaffung von greifbaren Projektideen, für die sich im Idealfall bereits erste Partner finden, mindestens jedoch ein Commitment für die gemeinsamen Ziele entsteht.

Themenfeld	Idee
Weiterbildung	Abholung von Jung & Alt
	Berufliche Bildung
	Maschinenbauer mit einbinden
	Neuer Ausbildungsberuf?
Unternehmensvernetzung	Interdisziplinäre Zusammenarbeit
	Effizienter Austausch
	Best Practices von Unternehmensseite
	Transparenz von Prozessen, um nötige Kompetenzen zu erkennen
	Unternehmensfokus erweitern (außen <--> innen)
Austauschplattform	Austauschplattform »Digitale Qualifizierung«
	Austauschplattform »Big Data« in Verbund mit Uni/FH
	IHK + Stadt als Moderator
	Digitalisierung für persönlichen Austausch nutzen
	Kooperation / Wissensaustausch Uni und Industrie
	Information der eigenen Belegschaft
Qualifikation / Innovation	Fokussierung der Hochschulen
Nachwuchsförderung	Kommunikation verbessern / schulen
	Viele Wissenschaftler in der Region
	Physik/Mathematik/Informatik als Grundlagen
Standortvermarktung	Warum sind andere Städte attraktiv(er)?
	Schaubild Industrie 4.0 und Standort Nürnberg
	Transparenz schaffen
	»Josephs« für Industrie 4.0
	Industrie 4.0 ins Gespräch bringen (Events, Schauhalle etc.)
	Bewerbung von Veranstaltungen
	Tag der Digitalisierung
	Industrie 4.0 "Schaukasten"
	Plattform-/Öffentlichkeitsarbeit für Technologien
	Fahrerlose U-Bahn als Good Practice

Tabelle 6: Ergebnisse der offenen Diskussion

7.2 Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse des Workshops wurden im Nachgang nochmal mit den Interviewpartnern im Dialog durchgesprochen, um die Ideen weiter auszuführen sowie die Anregungen der nicht beim Workshop anwesenden Experten aufnehmen zu können. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Auftraggeberin vorgestellt. Die erarbeiteten Lösungen aus dem Workshop sind in Tabelle 7 und Tabelle 8 dargestellt und im Fließtext mit den Antworten aus der Delphi-Befragung sowie weiteren Überlegungen ergänzt.

Unternehmensvernetzung

Themenfeld Unternehmensvernetzung Austausch von Best Practices zwischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette	
Motivation:	- Prozesse bei anderen Unternehmen erfahren/Inspiration - Transparenz schaffen - Business Plattform - Alleinstellungsmerkmal im Vergleich zu anderen Netzwerken: Geschäftsmodelle, Best Practices - Am besten auf bestehende Netzwerke/ Cluster aufsetzen. Um Redundanzen zu vermeiden - Die Stadt wird von den Experten als neutral betrachtet und kann somit eine Vertrauensbasis schaffen
Inhalt	- Rotierendes System mit Vorträgen/Führungen - Stadt schafft neutrale Plattform, auf welcher sich Unternehmen präsentieren können - Anreize schaffen (Label, Zertifikate)
Zielgruppen:	- Branchen- und Wertschöpfungsstufenübergreifen, Integration des Endanwenders - Überregional, z. B. Europäische Metropolregion Nürnberg
Nutzen	- Vernetzung - Fehlervermeidung - Austausch von Erfahrungen
Akteure/ Partner	- Unternehmen - Stadt Nürnberg - Automation Valley/ lokale Cluster - IHKs
Zeithorizont	ASAP

