



Industrie 4.0 in Nordbayern

Potenzialstudie für das Aktionsfeld
„vernetzte Produktion“

Impressum

Herausgeber

IHK Nürnberg für Mittelfranken (Projektleitung)
IHK zu Coburg
IHK für Oberfranken Bayreuth
IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim
IHK Würzburg-Schweinfurt

Durchgeführt von
IW Consult GmbH



Autoren

IW Consult GmbH
Hanno Kempermann
Leiter Branchen und Regionen
kempermann@iwkoeln.de

IW Consult GmbH
Agnes Millack
Referentin Branchen und Regionen
millack@iwkoeln.de

Die Autoren danken Marlen Brüntrup und Lisa Friedrich für ihre tatkräftige Unterstützung.

© 2016

Wir möchten darauf hinweisen, dass aus Gründen der leichteren Lesbarkeit in dieser Studie die männliche Sprachform verwendet wird. Sämtliche Ausführungen gelten natürlich in gleicher Weise für die weibliche. Dies soll jedoch keinesfalls eine Geschlechterdiskriminierung oder eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes zum Ausdruck bringen.

Bildnachweis Titelseite:

Titel: © IW Consult; Icons: www.flaticon.com, by freepik, Flaticon Basic License; by Gregor Cresna, Flaticon Basic License; by Situ Herrera, License: CC 3.0 BY.;by Eleonor Wang, License: CC 3.0 BY.

Inhalt

| | |
|--|------------|
| Vorwort | 4 |
| Executive Summary | 5 |
| 1 Zu dieser Studie | 11 |
| 2 Chancen und Risiken durch Industrie 4.0 | 15 |
| 2.1 Megatrends verändern die Welt – die fünf Treiber des Wandels | 15 |
| 2.2 Technologien sichern die Wettbewerbsfähigkeit von morgen | 24 |
| 2.3 Veränderungen der Arbeitswelt durch Industrie 4.0 | 33 |
| 2.4 Übergeordnete Rahmenbedingungen haben entscheidenden Einfluss | 37 |
| 3 Nordbayerns Stärken und Schwächen – der Industrie-4.0-Kompass | 42 |
| 3.1 Wirtschaftsstruktur – Industrie als Garant der Wettbewerbsfähigkeit | 42 |
| 3.2 Innovation – Treiber für Wachstum und Megatrends | 46 |
| 3.3 Arbeitsmarkt – die Basis für Industrie 4.0 | 58 |
| 3.4 Breitband – Schlüsseltechnologien ermöglichen | 61 |
| 3.5 Fazit: Regionalprofil Nordbayern | 62 |
| 4 Nordbayern als Vorreiter für Industrie 4.0 | 64 |
| 4.1 Ausgangslage – Industrie 4.0 in Nordbayern angekommen? | 64 |
| 4.2 Externer Check – die Industrie-4.0-Affinität in Nordbayern | 68 |
| 4.3 Interner Check – die Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern | 73 |
| 4.4 Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen in Nordbayern..... | 105 |
| 5 Was Industrie 4.0 im Wege steht – Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0 | 109 |
| 6 Regionaler Handlungsbedarf | 111 |
| 6.1 Handlungswünsche der Unternehmen an die IHKs | 112 |
| 6.2 Handlungsbedarf der IHKs | 114 |
| 6.3 Handlungsfelder an die Unternehmen und regionalen Akteure | 118 |
| Literaturverzeichnis | 122 |
| Anhang | 128 |
| Ansprechpartner für die Inhalte | 134 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1-1: Beschreibung der Stichprobe (Anzahl der Unternehmen) | 14 |
| Abbildung 2-1: Industrie-4.0-relevante Trends – Chancen erkennen und nutzen | 16 |
| Abbildung 2-2: RFID-Systeme ermöglichen eine flexible Produktion per Funk | 25 |
| Abbildung 2-3: Unternehmensinterne und -externe Vernetzung durch CPS | 26 |
| Abbildung 2-4: Mit Big Data zur Digitalen Fabrik..... | 27 |
| Abbildung 2-5: Produktionssteuerung in der Cloud..... | 28 |
| Abbildung 2-6: Verkürzte Wertschöpfungskette durch 3D-Druck..... | 28 |
| Abbildung 2-7: Wartung und Instandhaltung komplexer Anlagen mit Augmented Reality..... | 29 |
| Abbildung 2-8: Zehn wichtige Industrie-4.0-Technologien | 30 |
| Abbildung 2-9: Arbeitswelt 4.0 – Einschätzung der Chancen und Risiken in Nordbayern..... | 36 |
| Abbildung 3-1: Neue Gründerzentren im Bereich Digitalisierung in Nordbayern | 47 |
| Abbildung 3-2: FuE-Einrichtungen in Nordbayern mit Industrie-4.0-Bezug | 49 |
| Abbildung 3-3: SWOT-Analyse Industrie 4.0 in Nordbayern | 63 |
| Abbildung 4-1: Befassung der Unternehmen mit Industrie 4.0 | 65 |
| Abbildung 4-2: Selbsteinschätzung der Unternehmen zu ihrem Industrie-4.0-Verhalten | 66 |
| Abbildung 4-3: Bewertung der allgemeinen Chancen und Risiken durch Industrie 4.0 | 67 |
| Abbildung 4-4: Externe Industrie-4.0-Affinität in Nordbayern..... | 72 |
| Abbildung 4-5: Dimensionen und zugeordnete Themenfelder von Industrie 4.0 | 74 |
| Abbildung 4-6: Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern | 77 |
| Abbildung 4-7: Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern nach Unternehmensgrößen | 78 |
| Abbildung 4-8: Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern und Deutschland im Vergleich | 79 |
| Abbildung 4-9: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Strategie und Organisation..... | 81 |
| Abbildung 4-10: Umsetzungsstand der Industrie-4.0-Strategie in Nordbayern..... | 82 |
| Abbildung 4-11: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Factory | 84 |
| Abbildung 4-12: Erfassung von Maschinen- und Prozessdaten | 85 |
| Abbildung 4-13: Maschinenparkfunktionalitäten..... | 86 |
| Abbildung 4-14: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Operations | 90 |
| Abbildung 4-15: Informationsaustausch nach Unternehmensbereichen..... | 91 |
| Abbildung 4-16: Selbstständig reagierende Produktionsprozesse..... | 92 |
| Abbildung 4-17: Umsetzungsstand von IT-Sicherheitsmaßnahmen | 93 |
| Abbildung 4-18: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Products | 95 |
| Abbildung 4-19: Zusatzfunktionalitäten von Produkten | 96 |
| Abbildung 4-20: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Data-driven Services | 98 |
| Abbildung 4-21: Angebot von datenbasierten Dienstleistungen | 99 |
| Abbildung 4-22: Anteil genutzter Daten im Unternehmen | 100 |
| Abbildung 4-23: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Mitarbeiter..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 4-24: Mitarbeiterkompetenzen für Industrie 4.0 | 104 |
| Abbildung 4-25: Angebotene Industrie-4.0-Lösungen in Nordbayern | 105 |
| Abbildung 4-26: Vorteile durch Industrie-4.0-Produkte und -Dienstleistungen | 107 |
| Abbildung 4-27: Differenzierte Betrachtung der Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen..... | 108 |
| Abbildung 5-1: Industrie-4.0-Hemmnisse in Nordbayern | 109 |
| Abbildung 5-2: Top-3-Hemmnisse nach Größenklasse | 110 |
| Abbildung 6-1: Handlungswünsche der Unternehmen an die IHKs | 112 |
| Abbildung 6-2: Top-3-Handlungswünsche der Unternehmen nach Größenklasse..... | 113 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tabelle 3-1: Die nordbayerische Branchenstruktur im Vergleich | 43 |
| Tabelle 3-2: Entwicklung der nordbayerischen FuE-Ausgaben im Vergleich | 48 |
| Tabelle 3-3: Beschäftigungsentwicklung und Arbeitslosigkeit im Vergleich..... | 59 |
| Tabelle 4-1: Externe Industrie-4.0-Affinität – Auswertung nach Bezirken..... | 70 |
| Tabelle 4-2: Top 25 – Industrie-4.0-Affinität nach Städten..... | 71 |
| Tabelle 4-3: Industrie-4.0-Readiness nach Unternehmensgrößenklassen in Nordbayern | 78 |
| Tabelle 6-1: Ergebnisse der Industrie-4.0-Readiness-Messung im Überblick | 111 |

Vorwort

Die zunehmende Digitalisierung, auch bekannt als Industrie 4.0, ist für Nordbayern mit seiner historischen industriellen Prägung von besonderer Bedeutung. Eine durchschnittliche Industriequote von 36 Prozent unterstreicht die herausragende Stellung des produzierenden Gewerbes in den Regionen der fünf nordbayerischen Industrie- und Handelskammern aus Bayreuth, Coburg, Nürnberg, Regensburg und Würzburg-Schweinfurt. Auch die zahlreichen Anbieter von Industrie 4.0-Lösungen, die bereits seit langem in Clustern wie dem Automation Valley Nordbayern erfolgreich zusammenarbeiten, sind eindeutige Stärken der Region. Fest steht aber auch: Mit der immer weitreichenderen Digitalisierung der industriellen Wertschöpfungsketten ergeben sich sowohl Chancen als auch Herausforderungen für Unternehmen.

Vor diesem Hintergrund haben die fünf nordbayerischen Industrie- und Handelskammern unter Federführung der IHK Nürnberg für Mittelfranken das Unternehmen IW Consult, eine Tochter des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln, mit der vorliegenden Studie „Industrie 4.0 in Nordbayern“ beauftragt.

Im Fokus der Studie stand eine empirische Reifegradmessung von nordbayerischen Unternehmen in Bezug auf den Umsetzungsstand von Industrie 4.0. An der tiefgehenden Analyse haben sich 354 regionale Unternehmen beteiligt. Abschließend werden Handlungsempfehlungen für Unternehmen, für die Regionalentwicklung sowie für künftige IHK-Aktivitäten gegeben.

Die Industrie- und Handelskammern unterstützen ihre Unternehmen tatkräftig dabei, den Megatrend Digitalisierung zu ihrem Vorteil zu nutzen. Hierfür leistet die vorliegende Studie einen wertvollen Beitrag.

Allen beteiligten Unternehmen danken wir für ihr Engagement sehr herzlich.

| Industrie- und Handelskammer | Präsident | Hauptgeschäftsführer |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|
| zu Coburg | Friedrich Herdan | Siegmar Schnabel |
| Nürnberg für Mittelfranken | Dirk von Vopelius | Markus Löttsch |
| Oberfranken Bayreuth | Heribert Trunk | Christi Degen |
| Regensburg für Oberpfalz / Kelheim | Gerhard Witzany | Dr. Jürgen Helmes |
| Würzburg-Schweinfurt | Otto Kirchner | Prof. Dr. Ralf Jahn |

Executive Summary

Was wurde gemacht?