Tabelle 7: Themenfeld »Unternehmensvernetzung«

Die Vorstellung, sich mit anderen Unternehmen aus Nürnberg zu vernetzen, stieß unter den Delphi-Befragten auf große Zustimmung. Der Austausch wird als Quelle für Inspiration und Lernmöglichkeiten angesehen. Jedoch gilt es zu bedenken, dass es bereits viele bestehende Plattformen, wie das Automation Valley, das Cluster Mechatronik oder die NIK, gibt und sich die neue Vernetzungsplattform von den bisherigen klar unterscheiden muss. Diese Exklusivität kann beispielsweise durch neue Fragestellungen erreicht werden. Zudem erhöht sich die Bereitschaft zu einer Kooperation, wenn die Personen selbst mitarbeiten müssen und sich der Mitgliederkreis auf ein bestimmtes Segment konzentriert, wie z. B. KMUs. 25 % der Befragten äußerten keinen Bedarf an einer Vernetzung, da es dahingehend bereits viele Aktivitäten gibt, diese Unternehmen ausschließlich an internationalen Vernetzungen interessiert sind oder die Geheimhaltungsvorschriften keine unternehmensübergreifenden Austausch erlauben. Inhaltlich sind Arbeits- oder Austauschplattformen denkbar, in denen z. B. ein Benchmarking der beteiligten Unternehmen vorgenommen wird oder sich Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten im Rahmen von Workshops zu bestimmten Themenschwerpunkten austauschen. Als Zielgruppe wurden regionale Unterneh-

men genannt, aus denen eine wertschöpfungsübergreifende und interdisziplinäre Kooperation entstehen könnte. Die Stadt wurde als neutraler Organisator gesehen, der eine Vertrauensbasis für alle Teilnehmer schaffen kann.

Eine Recherche der bereits bestehenden Cluster und ähnlichen Organisationen in Bayern und Deutschland ergab, dass die Themen Geschäftsmodellentwicklung und -veränderung sowie Austausch von Best Practices nur sehr selten behandelt werden. Eine Aktivität in diesen Themenfeldern würde aus der Menge hervorstechen. Das Problem von Redundanzen in der Netzwerk-Landschaft und Überforderung der ansässigen Unternehmen durch zu viele Veranstaltungen im Industrie 4.0 Kontext, das auch in der Delphi-Runde genannt wurde, kann durch eine Kooperation umgangen werden. Eine Zusammenarbeit mit einem oder mehreren Clustern würde die Kräfte bündeln und es könnten bestehende Unternehmensnetzwerke genutzt werden. So ist eine Kooperation z. B. mit dem Cluster Mechatronik & Automation, dem Cluster Leistungselektronik sowie dem Cluster Energietechnik, dem Automation Valley, der NIK oder auch der CNA möglich. Der schnellste Einstieg wäre die Kooperation mit einem Cluster, weitere können dann bei Erfolg der Aktivität mit aufgenommen werden. Auch das Zentrum für Digitale Produktion ist eine gute Lösung, da in dessen Rahmen sowieso Netzwerkarbeit geleistet wird. Sowohl das federführende Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS der Fraunhofer-Gesellschaft als auch die Stadt Nürnberg können hier als neutrale Organisatoren aktiv werden. Die Vernetzung von Unternehmen mit der Wissenschaft könnte dadurch einen Sprung nach vorne machen.

Standortvermarktung

Themenfeld Standortvermarktung Schaffung eines Anlaufpunktes für Industrie 4.0 in Nürnberg	
Motivation:	- Attraktivität des Standortes für aktuelle & zukünftige Fachkräfte fördern
Inhalt	- Industrie 4.0 Anlaufpunkt (Schaufeln, Container, »Josephs«) - Werbung durch und für die Stadt - Leuchtturmprojekte in der Region präsentieren (Nutzung bestehender Projekte); Ausschreibung starten - Als geeignete Veranstaltungen wurden mehrtägige, gut besuchte Events identifiziert, wo nicht nur Fachpublikum vertreten ist.
Zielgruppen:	- Nutzer - Gestalter - Aktuelle und zukünftige Fachkräfte
Nutzen	- Demonstrationsplattform (Nutzer & Gestalter) - Kontaktbörse - Fachkräfte nach Nürnberg ziehen
Akteure/ Partner	- Medien - KMUs - Zentrale Unternehmen - IHK, Automation Valley - GfK
Zeithorizont	kurzfristig