Vor dem Hintergrund der breiten Palette an bestehenden Studien zum Themenkreis Industrie 4.0 beantwortet die vorliegende Untersuchung folgende offene Fragen:

1. Wie ist Nordbayern bzw. die europäische Metropolregion Nürnberg im bundesweiten Vergleich positioniert in Bezug auf Chancen und Risiken im Bereich Industrie 4.0?
2. Wie stark identifizieren sich die nordbayerischen Unternehmen mit Industrie 4.0 aus externer Sicht und im bundesweiten Vergleich (Industrie-4.0-Affinität)?
3. Welchen Reifegrad hat das produzierende Gewerbe in Nordbayern (Industrie-4.0-Readiness)?
4. Welche Wettbewerbsposition nehmen die nordbayerischen Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen ein?

Hierzu wurden folgende methodische Ansätze gewählt:

- Für die externe Messung der Industrie-4.0-Affinität wurde ein systematisches Webcrawling durchgeführt, in dem die Websites von insgesamt 121.998 nordbayerischen Unternehmen nach definierten Industrie-4.0-Begriffen durchsucht wurden. Die Ergebnisse für die nordbayerischen Großstädte mit mehr als 100.000 Einwohnern wurden mit einem entsprechenden bundesweiten Webcrawling (insgesamt 641.139 Websites) verglichen.
- Der aktuelle Umsetzungsstand von Industrie-4.0-Konzepten in den nordbayerischen Unternehmen wurde empirisch durch eine Umfrage bestimmt und mit einem detaillierten Readiness-Modell kategorisiert. Besonderer Wert wurde auf eine repräsentative Erhebung gelegt, welche die mittelständische Struktur in Nordbayern mit ihrem vollen Gewicht abbildet: Von insgesamt 354 Unternehmen, die den umfangreichen Fragebogen vollständig ausgefüllt hatten, sind 40,1 Prozent Kleinunternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern und 41,5 Prozent mittelständische Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern. Lediglich 18,4 Prozent der Unternehmen beschäftigen mehr als 250 Mitarbeiter.
- Um die Wettbewerbsposition der nordbayerischen Anbieter zu bestimmen, wurde das Angebotsportfolio erhoben und dieses nach Schlüssel- und Basistechnologien differenziert.
- Die Studie wurde abgerundet durch vier Experteninterviews zur Positionierung der für Nordbayern zentral wichtigen Automobilzulieferindustrie.

Die Ergebnisse im Überblick

Hohe Industrie-4.0-Affinität – drei nordbayerische Städte unter den 25 Industrie-4.0-affinsten Städten in Deutschland.

Nordbayern weist im deutschlandweiten Vergleich eine hohe Industrie-4.0-Affinität auf, was vor allem an der hohen Industriequote und den stark ausgeprägten Industrie-4.0-affinen Branchen in der Region liegt. Mit Erlangen, Nürnberg und Regensburg sind drei nordbayerische Städte in der deutschlandweiten Betrachtung unter den Top 25 der Industrie-4.0-affinsten Großstädte mit min-

destens 100.000 Einwohnern vertreten. Die Befunde zeigen, dass Nordbayern trotz seiner Heterogenität bei Industrie 4.0 weit vorne ist. Daraus lässt sich ableiten, dass die Vernetzung in Nordbayern einen flächendeckenden Effekt hat.

Industrie 4.0 ist in Nordbayern angekommen. Im Vergleich zu Deutschland beschäftigen sich deutlich mehr Unternehmen mit Industrie 4.0. Der Weg ist aber noch weit.

Bereits die Hälfte der Unternehmen in Nordbayern befasst sich mit Industrie 4.0. Dabei gilt: Je größer das Unternehmen, desto eher beschäftigt es sich bereits mit dem Themenkomplex. Unbekannt ist Industrie 4.0 für jedes fünfte Unternehmen (21 Prozent).

Die Readiness-Messung für die nordbayerischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zeigt jedoch, dass mit 3,3 Prozent nur ein relativ kleiner Anteil unter den Unternehmen bereits zu den Erfahrenen (Readiness-Stufe 3) bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zählt. Mit 68,8 Prozent hat die überwiegende Mehrheit der Unternehmen noch keine systematischen Schritte zur Umsetzung unternommen (Readiness-Stufe 0).

Dabei zeigt sich, dass ein Größenklassentrend existiert: Je größer ein Unternehmen, desto weiter ist es in der Planung und Umsetzung von Industrie 4.0. Im Vergleich zu Deutschland ist dabei festzustellen, dass die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Nordbayern deutlich weiter fortgeschritten sind als die Unternehmen in Deutschland insgesamt, wo lediglich 0,3 Prozent der Unternehmen die Stufe 3 erreichen.

Der Weg zu integrierten Wertschöpfungsnetzwerken ist aber noch weit. Für viele Unternehmen sind Unklarheiten über den wirtschaftlichen Nutzen von Industrie-4.0-Konzepten ein großes Hemmnis. Besonders deutlich wird dies durch den extrem geringen Reifegrad im Bereich Data-driven Services (93,5 Prozent liegen bei der Readiness-Stufe 0). Dieses Ergebnis stellt eine Herausforderung dar, weil datengetriebene Geschäftsmodelle als zentrale Chance im Bereich Industrie 4.0 gelten, was durch die vier Experteninterviews entlang der Automobil-Zulieferkette unterstrichen wird.

Die derzeitigen Rahmenbedingungen für Industrie 4.0 sind in Nordbayern heterogen ausgeprägt.

Wirtschaftsstruktur

Die industrielle Prägung in weiten Teilen Nordbayerns schafft beste Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0. Die höchsten Industriequoten der Untersuchungsregion weisen die ländlichen Regionen in den Räumen Coburg, Bayreuth und Regensburg auf. Gleichzeitig sind die unternehmensnahen Dienstleistungen eine Stärke der Region, vor allem rund um urbane Ballungsräume wie Würzburg und Nürnberg. Dieser starke Dienstleistungssektor kann bei entsprechender Spezialisierung zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 beitragen. Verhältnismäßig schwach ist Nordbayern bei innovativen Wirtschaftsbranchen wie der Kultur- und Kreativwirtschaft sowie wissensintensiven Dienstleistungen aufgestellt: Die Beschäftigungsdichte ist geringer als im Bundes- und Landesvergleich (siehe Tabelle 3-1). Durch ihr hohes Wachstumspotenzial sind diese Branchen ein wichtiger Treiber für Innovation und tragen zur Entwicklung von Industrie 4.0 bei.

Innovationen

Die breite Forschungsbasis im Umfeld von Industrie 4.0 prägt die Innovationsfähigkeit Nordbayerns und ermöglicht es den Unternehmen, zielgerichtet Partner für Projekte und Aktivitäten bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu finden. Die Vernetzung der Unternehmen innerhalb der Region sowie mit Forschungseinrichtungen durch Kompetenzinitiativen in den Bereichen Automation | Industrie 4.0 (Automation Valley Nordbayern), Automotive, Sensorik und Leistungselektronik sind weitere Erfolgsfaktoren. Jedoch fehlen insbesondere in den peripheren Räumen Innovationstreiber wie Unternehmen der Kultur- und Kreativwirtschaft und Rahmenbedingungen wie beispielsweise Infrastruktur und Fachkräfte, die die Entwicklung von Industrie 4.0 weiter vorantreiben könnten.

Arbeitsmarkt

In vielen Regionen Nordbayerns sind die Unternehmen mit einem verstärkten Fachkräftemangel konfrontiert. Der erhöhte Bedarf an spezialisierten Fachkräften für Industrie 4.0 trifft in einigen Regionen Nordbayerns zudem auf die Herausforderungen des demografischen Wandels. Dabei ist nicht nur die Verfügbarkeit von Fachkräften ein wichtiges Thema für die Unternehmen, sondern auch deren Qualifikation.

Breitband

Die Umsetzung des Breitbandausbaus fällt regional sehr unterschiedlich aus. In puncto Breitbandausbau profitieren die Unternehmen bereits vom bayerischen und dem bundesdeutschen (BMVI) Breitbandförderprogramm. Insbesondere im ländlichen Raum sind solche Programme notwendig, um Unternehmen nicht von Zukunftstechnologien auszuschließen.

Was ist zu tun?

Der regionale Handlungsbedarf richtet sich einerseits an die IHKs und andererseits an Unternehmen und regionale Akteure.

Handlungsbedarf an die IHKs.

Beratungsarbeit

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der aktuell vorliegenden Umfrage sollte Know-how mit Bezug zum wirtschaftlichen Nutzen sowie zu neuen Geschäftsmodellen im Bereich Industrie 4.0 vorgehalten werden. Die bestehenden Beratungsprojekte in den Bereichen IT-Sicherheit und Wirtschaftskriminalität sollten verlängert, ausgebaut und um einen eigenen Schwerpunkt „Industrial IT-Security“ erweitert werden.

Regionale Netzwerke

In Nordbayern haben Unternehmen seit vielen Jahren Zugriff auf ein breites Angebot an Netzwerken des IHK-Geschäftsfelds Innovation und Umwelt. Die IHK-Netzwerke bieten Fachvorträge zu aktuellen Themen, vermitteln Praxis-Tipps für den Berufsalltag, präsentieren Best-Practice-Beispiele und bieten neutrale Plattformen, um sich mit neuen Impulsen zu versorgen und neue Kontakte zu knüpfen. Die bislang schon sehr intensive Netzwerkarbeit sollte zukünftig noch stärker

als bisher auf mittelständische Anwender nicht nur der Automatisierungstechnik, sondern aller Industrie-4.0-relevanten Technologien erweitert werden.

Wissens- und Technologietransfer

Eine wichtige Voraussetzung für den regionalen Wissens- und Technologietransfer ist die fundierte Kenntnis der Technologieanbieter sowie der Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Hier könnte ergänzend zu dem Transfer-Portal der bayerischen Universitäten und Hochschulen (baydat) ein regionaler Kompetenzatlas zu Industrie-4.0-relevanten Technologien nützlich sein. Um insbesondere mittelständische Unternehmen für das Thema zu gewinnen, wird eine Aufstellung von regionalen Best-Practice-Beispielen empfohlen.

Informations- und Aufklärungsarbeit

Vor dem Hintergrund der erhobenen Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0 sollten zukünftige Informationsveranstaltungen verstärkt den wirtschaftlichen Nutzen aufgreifen und mittelstandsgerecht aufbereitet werden, beispielsweise durch die Vorstellung von Best-Practice-Lösungen. Weiter sollten mittelständische Unternehmen zweckdienlich über mögliche Geschäftsmodelle informiert werden.

Qualifikation

In einer digitalisierten Wirtschaft entstehen des Weiteren neue Qualifizierungsanforderungen, insbesondere im Bereich der Sicherheit der IT-Infrastruktur und dem Datenschutz. Zukünftige IHK-Weiterbildungen sollten sich an neuen Anforderungen ausrichten.

Ausbau regionaler FuE-Infrastruktur

Die nordbayerischen IHKs sollten darauf hinarbeiten, weitere Netzwerke zwischen Unternehmen, FuE und der Politik auf- und auszubauen. Vorbild könnte hierbei die Interessengemeinschaft Hochschulen (igh) der IHK Nürnberg für Mittelfranken sein.

Regionale Interessensvertretung für Industrie 4.0

Aufgrund der geäußerten Hemmnisse (siehe Abbildung 5-1) sollte bei der Interessensvertretung ein besonderes Augenmerk auf leistungsfähige digitale Infrastrukturen, die Sicherstellung einer hohen Daten- und Informationssicherheit, die Qualifizierung der Mitarbeiter, die Unterstützung und Finanzierung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie auf die Vernetzung der Marktteilnehmer untereinander gelegt werden.

Start-ups/Unternehmensansiedlungen im Bereich Industrie 4.0 fördern

Die IHK-Organisation engagiert sich in vielfältiger Weise für Gründer in Form von Beratungsangeboten, Vorgründungs-Coachings, Seminaren und Gründerpreisen. Darüber hinaus unterstützen die nordbayerischen IHKs die Initiative „Gründerland.Bayern“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, um Gründungen und Netzwerke speziell im Bereich Digitalisierung zu fördern. Dieses Engagement sollte fortgesetzt und gemäß den regionalen Schwerpunkten ausgebaut werden.

Handlungsfelder an Unternehmen, regionale Akteure und Politik.

Pilotierung – Mehr Raum für Innovationen schaffen

Da sich bisher nur wenige Unternehmen in Nordbayern intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigt haben, sind die Potenziale von Industrie 4.0 häufig noch unklar. Die Fallstudien haben ergeben, dass dies oftmals an starren und zu engen Unternehmensrichtlinien liegt, vor allem bei Großunternehmen. Um über diese hinauszugehen, müssen Freiräume eröffnet werden. In diesen können einzelne Industrie-4.0-Projekte testweise durchgeführt werden, um die konkreten Potenziale bewerten zu können. Darüber hinaus sollten forschungsnahe Testumgebungen (wie zum Beispiel das Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. des Fraunhofer IIS) weiter ausgebaut werden, um Industrie-4.0-Lösungen praxisnah erproben zu können und einen wirtschaftlichen Nutzen abzuleiten.

Digitaler Optimismus – Digitalisierung angehen und investieren

Bei vielen Unternehmen in Nordbayern befindet sich eine Industrie-4.0-Strategie noch in der Entwicklungsphase oder ist überhaupt nicht vorhanden. Daher ist für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 ein Kulturwandel unerlässlich. Dieser erfordert eine angepasste Unternehmensstrategie und -organisation, die von den Führungskräften im Unternehmen aufgesetzt und etabliert wird.

Fachkräftesicherung – Strategien zur Kompetenzentwicklung zukunftsorientiert ausrichten

Industrie 4.0 erfordert einen umfangreichen Aufbau neuer Kompetenzen und Qualifikationen. Die Befragungsergebnisse haben gezeigt, dass die notwendigen Fähigkeiten in vielen nordbayerischen Unternehmen gar nicht oder nicht ausreichend vorhanden sind. Hinzu kommt, dass insbesondere viele peripher gelegene Regionen in Nordbayern der Abwanderung von Fachkräften aktiv entgegenwirken müssen, beispielsweise indem sie ihre Attraktivität als Arbeitgeber steigern, um so Fachkräfte anzuziehen. Die Politik muss die Inhalte von Ausbildungsberufen und Studiengängen an die künftigen Anforderungen der digitalen Welt in Zusammenarbeit mit den Unternehmen anpassen und schon bei der Schulbildung eine Grundlage für die notwendige Ausbildung schaffen.

Digital Innovation Hub Nordbayern – Nordbayerische Stärken der Vernetzung intensivieren

Innovationen sind entscheidend, um schnell auf Marktanforderungen und Kundenbedürfnisse reagieren zu können und Wettbewerbsvorsprünge zu sichern. Innovationen sind jedoch häufig mit hohem Finanzierungsaufwand verbunden. Gut ein Drittel der Unternehmen in Nordbayern gibt an, dass sie die fehlende Finanzkraft zur Durchführung von Investitionen daran hindert, Industrie 4.0 voranzutreiben. Daher ist es vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sinnvoll, sich mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zusammenzuschließen, um über Fördermittel erste Testläufe durchführen zu können.

Tradition trifft Digitale Modernität – Gründungshub Industrie 4.0 aufbauen

Die Unternehmen in Nordbayern weisen bei der Entwicklung von datenbasierten Geschäftsmodellen die mit Abstand geringste Industrie-4.0-Readiness auf: Das Gros der Unternehmen gab in der Befragung an, keine datenbasierten Dienstleistungen anzubieten. Um die Entwicklung dieser datenbasierten Geschäftsmodelle voranzutreiben, sind Impulse von außen hilfreich, beispielsweise

durch die Zusammenarbeit mit Start-ups oder der Gründung eigener Start-up-Hubs, die als Innovationstreiber dienen.

Weichenstellung – Rahmenbedingungen und Infrastruktur für Industrie 4.0 müssen stimmen

Weitgehend unabhängig vom Reifegrad sind ungeklärte Rechtsfragen, fehlende Normen und Standards sowie mangelndes Vertrauen in die Datensicherheit bedeutende Hemmnisse für die Unternehmen auf ihrem Weg zu Industrie 4.0. Hier sind vor allem der Staat, die Wissenschaft und die Verbände gefordert, für die entsprechenden Rahmenbedingungen zu sorgen. Auch die Breitbandinfrastruktur ist essenziell. In der kommenden Gigabit-Gesellschaft helfen Verbindungsgeschwindigkeiten von 50 Mbit/s und damit die aktuellen Zielsetzungen der Förderprogramme nicht final weiter. Neben Glasfaser mit geringen Reaktionszeiten müssen auch 5G-Lösungen im Mobilfunk und neue WLAN-Technologien weiterentwickelt werden. Das Ziel heißt konvergente Kommunikationstechnologien.

1 Zu dieser Studie

Hintergrund – Das Zukunftsthema Industrie 4.0 als Produktivitätstreiber

Industrie 4.0 steht für die ganzheitliche Vernetzung von Unternehmen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken. Industrieunternehmen profitieren dabei von hohen Produktivitätszuwächsen und einer flexiblen Produktion. Letztere wird es den Unternehmen bei konsequenter Umsetzung auch in Zukunft in maßgeblicher Weise ermöglichen, ihre Wettbewerbsvorsprünge gegenüber ausländischen Unternehmen aufrecht zu erhalten. Industrie 4.0 entfaltet aber nicht nur für Industrieunternehmen große Potenziale, sondern ebenfalls für Dienstleister. Diesen und den Industrieunternehmen werden vollkommen neue Geschäftsmodelle eröffnet, die Effizienzgewinne, Wachstum und neue Märkte versprechen. Lösungen auf Basis von Smart Data sowie neue Cloud- und Steuerungstechniken bieten weitere Chancen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und damit die Resilienz von Regionen zu erhöhen. Nordbayern kann aufgrund seiner diversifizierten Wirtschaftsstruktur und starken industriellen Basis in besonders hohem Maße von Industrie 4.0 profitieren. Hier finden sich sowohl Anwender als auch Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen.

Trotz des allgemeinen Konsenses über die Chancen von Industrie 4.0 werden neue Technologien wie Cloud Computing, 3D-Druck oder Big Data aufgrund ihrer hohen Komplexität zu oft als Risiko und nicht als Chance gesehen (McKinsey, 2015). Das führt dazu, dass die Implementierung von entsprechenden Technologien bislang eher zögerlich verläuft. Besonders bei kleinen und mittelständischen Unternehmen ist der Industrie-4.0-Umsetzungsgrad noch gering ausgeprägt.

Zielsetzung – Identifizierung von Industrie-4.0-Potenzialen und möglichen Stolpersteinen

Diese Studie setzt genau an diesem Punkt an und bringt die große Zukunftsvision näher an die betriebliche Realität. In einem ersten Schritt werden die Potenziale der Wirtschaft in Nordbayern aufgezeigt und die Wettbewerbsposition der ansässigen Unternehmen eingeordnet. Dafür werden zunächst in Kapitel 2 die Chancen und Risiken identifiziert, die sich aus den Industrie-4.0-relevanten Trends und Technologien ergeben. In Kapitel 3 werden die Rahmenbedingungen für Industrie 4.0 skizziert und diesbezüglich die spezifischen Stärken und Schwächen der Untersuchungsregion dargelegt. Anschließend wird in Kapitel 4 der Reifegrad der Unternehmen in Nordbayern aus zwei Perspektiven beleuchtet. In der externen Sicht wird über ein systematisches Webcrawling abgebildet, wie stark sich Unternehmen mit Industrie 4.0 identifizieren und von der Außenwelt wahrgenommen werden möchten. In der internen Sicht werden die Unternehmen in Nordbayern mit Industrie-4.0-Bezug befragungsbasiert identifiziert und dokumentiert. Dabei wird sowohl die Anwender- als auch die Anbietersicht von Industrie-4.0-Lösungen eingenommen:

- In der Anwendersicht wird untersucht, an welcher Stelle die Unternehmen in Nordbayern bei der Umsetzung von Industrie 4.0 stehen. Es sollen anspruchsvolle Wegmarken aufgezeigt werden, die für viele Unternehmen hinsichtlich ihrer Industrie 4.0-Fähigkeit noch zu passieren sind. Dazu wurde ein Messkonzept entwickelt und die Parameter im Rahmen einer Befragung empirisch ermittelt.

- Die Anbietersicht gibt Aufschluss über die Unternehmen in Nordbayern, die Industrie-4.0-Lösungen bereitstellen. Dabei wird zwischen Anbietern von Schlüssel- und Basistechnologien unterschieden. Die Differenzierung erfolgt anhand von zwei Merkmalen (Wettbewerbsintensität und Vernetzungsgrad), die ebenfalls im Rahmen einer Befragung ermittelt werden.