Tabelle 8: Themenfeld »Standortvermarktung«

Das nächste Projekt, welches während des Workshops mit einer hohen Priorität versehen wurde, setzt sich mit dem Thema des Standortmarketings auseinander. Insbesondere die innovationsstarken und etablierten Unternehmen aus Nürnberg sowie die bisherigen Vernetzungstätigkeiten durch das Automation Valley oder das Cluster Mechatronik & Automation sollten stärker in den Fokus gerückt werden. Die lokalen

Unternehmen verfügen sicherlich bereits über geeignete Demonstratoren oder zumindest geeignete Projekte. Diese können im Rahmen einer Ausschreibung identifiziert und die attraktivsten ausgewählt werden. Dazu wird der Aufbau einer Homepage empfohlen, wo sich die Unternehmen mit einer Beschreibung und Fotos oder einem Video des Demonstrators bewerben können. Die Bewertung kann eine Jury aus Vertretern der einzelnen Cluster übernehmen, oder eine Crowd aus interessierten Bürgern über eine Online-Plattform durchführen. Die Präsentation der Exponate kann dann als eine mobile oder stationäre Ausstellung umgesetzt werden. Der Mehrwert für die teilnehmenden Unternehmen ist zusätzliche Sichtbarkeit für die eigene Kompetenz. Vermarktungsaktivitäten können sich zudem auf die einzigartigen Kompetenzen der Stadt Nürnberg beziehen. Darunter wurde die fahrerlose U-Bahn als Referenz genannt, sowie die Lange Nacht der Wissenschaften oder auch die familiären und kulturellen Attraktionen der Stadt Nürnberg als Ausstellungsort. Beispiele hierfür sind das Museum für Industriekultur, die Technikmeile, das Altstadtfest, das Bardentreffen, das Volksfest, Hafen- und Flughafenfest, der Herbstmarkt, der Red Bull District Ride, die Blaue Nacht, das Norisring Rennen und die Erfindermesse. Geeignet als Standort der Ausstellung sind vor allem mehrtägige Veranstaltungen mit einem großen, diversifizierten Publikum. Als Zielgruppe der Ausschreibung sollten Unternehmen angesprochen werden, die ihren Hauptsitz oder zumindest einen Standort in Nürnberg haben, oder Unternehmen, die eine Kooperation mit einem Nürnberger Unternehmen betreiben. Die Aufgabe der Stadt Nürnberg ist es in diesem Kontext, als neutrale Stelle die Inhalte der Homepage zu steuern, die Ausschreibung zu starten und die Rahmenbedingungen vorzugeben. Der Aufbau und Betrieb der Demonstratoren wird von den beteiligten Unternehmen übernommen.

Qualifizierung

Die Interviews ergeben klar einen Bedarf zur Aus- und Weiterbildung von aktuellen und zukünftigen Mitarbeitern im Bereich Digitalisierung. Im Hinblick auf die Attraktivität der Stadt Nürnberg als Ausbildungsstandort sowie die Notwendigkeit zum Kompetenzaufbau bei aktuellen und zukünftigen Mitarbeitern wurden in der Delphi-Runde zusätzlich die Idee eines Studiengangs im Bereich Industrie 4.0 sowie das Schaffen von mehr Ausbildungsplätzen vermerkt. Eine zukünftige Kooperation zwischen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Technischen Hochschule Nürnberg sowie den lokalen Unternehmen könnte hier die Chance bieten, Mitarbeiter gezielt für neue Bedarfe auszubilden. Weitere Akteure sind je nach Berufsgruppe auch die Bundesagentur für Arbeit sowie die IHK oder die Handwerkskammer (HWK). Durch Kooperationen mit der Stadt, der IHK, den universitären Einrichtungen und den Unternehmen kann die Stadt »digitalisierungsaffiner« gestaltet und nach außen kommuniziert werden. Diese Maßnahme könnte interessierte zukünftige Mitarbeiter nach Nürnberg ziehen. Die Stadt Nürnberg kann in diesem Rahmen vor allem den Bedarf an neuen Kompetenzen kommunizieren und die Bildung von Arbeitskreisen anstoßen.