Im anschließenden Kapitel 5 werden Faktoren aufgezeigt, die die Umsetzung von Industrie 4.0 hemmen. Die Studie schließt in Kapitel 6 mit der Identifizierung vordringlicher Handlungsfelder. Darüber hinaus wird an einigen Stellen der Studie anhand von vier Fallstudien mit Schwerpunkt auf der Automobilindustrie analysiert, inwieweit Industrie 4.0 Wertschöpfungsketten verändert und vor welchen Herausforderungen Zulieferbetriebe im Zuge der Digitalisierung stehen. Hierbei hat sich gezeigt, dass es unterschiedliche Einordnungen der aktuellen Trends und Entwicklung gibt, was daran liegt, dass Industrie 4.0 noch am Anfang steht und sich einzelne Prozesse und Kooperationen erst in der Phase der Manifestation befinden.

Methodisches Vorgehen – Breiter Methodenmix

Zur Durchführung dieser Studie wurde ein Methoden-Mix aus Literaturanalyse, Experteninterviews, Unternehmensfallstudien, Webcrawling und einer umfassenden Unternehmensbefragung gewählt. Die Befragung verfolgt vor allem zwei Ziele:

1. Bestimmung des Industrie-4.0-Reifegrades der nordbayerischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes (ausführlich siehe Kapitel 4.3).
2. Bestimmung des Industrie-4.0-Reifegrades (soweit relevant) sowie der Wettbewerbsposition von Unternehmen, die Industrie-4.0-Lösungen anbieten (ausführlich siehe Kapitel 4.4)

Auf Basis der durchgeführten Befragung können zudem Aussagen zur allgemeinen Einstellung der Unternehmen in Nordbayern in Bezug zu Industrie 4.0 sowie zu den damit verbundenen Chancen, Risiken, Hemmnissen und Handlungswünschen getroffen werden. Kern der empirischen Erhebung ist eine Online-Befragung von Mitgliedern der Industrie- und Handelskammern (IHKs) in Oberfranken Bayreuth, Coburg, Nürnberg, Regensburg und Würzburg-Schweinfurt, die von März bis Mai 2016 durchgeführt wurde. Die Unternehmen wurden postalisch oder via E-Mail zur Teilnahme eingeladen.

Beschreibung der Stichprobe – Wer wurde befragt?

Für die Studie konnten die Antworten von 354 Unternehmensvertretern verschiedener hierarchischer Ebenen, Wirtschaftszweige und Unternehmensgrößen ausgewertet werden (siehe Abbildung 1-1). Es wurden gezielt Branchen ausgewählt, die als Umsetzer oder als Anbieter/Gestalter von Industrie-4.0-Lösungen infrage kommen. Die meisten Teilnehmer stammen aus dem Kammerbezirk der IHK Nürnberg für Mittelfranken; hier haben insgesamt 173 Unternehmen an der Befragung teilgenommen.

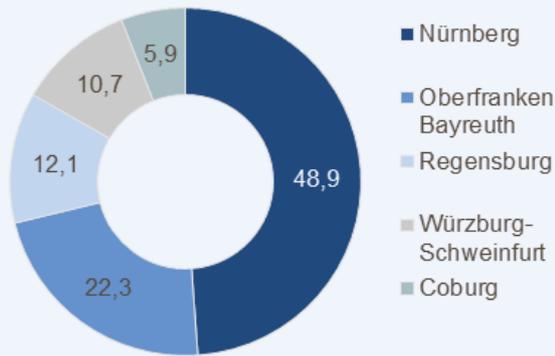
Die Teilnehmer aus den unterschiedlichen Kammern und Branchen repräsentieren sowohl große Unternehmen als auch kleine und mittelständische Unternehmen. 18,4 Prozent der Befragten sind in Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern beschäftigt. Diese Gruppe soll im Folgenden als große Unternehmen bezeichnet werden. 41,5 Prozent der Befragten sind in Unternehmen tätig, die 20 bis 249 Mitarbeiter beschäftigen und in dieser Studie als mittelständische Unternehmen bezeichnet werden. 40,1 Prozent der Befragten arbeiten in Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern (kleine Unternehmen).

Unternehmen aus der Industrie (178 Unternehmen) und dem Dienstleistungssektor (176 Unternehmen) sind in der Stichprobe zu gleichen Anteilen vertreten. Mit 23,4 Prozent machen Dienstleister der Informationstechnologie (im folgenden IT-Dienstleister genannt) den größten Anteil an der Stichprobe aus. Branchen des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes folgen als zweitstärkste Branchen mit 15,5 Prozent. Der Maschinenbau sowie die Unternehmen aus dem Metallwesen sind als drittstärkste Branchen vertreten und repräsentieren jeweils 9 Prozent der Stichprobe. Dennoch ist die Stichprobe für differenzierte Branchenauswertungen zu gering und lässt lediglich eine differenzierte Auswertung für die Industrie und den Dienstleistungssektor zu. Die Stichprobenverteilung der Teilnehmer nach den verschiedenen Wirtschaftszweigen ist im Detail in Abbildung 1-1 dargestellt.

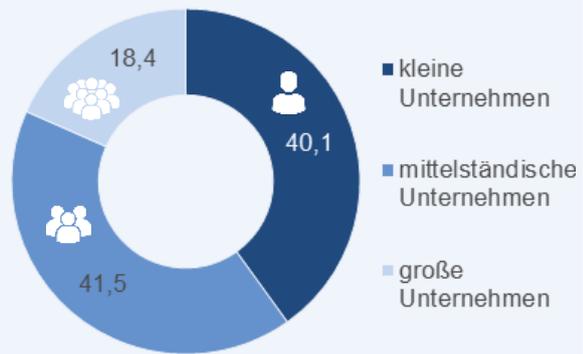
Abbildung 1-1: Beschreibung der Stichprobe (Anzahl der Unternehmen)

Angaben in Prozent; n=354

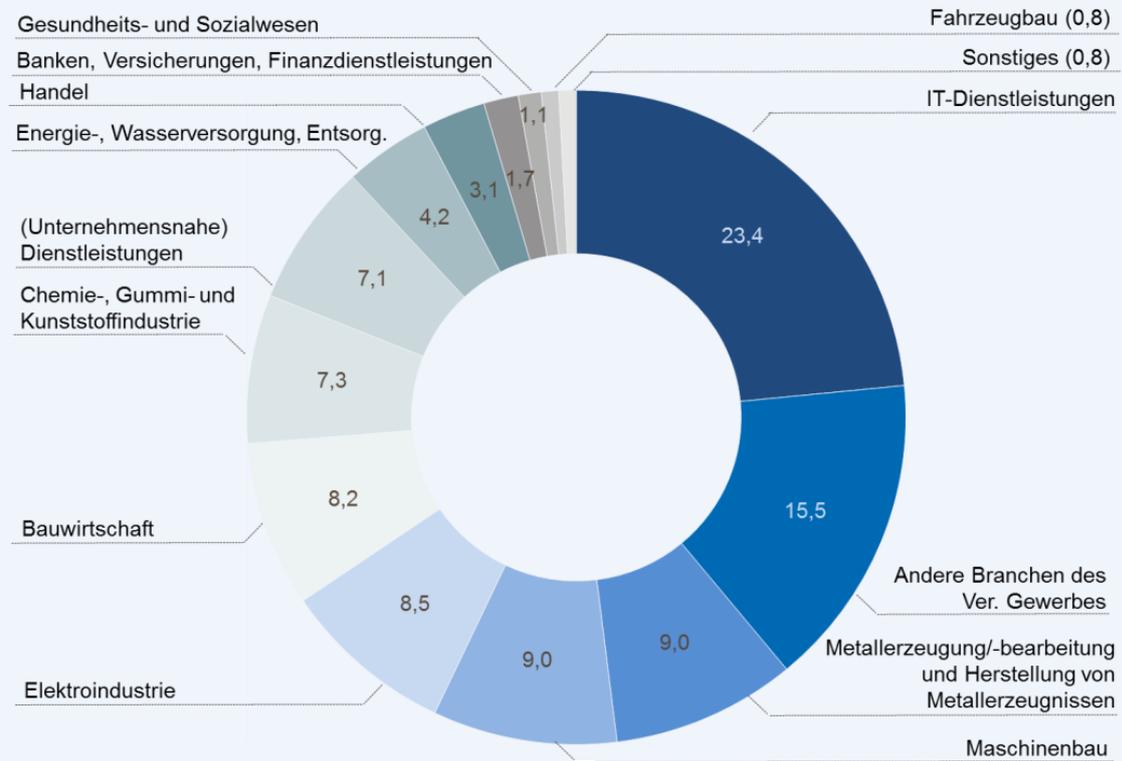
Kammerzugehörigkeit



Unternehmensgröße



Branchenverteilung



Eigene Darstellung IW Consult

2 Chancen und Risiken durch Industrie 4.0

In diesem Kapitel werden auf Basis der aktuell vorliegenden (inter-)nationalen Studien sowie statistischer Datenquellen die relevanten Trends und Technologien für Industrie 4.0 identifiziert, praxisnah strukturiert und aufgezeigt, wie Unternehmen von diesen Entwicklungen profitieren können. Ziel dieses Kapitels ist es, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welches sind die wesentlichen Megatrends und Technologien mit Bezug zu Industrie 4.0?
- Wie wirken sich diese Trends auf die Region und die ansässigen Unternehmen aus und welche konkreten Anwendungsfälle lassen sich aus den Technologien ableiten?
- Wie können diese Trends und Technologien für die Sicherung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit genutzt werden und welche Maßnahmen sind dafür notwendig?

2.1 Megatrends verändern die Welt – die fünf Treiber des Wandels

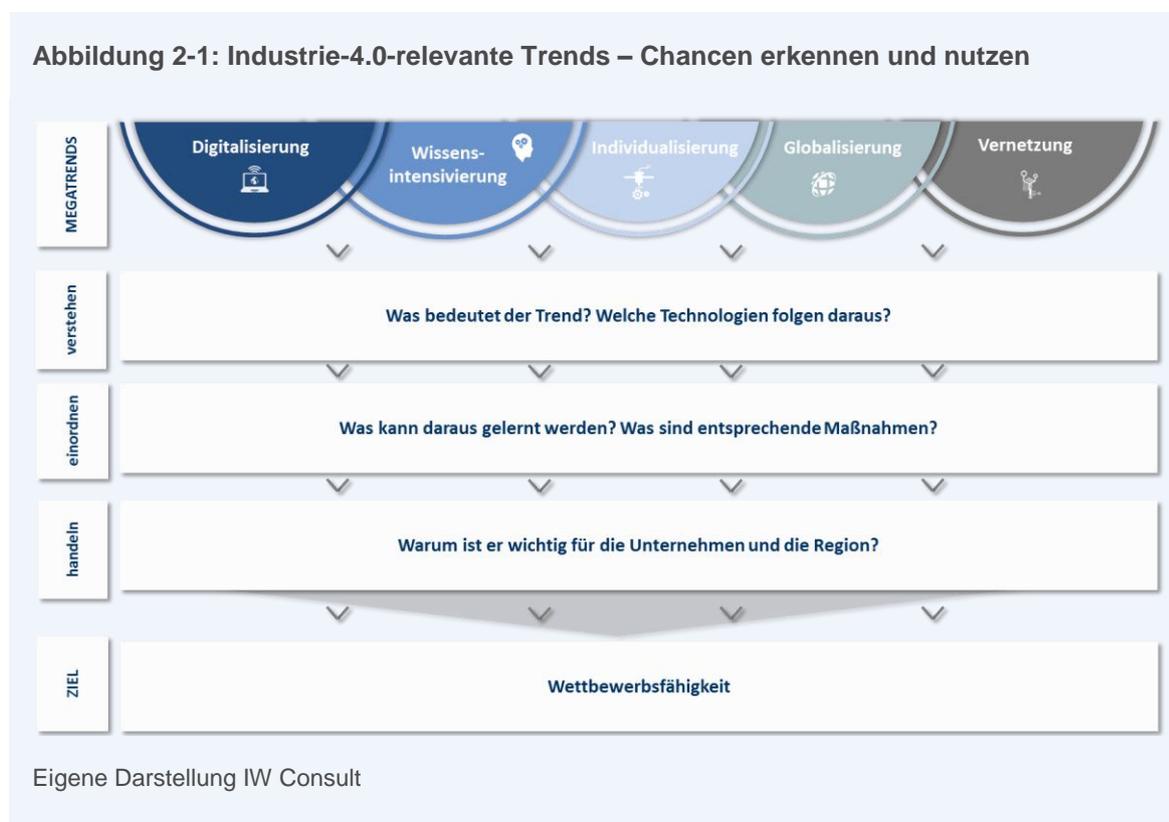
Die Region Nordbayern steht, wie alle anderen hoch entwickelten Wirtschaftsräume in Europa, vor vielfältigen Aufgaben, die sich aus globalen Megatrends ergeben. Gleichzeitig stehen die Unternehmen und Akteure in der Region vor Herausforderungen von Industrie 4.0, die durch einen dieser Trends, der Digitalisierung, überhaupt erst ermöglicht werden. Im Rahmen dieser Studie wurden fünf wesentliche Megatrends identifiziert, die einen Bezug zu Industrie 4.0 haben. Zu diesen Megatrends zählen:

- Digitalisierung,
- Wissensintensivierung,
- Individualisierung,
- Globalisierung und
- Vernetzung.

Einzelnen und auch aus der Kombination dieser Trends entstehen neue Technologien, deren Einsatz eine intelligente Vernetzung zwischen Produktentwicklung, Produktion, Logistik und Kunden ermöglicht und dadurch Produktivitätssteigerungen, Flexibilitätsvorteile und Wachstumsimpulse herbeiführt.

So bilden beispielsweise cyber-physische Systeme (CPS) die technische Grundlage für die intelligente Fabrik (Smart Factory), die eigenständig Probleme lösen und Abläufe steuern und anpassen kann. Additive Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck ermöglichen eine individualisierte Produktion und ebnen den Weg für eine sogenannte Mass Customization, also die kundenindividuelle Massenfertigung. Intelligente Waren- und Verkehrsflüsse oder innovative, datenbasierte Dienstleistungen lassen sich durch Big-Data-Analysen realisieren. Mit Augmented Reality, also der computergestützten Erweiterung der Realitätswahrnehmung, können virtuelle Tests im Entwicklungsprozess durchgeführt sowie komplexe und arbeitsintensive Wartungs- und Reparaturarbeiten angeleitet werden.

Das sind nur einige von vielfältigen Anwendungsbeispielen, die sich aus Industrie-4.0-Technologien ergeben. Insgesamt zeigt sich, dass der technologische Fortschritt zu einer umfassenden Vernetzung in der Produktion führt. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die aktuellen Megatrends zu berücksichtigen und Industrie 4.0 mit den dazugehörigen Technologien voranzubringen. Besonders kleine Unternehmen benötigen Unterstützung bei der Umsetzung neuer Technologien. Häufig sind die Investitionskosten zu hoch und die Personalressourcen geringer als bei Großunternehmen. Unternehmen und regionale Akteure können die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Geschäftsmodelle und Region nur dann aktiv und langfristig sichern und ihre eigene Zukunft erfolgreich gestalten, wenn sie die sich ergebenden Chancen ergreifen (Abbildung 2-1).



Wie die genannten Industrie-4.0-relevanten Trends und Technologien die zukünftigen Produktionsstätten wandeln werden und welche Anforderungen an Unternehmen, Politik und regionale Akteure daraus folgen, wird in den kommenden Abschnitten dargestellt.

Digitalisierung – disruptive Geschäftsmodelle und digitale Nähe verändern die Produktion

Als Querschnittstechnologie durchdringt die Digitalisierung alle Lebens- und Arbeitsbereiche. Sie ermöglicht eine in Echtzeit stattfindende durchgängige globale Vernetzung aller Wirtschaftsbereiche, Akteure und Prozesse, lässt neue Märkte entstehen und wälzt brancheninterne Spielregeln und Prozesse radikal um. Durch die Digitalisierung rückt die Welt näher zusammen und es können Abläufe auf der anderen Erdhalbkugel unmittelbar gesteuert werden. Diese digitale Nähe beschreibt Thomas L. Friedman in seinem Buch „Die Welt ist flach“ (Friedman, 2006). Basis dafür ist die rasante Entwicklung moderner Informations- und Telekommunikationstechnologien, die die weltweite Vernetzung erst möglich machen.

In Bezug auf Industrie 4.0 kann die Digitalisierung als Metatrend bezeichnet werden, denn sie wirkt sich auf alle anderen relevanten Trends aus. Als Voraussetzung für die Digitalisierung stehen zwei wesentliche Aspekte im Fokus:

- Leistungsfähige Computer und
- Breitbandinternetzugang.

Der rasante Fortschritt der Digitalisierung und die damit in Verbindung stehenden Grundvoraussetzungen werden anhand von zwei Gesetzmäßigkeiten deutlich. Das erste Gesetz ist auf Gordon Moore, den Gründer des Chip-Herstellers Intel zurückzuführen. Dieser schrieb 1965, dass sich die Rechenleistung von Computerchips bei gleichbleibenden Kosten alle 18 Monate verdoppeln wird (Moore, 1965). Das Moore'sche Gesetz hat sich in den vergangenen Jahrzehnten bewährt und wird auch zukünftig voraussichtlich noch wahren (Sneed, 2015). Demnach wird alles, was mit digitaler Technologie zusammenhängt, schneller, kleiner und günstiger. Leistungsfähige Computer werden benötigt, um große, über das Internet gesendete Datenmengen zu verarbeiten. Prognosen der International Data Corporation (IDC) und des Speichersystem-Herstellers EMC zufolge wird sich das weltweite Datenvolumen bis zum Jahr 2020 alle zwei Jahre verdoppeln. So soll die Datenmenge von 4,4 Billionen Gigabyte im Jahr 2014 auf 44 Billionen Gigabyte bzw. 44 Zettabyte im Jahr 2020 wachsen und sich damit verzehnfachen. In Deutschland wird im gleichen Zeitraum ein Anstieg der digitalen Datenmenge von 230 auf 1.100 Milliarden Gigabyte erwartet. Zentraler Treiber für das künftige Datenwachstum sind Sensordaten des „Internets der Dinge“. Immer mehr Geräte sind mit Sensoren ausgestattet und vernetzt. Beispiele für Objekte, die mit dem Internet der Dinge verbunden sind, sind vielfältig und reichen von Laufschuhen mit Geschwindigkeitssensoren bis hin zu Brücken, die die Verkehrsdichte messen. Der Anteil, der von diesen vernetzten Geräten produzierten Daten am gesamten Datenvolumen, soll bis 2020 weltweit von aktuell 2 auf 10 Prozent steigen. In Deutschland wird sogar ein Anstieg auf 14 Prozent erwartet (EMC, 2014).

Das zweite Gesetz wurde vom amerikanischen Computerwissenschaftler Robert Metcalfe aufgestellt und besagt, dass der Nutzen eines Netzwerks überproportional zu der Anzahl der Teilnehmer steigt (Metcalfe, 2013). Das Metcalfe'sche Gesetz entfaltet sich insbesondere im Internet: Die Teilnehmerzahl steigt schnell, die Angebote werden vielfältiger und besser (Deinlein, 2013). Heut-

zutage ist das Internet aus dem Alltag vieler Unternehmen nicht mehr wegzudenken: So geben mehr als drei Viertel der deutschen Unternehmen an, dass das Internet für ihre Geschäftstätigkeit eine wichtige Rolle spielt (IW Consult, 2014). Dies liegt unter anderem an folgenden Aspekten:

- Unternehmen können durch die Nutzung neuer Informations- und Telekommunikationstechnologien und der Verzahnung dieser mit industriellen Prozessen effizienter, ressourcenschonender und individueller produzieren. Das liegt daran, dass die Digitalisierung der vertikalen und horizontalen Wertschöpfungsnetzwerke zunimmt. Entsprechend werden IT-Systeme sowohl auf unterschiedlichen Hierarchieebenen (Office Floor versus Shop Floor) und zwischen Unternehmen zu einer durchgängigen Lösung integriert (Acatech, 2013).
- Durch die systematische Auswertung großer Datenmengen in Echtzeit lassen sich auftretende Probleme im Produktionsablauf schneller feststellen und beheben. Somit werden Ausfälle und Produktionsstopps verhindert und vorausschauende Wartungen (Predictive Analytics bzw. Predictive Maintenance) ermöglicht.
- Mithilfe der Cloud werden Daten ortsunabhängig gespeichert und ausgewertet. Folglich wurde Cloud Computing von den Unternehmen in Nordbayern als eine der wesentlichen Technologien der Zukunft bewertet, die massiv von Digitalisierung abhängt (Sonderauswertung auf Basis von vbw, 2015). Grundvoraussetzung dafür ist eine kontinuierliche Datenerhebung, die wiederum eine leistungsfähige Breitbandinternetversorgung erfordert. Der Freistaat Bayern legt mit seinem Förderprogramm, welches darauf abzielt bis 2018 flächendeckende Hochgeschwindigkeitsnetze zu schaffen, eine wichtige Grundlage für die zukünftige Entwicklung in der Region. Die Versorgung mit hochleistungsfähiger digitaler Infrastruktur ist vor allem in ländlichen Räumen notwendig, um die Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Wirtschaft und die regionale Attraktivität sicherzustellen.