Quellenverzeichnis

Arbeitskreis Smart Service Welt/ acatech (Hrsg.) (2015): Smart Service Welt. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Berlin.

Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D., & Ganschar, O. (2014). Industrie 4.0: Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Studie. Hg. v. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien eV (BITKOM) und Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO). Abgerufen am 11.05. 2014, unter http://www.bitkom.org/files/documents/Studie_Industrie_4.0.pdf.

Bayme vbm (2014). Industrie 4.0 und CPS – Bedarfe und Lösungen aus Sicht des Mittelstands.

Bloching, B., Leutiger, P., Oltmanns, T., Rossbach, C., Schlick, T., Remane, G. et al. (2015a): Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. Hg. v. Roland Berger und BDI. BDI.

Bloching, B., Leutiger, P., Oltmanns, T., Rossbach, C., Schlick, T., Remane, G. et al. (2015b): Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Analyse zur Studie.. Hg. v. Roland Berger und BDI. BDI.

Bundesagentur für Arbeit (2014): Statistik Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

Commerzbank AG (2015) .Management im Wandel. Digitaler, effizienter, flexibler! Frankfurt am Main.

Deutsche Gesellschaft für Qualität (2015). Digitale Ökonomie. Zwischen Leugnen und Abhängigkeit. 19/03.

Elsner, J., Stuchtey, M. (2015). Bayern 2025. Hg. v. McKinsey & Company, Inc., München.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerization. Retrieved September, 7, 2013.

Geisberger, E. & Broy, M. (2012): Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. Berlin.

ING-DiBa AG (2015). Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. Economic Research.

IT Daily (2014). Experteninterviews: qualitative Befragung des Mittelstandes. Teil 2 von 3. Basiert auf einer Studie von flyacts.

Koch et al. (2014). Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Strategy& und PwC.

Kurzlechner, W. (2015). Wucht von Industrie 4.0 wird unterschätzt.

Lucke, D., Görzig, D., Kacir, M., Volkmann, J., Haist, C., Sachsenmaier, M., Rentschler, H. (2014): Industrie 4.0 für Baden-Württemberg. Baden-Württemberg auf dem Weg zu Industrie 4.0. Strukturstudie. Hg. v. Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg und Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). Stuttgart.

Pflaum, A., Papert, M.(2015): Die Vernetzung der Welt als Chance für den Mittelstand. In: Becker, W.; Ulrich, P. (Hrsg.): BWL im Mittelstand. Grundlagen – Besonderheiten – Entwicklungen. 1. Auflage. S. 411-429. Stuttgart: Kohlhammer.

Plattform Industrie 4.0. <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html>; aufgerufen am 27.10.2015.

Reker, J. et. al. (Hrsg.) (2013): Digitalisierung im Mittelstand, Deloitte-Studienserie.

Sendler, U. (2013). Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg.

Spath, D. (Ed.). (2013). Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Stadt Nürnberg (2015). Kenndaten für Investoren. Zahlen und Fakten zum Wirtschaftsstandort Nürnberg.

Statistisches Bundesamt (2008). Klassifikation der Wirtschaftszweige. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Wirtschaftsförderung Nürnberg: Nürnberger Unternehmen mit mindestens 100 Mitarbeitern am Standort Nürnberg. Ohne Datum. Heruntergeladen am 08.04.2015.

Anhang

Interviewleitfaden

Grundlage für den Fragebogen waren die Bayme-Studie für Technologien, das Modell von Osterwalder und Pigneur für die Geschäftsmodelle sowie das Rollenmodell für das Ökosystem. Hieraus wurden für die einzelnen Bereiche des Modells Hypothesen abgeleitet, die insbesondere die vier identifizierten Perspektiven berücksichtigen. Ergänzt wurde dieses durch Studien zum Thema Digitalisierung, die in den letzten fünf Jahren erschienen sind. In iterativer Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden inhaltliche Schwerpunkte definiert, die Quantifizierbarkeit und Vergleichbarkeit der Interviewergebnisse mit Daten anderer Quellen sichergestellt und der Fragebogen einem Pre-Test unterzogen. Unter Berücksichtigung der daraus erhaltenen Anregungen wurde der folgende Fragebogen finalisiert:

1 Digitalisierung im Unternehmen

- 1.1 Bitte beschreiben Sie uns kurz Ihre Position/Ihre Tätigkeit.
- 1.2 Welchen Herausforderungen muss sich Ihr Unternehmen momentan stellen?
- 1.3 Wie haben Sie den Begriff »Industrie 4.0« in Ihrem Unternehmen definiert?
- 1.4 Welche der folgenden Technologien sind für Ihr Unternehmen von Relevanz?
(Hier wurde den Experten Abbildung 10: Basistechnologien Industrie 4.0 vorgelegt)
- 1.5 Wie schätzen Sie den Stand der Digitalisierung in Ihrem Unternehmen insgesamt ein?
- 1.6 Welche Chancen ergeben sich durch Digitalisierung?
- 1.7 Welche Risiken ergeben sich durch Digitalisierung?
- 1.8 Welche Treiber sehen Sie hinsichtlich der Digitalisierung?
- 1.9 Wo sehen Sie in Ihrem Unternehmen Hemmnisse, Digitalisierung zukünftig stärker zu nutzen?

2 Partner

- 2.10 In welcher Hinsicht beeinflusst Digitalisierung die Partner- und Lieferantenbeziehungen Ihres Unternehmens heute und zukünftig?
- 2.11 Welche Anforderungen hinsichtlich Digitalisierung kommen zukünftig seitens Ihrer Lieferanten auf Ihr Unternehmen zu?
- 2.12 Wo sehen Sie Bedarfe bzgl. der Vernetzung mit anderen Akteuren im Umfeld von Digitalisierung?
- 2.13 Welche Rolle spielt dabei der Standort von Partnern und Lieferanten?

3 Kundenbeziehungen

- 3.14 In welcher Hinsicht beeinflusst Digitalisierung die Kundenbeziehungen Ihres Unternehmens?
- 3.15 Welche Anforderungen hinsichtlich Digitalisierung kommen zukünftig seitens Ihrer Kunden auf Ihr Unternehmen zu?
- 3.16 Welche Rolle spielt dabei der Standort von Kunden?
- 3.17 Inwiefern nutzen Sie Digitalisierung, um neue Produkte und Dienstleistungen anzubieten?
- 3.18 Inwiefern verändert sich das Wertversprechen Ihres Unternehmens durch die zunehmende Digitalisierung?

4 Investitionen & Ressourcen

- 4.19 Wie hoch schätzen Sie den Investitionsbedarf in den nächsten 3 Jahren, gemessen als prozentualer Anteil am gesamten Investitionsbudget?
- 4.20 Welche Hemmnisse gibt es, die die Bereitschaft in Digitalisierung zu investieren senken?
- 4.21 Welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf die Anzahl der Mitarbeiter?

- 4.22 In welchen Bereichen sehen Sie Qualifizierungsbedarf für Ihre Mitarbeiter?
- 4.23 Ist das Angebot an qualifizierten Fachkräften hier am Standort Nürnberg groß genug?

5 Digitalisierung im Kontext des Standorts Nürnberg

- 5.24 Welche Bereiche im Digitalisierungsumfeld halten Sie in Nürnberg für besonders stark ausgeprägt?
- 5.25 Was fehlt der Branche ggfs. vor Ort?
- 5.26 Wie sind die Unternehmensakteure im Bereich digitalisierte Produktion in Nürnberg vernetzt?

6 Abschlussfragen

- 6.27 Wenn Sie drei Wünsche frei hätten, was würden Sie sich von der Wirtschaftsförderung der Stadt Nürnberg wünschen, um den Produktionsstandort Nürnberg 4.0 voranzubringen?
- 6.28 Gibt es irgendetwas, von dem Sie glauben, dass wir es unbedingt berücksichtigen sollten in einer Studie über den Produktionsstandort Nürnberg 4.0, worüber wir bisher gar nicht gesprochen haben?