Die durch die Digitalisierung entstehenden Technologien müssen von den Unternehmen und regionalen Akteuren als Chance wahrgenommen werden. Denn aus der Digitalisierung resultierende, technologische Entwicklungen ermöglichen völlig neue digitale und disruptive Geschäftsmodelle. Plattformmärkte wie Amazon und eBay sind heute nicht mehr wegzudenken, Musikstreamdienste machen CDs überflüssig und Beispiele der Sharing Economy wie Airbnb machen traditionellen Geschäftsmodellen Konkurrenz. Sie stellen häufig datenbasierte Dienstleistungen dar. Diese werden vermehrt auch in die Industrie integriert werden.

Die bayerische Staatsregierung reagiert auf die Herausforderungen des digitalen Wandels mit der Digitalisierungsoffensive BAYERN DIGITAL. Ziel der Initiative ist es, den Freistaat zur Leitregion für den digitalen Wandel zu machen, damit Wirtschaft und Gesellschaft die vielfältigen Chancen der Digitalisierung nutzen können. So soll beispielsweise die im Zentrum Digitalisierung.Bayern verankerte Plattform „Digitalisierte Produktion/Industrie 4.0“ Vernetzung und Know-how-Aufbau zum Thema digitalisierte Produktion unterstützen. Dies geschieht durch Förderung der Bereiche Entwicklung, Implementierung und Nutzung von Digitalisierungstechnologien wie Sensorplattformen und Industriesoftware in der Produktion. Aus der Region Nordbayern sind das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), das Fraunhofer-Anwendungszentrum Drahtlose Sensorik Coburg,

die Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, die Universität Bamberg sowie das Zentrum für Telematik in Würzburg an der Plattform beteiligt. Insgesamt investiert der Freistaat 2015/2016 knapp 1,8 Milliarden Euro in die Digitalisierungsstrategie.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Breitband in ländlichen Räumen stärken

Da die Versorgung mit leistungsfähigen Breitbandanschlüssen in dünner besiedelten und peripher gelegenen Regionen schwächer ausgeprägt ist, stehen vor allem die Unternehmen in den ländlichen Räumen Nordbayerns vor großen Herausforderungen. Gerade der ländliche Raum ist Heimat von vielen „Hidden Champions“. Industrie 4.0 setzt die Einbettung dieser Unternehmen in Wertschöpfungsnetzwerken voraus. Deshalb ist die Sicherstellung einer leistungsfähigen Breitbandversorgung unabdingbar, um auch zukünftig auf dem Weltmarkt bestehen zu können.

Hohes Erfolgspotenzial in Nordbayern

Das institutionelle Umfeld in Bayern bietet den Unternehmen exzellente Voraussetzungen, um von Industrie 4.0 profitieren zu können. Mit der Zukunftsstrategie BAYERN DIGITAL gestaltet der Freistaat die Entwicklungen maßgeblich mit und eröffnet neue Zukunftschancen. Vor diesem Hintergrund können Unternehmen von Wissenstransfers profitieren und sich auf Industrie-4.0-basierte Geschäftsmodelle sowie die Erschließung neuer Märkte und Kundengruppen konzentrieren.

Wissensintensivierung – wachsendes Bildungsniveau und beschleunigte Innovationsdynamik

Das steigende Bildungs- und Qualifikationsniveau spiegelt die zunehmende Bedeutung von Wissen als Produktionsfaktor und den damit einhergehenden Trend der Wissensintensivierung von Wirtschaft und Gesellschaft wider. Amtliche Daten belegen den bundesweiten Trend hin zu höheren Bildungsabschlüssen sowie zum steigenden Anteil an Wissen in den Endprodukten:

- Die Schulabbrecherquote sank von 9 Prozent im Jahr 1994 auf 5,5 Prozent im Jahr 2014. Gleichzeitig ist in der Bundesrepublik die Zunahme der Abiturquote zu beobachten, von 23,4 Prozent auf 33 Prozent (Statistisches Bundesamt, 2015).
- Der Anteil der Beschäftigten mit akademischem Abschluss ist in Deutschland in den vergangenen Jahren gestiegen – von 8 Prozent im Jahr 1998 auf 13,8 Prozent im Jahr 2014. Der Trend hin zu höheren Qualifikationsniveaus lässt sich auch am sinkenden Anteil der Beschäftigten ohne Berufsausbildung ablesen – hatten im Jahr 1999 noch 18,2 Prozent der Beschäftigten in Deutschland keine Berufsausbildung, war der Anteil im Jahr 2014 mit 11,1 Prozent geringer (Bundesagentur für Arbeit, 2015).
- Mit fast 66.889 Anmeldungen im Jahr 2015 kann das Deutsche Patent- und Markenamt einen neuen Rekordwert veröffentlichen. Bayern bringt mit 15.341 angemeldeten Patenten den größten Teil der bundesweiten Anmeldungen mit ein (DPMA, 2016). Die eingereichten Anträge

beim Europäischen Patentamt zeigen, dass Deutschland im europäischen Vergleich die Führung innehat (EPA, 2016).

Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, benötigt die deutsche Industrie ein Produktportfolio, welches ein hohes Maß an technischen Innovationen besitzt. Die Beherrschung der Komplexität dieser anspruchsvollen Produkte erfordert eine starke Wissensorientierung. Die Komplexität des nationalen Produktportfolios, und der damit verbundenen Wissensressourcen, lässt sich mit dem Economic Complexity Index, kurz ECI, messen. Komplexität bedeutet hier, dass das Produkt von wenigen Ländern angeboten wird und das Land relativ viele dieser Produkte im Portfolio hat. Im internationalen Ranking befindet sich Deutschland im Jahr 2013 auf dem dritten Rang und kann sich von wichtigen Wettbewerbern wie China und den USA abheben (The Economic Complexity Observatory, 2014). Getrieben wird diese zunehmende Wissensintensivierung durch drei Faktoren:

1. **Wissensaustausch:** Bedingt durch die Digitalisierung und Mobilität ist ein Anstieg des Wissensaustauschs zu beobachten. Das Internet ermöglicht die digitale Abrufbarkeit von Informationen zu beliebigen Zeiten und von beliebigen Orten.
2. **Spezialisierung:** Die steigende Komplexität von Produkten und Prozessen hat eine stärkere Arbeitsteilung herbeigeführt.
3. **Tertiariesierung:** In den letzten Jahrzehnten sind Dienstleistungen immer bedeutender geworden. So ist der Anteil der Dienstleistungsbranchen an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung von 41 Prozent im Jahr 1960 auf heute fast 70 Prozent nahezu durchgängig gestiegen.

Um bei den schnellen Veränderungen mithalten zu können, muss Deutschland sein Innovationspotenzial beibehalten und stärken. Jedoch erschwert der demografische Wandel die Entwicklung. Schon jetzt zeichnen sich Fachkräfteengpässe ab. Besonders in den Informations- und Kommunikationstechnologien wird zukünftig noch mehr Personal benötigt. Darüber hinaus werden die Bereiche Ingenieurwissenschaften und Informatik in Zukunft die Basis für neue Innovationen „Made in Germany“ schaffen. Vor diesem Hintergrund ist der leicht steigende Anteil der Absolventen in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik (MINT) positiv zu bewerten (IW Köln, 2015). Außerdem wird es durch Industrie 4.0 zu einer Zunahme der Interdisziplinarität kommen (Roland Berger, 2015). Daher sind weitere Investitionen in den Nachwuchs notwendig – dies gilt verstärkt vor dem Hintergrund des zunehmenden Wettbewerbs mit den aufholenden Schwellenländern.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Interdisziplinäre Nachwuchssicherung

Technologieaffinität und Interdisziplinarität sind künftige Schlüsselqualifikationen, die aufgrund der zunehmenden Komplexität in den Produktionsprozessen gefordert werden. Um möglichen Fachkräfteengpässen entgegenzuwirken, müssen die Bildungseinrichtungen in Nordbayern auf die Anforderungen dieser neuen Arbeitswelt ausgerichtet werden. Bereits in der Schule sind die Stärkung der MINT-Fächer sowie die Vermittlung von IT-Kenntnissen elementar. Dies könnte durch gemeinsame Aktionen von Wirtschaft und Forschungseinrichtungen wie Praktika oder Schülerlabore gefördert werden. Auch interdisziplinäre Lehrstühle in der akademischen Bildung vermitteln notwendiges Wissen im Rahmen von Industrie 4.0.

Starkes Bildungsumfeld

Nordbayern kann als starker Industrie- und Innovationsstandort das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 intensiv vorantreiben. Die Region profitiert von einer exzellenten Bildungslandschaft. Diese bietet Nordbayern die besten Voraussetzungen für die Entwicklung branchenübergreifender Lösungsansätze im Bereich Industrie 4.0 und bindet geeignete Fachkräfte an die Region. Das Online-Informationssystem „Fachkräftemonitor Bayern“ der bayerischen IHKs liefert aktuelle Analysen und Prognosen für verschiedene Berufsgruppen in den einzelnen IHK-Bezirken. Strategische Netzwerke zur Fachkräftesicherung (z.B. www.allianz-pro-fachkraefte.de) helfen, das bestehende Potenzial zu nutzen und weiterzuentwickeln.

Individualisierung – vom Massenmarkt zum Mikromarkt

Vor hunderten Jahren wurde ein Teppich in langwieriger Arbeit geknüpft. Heutzutage übernimmt diese Tätigkeit eine Maschine und erledigt sie binnen Minuten. Die Entwicklung von der Einzelherstellung über die Manufaktur bis zur heutigen Fabrik vollzog sich mit zunehmender Geschwindigkeit. Sie ermöglichte die heutige Massenproduktion, welche wichtig war, um die steigende Nachfrage durch das Bevölkerungswachstum zu befriedigen. Gleichzeitig sorgte dies auch für eine im Vergleich kostspieligere Umsetzung von individuellen Wünschen.

Durch Industrie 4.0 können hohe Rüstkosten reduziert werden. Der Automobilmarkt zeigt heute schon die Möglichkeiten auf. Durch den Einsatz intelligenter Objekte kann eine Produktion gestaltet werden, bei der jedes Produkt ein Einzelstück ist, ohne dass dabei aufwendige und kostenintensive Neukonfigurationen notwendig sind. Begünstigt wird diese Entwicklung durch Plattformmärkte. Sie ermöglichen dem Kunden eine breite Produktpalette und einzelne Anbieter können auf die individuellen Wünsche der Nachfrager eingehen. Die Globalisierung trägt mit steigendem Wettbewerb zu einem Wandel vom Angebots- hin zum Nachfragemarkt bei. Design und neueste Technologien stehen zunehmend im Fokus der Nachfrager. Um die individualisierte Produktion erfolgreich umzusetzen bedarf es der Standardisierung einzelner Prozessschritte. Die Fertigung muss modularisiert, mithilfe von Rechnern abgebildet, vernetzt und automatisiert flexibel kombiniert werden (BMBF, 2013).

Eine der bedeutendsten Technologien mit Blick auf die Individualisierung ist der 3D-Druck. Dabei wird ein Modell digital erstellt und kann kurze Zeit später direkt gedruckt werden. Diese Fertigungsweise hat eine kürzere und einfachere Wertschöpfungskette zur Folge und schont Ressourcen. So druckt Airbus bereits heute Flugzeugteile. Diese Umstellung erfordert neben Flexibilität vor allem die Toleranz der Unternehmen. Mit dem Unternehmen Concept Laser aus Lichtenfels in Oberfranken ist in Nordbayern eines der drei wichtigsten 3D-Druck-Unternehmen in Deutschland ansässig (FAZ, 2015). Experten bei A.T. Kearney gehen von einem Wachstum der globalen 3D-Druck-Industrie von 25 Prozent bis zum Jahr 2020 aus (A.T. Kearney, 2015).

Handlungsableitungen für Nordbayern

Veränderte Wertschöpfungsketten

Der Individualisierungstrend stellt die in Nordbayern stark vertretene Metall- und Elektroindustrie vor große Herausforderungen, da sich diese durch intensive Lieferbeziehungen auszeichnet. Weil additive Fertigungsverfahren eine höhere Produktleistung und individualisierte Massenfertigung erlauben, könnte es vermehrt zu Insourcing kommen. Dies könnte zu einem temporären oder dauerhaften Reißen von Wertschöpfungsketten führen und negative Folgewirkungen für eine Vielzahl verbundener Unternehmen haben. Hier gilt es, passende Wettbewerbsstrategien zu entwickeln.

Kräfte bündeln

Die Unternehmen in Nordbayern müssen sich über Kooperationen und Netzwerke mit innovativen Fertigungsverfahren und Technologien beschäftigen und so selbst zum Treiber von Industrie 4.0 und 3D-Druck werden. Wissenstransfer zwischen der Forschung, Großunternehmen und kleinen und mittelständischen Unternehmen sichern die Wettbewerbsfähigkeit Nordbayerns. Die Speedfactory von Adidas bei der kunststoffverarbeitenden Firma Oechsler in Ansbach als Pilotprojekt für die automatisierte Fertigung von individuellen Sportschuhen ist ein regionales Best Practice Beispiel.

Globalisierung – die weltweite Verflechtung führt zu einer global fragmentierten Wertschöpfung

Der Megatrend Globalisierung treibt seit langem den Wandel in der Weltwirtschaft voran. Gekennzeichnet ist dieser Trend durch eine engere internationale Verflechtung, sei es über den Warenaustausch oder Produktionsbeziehungen, die deutlich schneller wachsen als die weltweite Warenproduktion. So stieg zwischen den Jahren 1970 und 2013 das weltweite Bruttoinlandsprodukt um den Faktor 22, die Exporte um den Faktor 60 und die Direktinvestitionen im Ausland um den Faktor 100. In Deutschland ergibt sich für die Zeit von 1970 bis 2013 ein vergleichbares Bild. Auch hierzulande sind die Exporte (Faktor 42) und die Direktinvestitionen im Ausland (Faktor 54) deutlich schneller gestiegen als das Bruttoinlandsprodukt (Faktor 17). Die Unternehmen profitieren massiv von der intensiven Einbindung in die Weltmärkte. In Bayern nehmen die Exporte seit Jahren, abgesehen von einem Absinken während der Wirtschaftskrise, zu. Sie produzieren stets einen größeren Anteil an Waren für das Ausland als für das Inland (Bayerisches Landesamt für Statistik, 2016).

Mit steigender Mobilität und sinkenden Transportkosten nehmen und nehmen die internationalen Verflechtungen zu und es kommt zur zunehmenden Integration von Waren und Dienstleistungen (hybride Leistungsbündel). Auch abnehmende Handelsbarrieren und weniger Protektionismus führen zu stärkerem Warenhandel.

Nun steht ein weiterer Schritt bevor. Durch das Zusammenwachsen von horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsnetzwerken, werden nicht mehr nur Produktionsschritte ausgelagert, sondern die Produktion über die gesamte Welt verteilt. Durch Techniken wie die Virtual oder Augmented Reality können nun Dienstleistungen, beispielsweise Wartungen, von einem anderen Teil der Erde erbracht werden ohne physisch vor Ort zu sein. Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien vernetzen die Produktion und führen zu sich radikal ändernden Möglichkeiten. Diese Möglichkeiten müssen als Chance wahrgenommen werden. Besonders die Politik und regionale Akteure müssen die Unternehmen bei der Umsetzung einer Industrie-4.0-Strategie unterstützen.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Technologieführerschaft sichern

Die Globalisierung von Märkten verstärkt den Wettbewerbsdruck im In- und Ausland und erfordert auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen, sich auf Auslandsmärkten zu positionieren. Die Vorreiterrolle bei Industrie 4.0 stärkt die Position dieser Unternehmen im globalen Wettbewerb. Wie die Ergebnisse in den nachfolgenden Kapiteln 4 und 5 zeigen, glänzt Nordbayern mit einigen dieser Industrie-4.0-Vorreiter.

Vom vernetzten Weltmarkt profitieren

Für die nordbayerischen Unternehmen ist eine stärkere Einbindung in den Weltmarkt wichtig. Das Internet senkt Markteintrittsbarrieren. Vor diesem Hintergrund sind auch Kooperationen mit starken, internationalen Unternehmen wünschenswert, um Synergien und Wettbewerbsvorteile realisieren zu können. Auch ein verstärktes Engagement in Clustern im Rahmen von internationalen Innovationskooperationen erhöht die Wettbewerbsfähigkeit.

Vernetzte Produktion – Schnittstellen und intelligente Umgebungen

Länderübergreifend nehmen nicht nur die Handelsverflechtungen zu, auch die Produktion selbst wird durch das Einbeziehen des Internets verknüpft. Das heißt, dass neben der horizontalen auch die vertikale Vernetzung innerhalb der Unternehmen zunehmen wird. Durch M2M, also den automatischen Datenaustausch zwischen Endgeräten, können Maschinen beispielsweise zukünftige Probleme identifizieren und somit längere Produktionsstopps durch vorlaufende Wartungen vermeiden. Die Interaktion zwischen den Maschinen ermöglicht es zudem, Wartungsarbeiten im Hinblick auf Produktionsauslastung und Stillstandszeiten optimal zu planen. Durch den Einsatz von M2M-Kommunikation und die Verarbeitung der gewonnenen Informationen können also Gewinne bei der Produktivität, Effizienz und der Flexibilität generiert werden. Im Wesentlichen wird dies durch drei elementare Technologien ermöglicht:

- cyber-physische Systeme,
- IT-Systeme und
- Cloud Computing.

Die Architektur eines CPS wird häufig als Grundlagentechnologie von Industrie 4.0 aufgeführt, da sie als Verbindung zwischen den einzelnen Technologien fungiert (BMBF, 2013; Acatech, 2013). Ein Netz aus Maschinen, welche über das Internet miteinander verbunden sind und interagieren, lässt das Internet der Dinge entstehen. Es kommt zur Dezentralisierung der Prozesssteuerung. Mithilfe der Sender-Empfänger-Technik kann jedes Fertigungsstück genau identifiziert werden. Der Markt für RFID-Chips (Radio-frequency Identification) wird sich dementsprechend bis zum Jahr 2050 im Vergleich zu 2010 fast vervierfachen (Statista, 2015) und somit zur Standardtechnologie in der Fertigung werden. Durch die Chips an den Werkstücken können die Maschinen Informationen zum Fertigstellungsgrad und den nächsten Produktionsschritten ablesen. Bei einem Maschinenausfall reagieren sie eigenständig und passen die Prozesse an. Zugleich ist es möglich, die Fertigung über Grenzen hinweg zu verteilen, indem Standorte vernetzt werden. Ebenfalls kommt es zu einer Vernetzung zwischen Anbietern und Anwendern. Durch die Verbindung zum Internet kann eine Fachkraft auf die Daten einer Maschine zugreifen und diese, ohne physisch vor Ort zu sein, warten. Daran geknüpft sind noch weitere Dienstleistungsmöglichkeiten nach dem Verkauf.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Aktionsfeld Vernetzte Produktion

Im Leitbild für nachhaltiges Wachstum und Beschäftigung (WaBe) der Metropolregion Nürnberg ist „Vernetzte Produktion“ als eins von vier Aktionsfeldern formuliert mit folgenden Themen: Effiziente Produktionstechnologien, Individualisierung, Inter- und Intralogistik, IT-Sicherheit, sowie Mensch-Maschine-Kooperationen. Zur erfolgreichen Umsetzung wird eine Kooperation des Automation Valley Nordbayern mit den weiteren relevanten regionalen Netzwerken empfohlen.

Best-Practice-Beispiele nutzen

Nordbayern kann Vorreiter bei der vernetzten Produktion werden. Das Vorzeigebispiel für die Anwendung der vernetzten Produktion (Smart Factory) ist das Elektronikwerk Amberg von Siemens, in dem 75 Prozent der Wertschöpfungskette eigenständig von Maschinen und Computern bewältigt werden. Diese und andere Best-Practice-Unternehmen sollten in den Wissensaustausch über richtige Standards und Schnittstellen aufgrund ihrer Erfahrungen eingebunden werden.

2.2 Technologien sichern die Wettbewerbsfähigkeit von morgen

Big Data, Cloud Computing, Augmented Reality und die additive Fertigung sind nur einige der technologischen Innovationen, die sich aus den aktuellen Megatrends ableiten. Diese Technologien können die Arbeits- und Produktionswelt grundlegend verändern. Die vorgestellten Technologien sind eine Auswahl und werden sowohl individuell als auch in Kombination in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Grundlage für die Auswahl dieser Technologien sind Recherchen in einschlägiger Literatur zum Thema Industrie 4.0. In diesem Unterkapitel werden einige der wichtigsten Technolo-

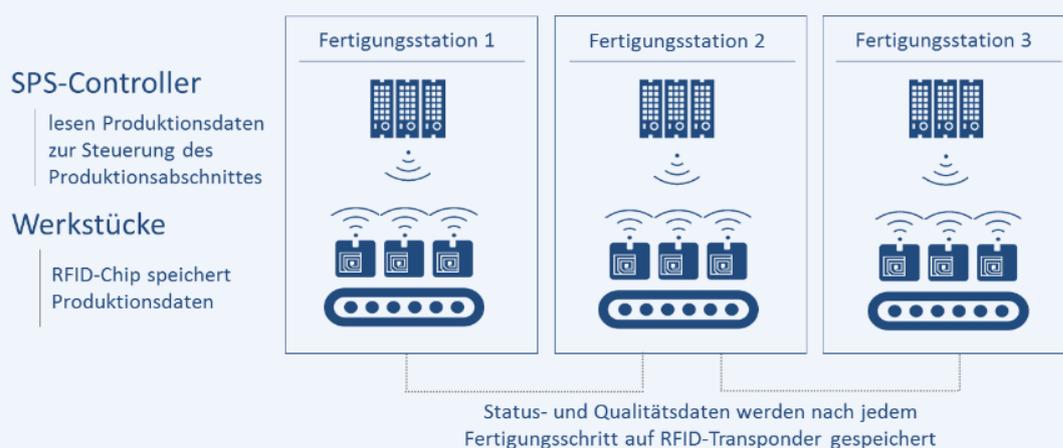
gien kurz vorgestellt. In Abbildung 2-8 werden die zehn wesentlichen Technologien mit Industrie-4.0-Bezug erläutert.

Radio-frequency Identification (RFID) – das Gedächtnis

Schon heute werden Funkfrequenzkennzeichnungen (RFID) in vielen Branchen angewendet. So dienen sie zur Fahrzeugidentifikation bei Mautsystemen und werden in Bekleidung zur Warensicherung eingearbeitet. In Deutschland ist der Anteil der Unternehmen, die RFID-Technologien einsetzen, von lediglich 4 Prozent im Jahr 2009 auf 14 Prozent im Jahr 2014 gestiegen (Eurostat, 2015). Die Technologie bildet im Bereich von Industrie 4.0 die Grundlage für die Vernetzung der Fabrik. Radio-frequency Identification ist ein Sender-Empfänger-System, welches aus einem Transponder am oder im Werkstück mit identifizierendem Code und einem Auslesegerät besteht. Durch elektromagnetische Wellen können die Informationen gelesen werden. Der Transponder stellt somit das Gedächtnis des Produktes dar.

Die heutige Technik erlaubt, dass der Sender mittlerweile sehr klein und stabil ist. Dieses System kann unter anderem zur Überwachung, Qualitätskontrolle und automatischen Anpassung des Fertigungsvorgangs sowie zur Erkennung und zum Austausch von eigenen und Umgebungsinformationen verwendet werden. Die Übertragung der Daten erfolgt über Schnittstellen am Lesegerät. Auf der RFID-Technologie basiert die Nahfeldkommunikation (Near Field Communication; Abkürzung: NFC), ein internationaler Übertragungsstandard zum kontaktlosen Austausch von Daten auf kurze Entfernung (maximal 10 Zentimeter). RFID-Chips senden nur Informationen, bei der NFC findet auch ein Informationsaustausch zwischen Lesegerät und Chip statt.

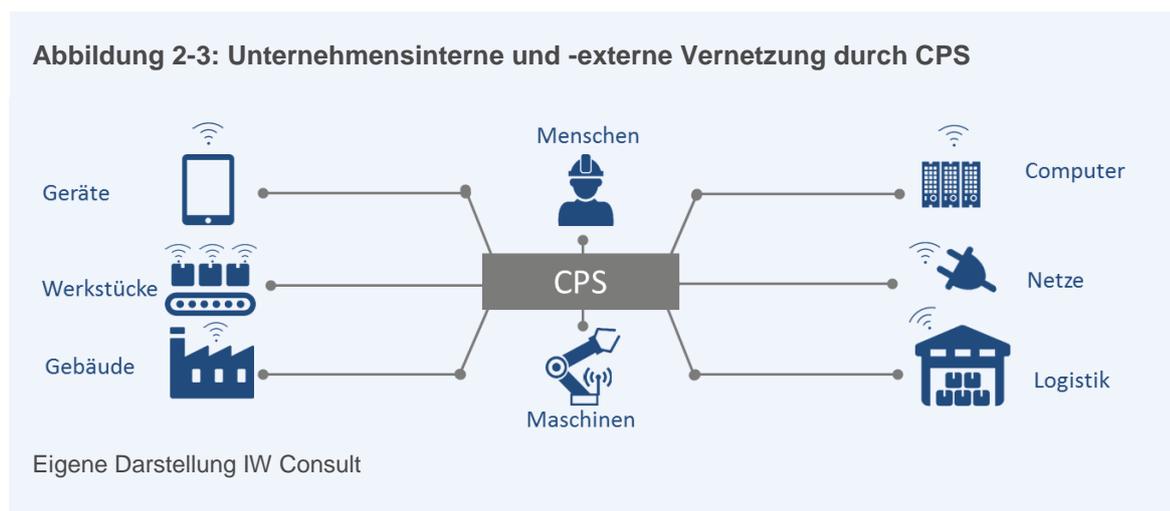
Abbildung 2-2: RFID-Systeme ermöglichen eine flexible Produktion per Funk



Eigene Darstellung IW Consult

Cyber-physische Systeme (CPS) – die Verbindung

Cyber-physische Systeme sind die Verbindung von virtuellen mit realen, mechanischen und elektronischen Objekten und Prozessen (eingebettete Systeme), welche über Informationsnetze, wie beispielsweise das Internet, verbunden sind. Durch sie werden Dinge „smart“. Smart Mobility, Smart Health und Smart Grids sind nur einige Beispiele. CPS erfassen physikalische Daten mithilfe von Sensoren und können durch Aktoren auf die Umwelt wirken: Die Daten werden erfasst, gespeichert, ausgewertet und anschließend in einen Aktionsplan eingebettet. Durch unterschiedliche Schnittstellen wird eine Mensch-Maschine-Interaktion ermöglicht. Die Vernetzung wird nicht nur zum Internet oder nur zwischen Maschinen hergestellt, sondern auch zum Menschen. CPS werden häufig als Grundlagentechnologie für Industrie 4.0 aufgeführt, denn durch sie entsteht das Internet der Dinge. Deutschland nimmt momentan eine führende Position in der Entwicklung und Bereitstellung ein (Acatech, 2013).



Big Data – die Information

Dubmill erklärt diese Technologie wie folgt: „Massendaten (Big Data) sind Daten, die zu groß oder zu komplex sind, um sie mit herkömmlichen Prozessen oder Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten und unterliegen rapider, kontinuierlicher Veränderung. Dies geht mit einer Inversion der Prioritäten der IT einher: Da die Daten zu groß sind, muss nun das Programm flexibel und beweglich sein“ (Dubmill, 2012). Außerdem werden unter dem Begriff häufig auch die zugehörigen Technologien zum Sammeln und Auswerten der Datenmengen zusammengefasst. Produkte und Maschinen können dadurch eine eigene Big-Data-Intelligenz besitzen, Sensordaten auswerten und darauf reagieren. Durch das Sammeln und Analysieren großer Datenmengen kann der Zustand einer Fabrikanlage abgebildet und die Anlagenbetreiber bei drohenden Problemen gewarnt werden (Digitale Fabrik). Beispielsweise kann so die Luftfeuchtigkeit in der Fabrik überwacht werden; bei Bedarf schließen sich die Fenster automatisch und die Klimaanlage wird in Betrieb genommen. Dadurch steigen nicht nur die Zuverlässigkeit und die Anzahl der fehlerfreien Fabrikate, sondern es wird zusätzlich Energie gespart (IW Consult / FIR, 2015).

Abbildung 2-4: Mit Big Data zur Digitalen Fabrik



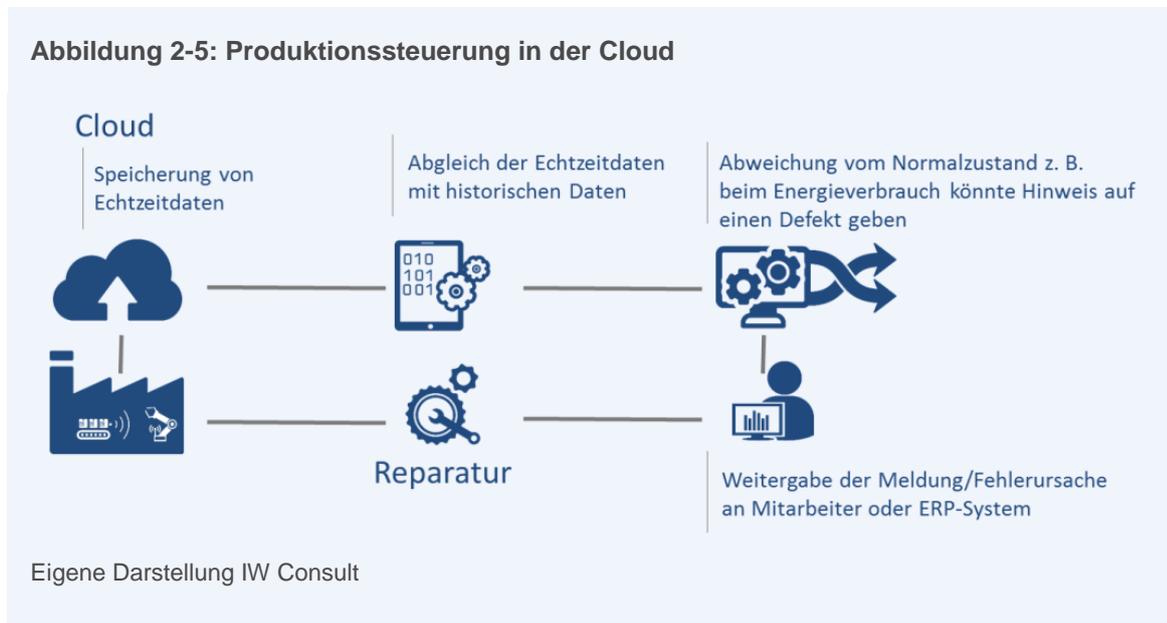
Eigene Darstellung IW Consult

Cloud Computing – die Weitergabe

Cloud Computing ermöglicht Unternehmen den flexiblen Bezug von IT-Kapazitäten über ein Netzwerk. So können Unternehmen – mithilfe der Cloud – Daten in einem virtuellen Speicher ablegen und bei Bedarf jederzeit und von einem beliebigen Ort mit einem internetfähigen Gerät wieder abrufen. Ebenso ist es möglich, Programme in der Cloud zu installieren und auszuführen. Somit nimmt die Cloud einen festen Bestandteil in der Wertschöpfungskette von Unternehmen ein. Durch ihren Einsatz können komplexe Informationen verarbeitet und Ausfälle reduziert werden, ohne dass eigene Serverkapazitäten zur Verfügung gestellt werden müssen. Besonders kleine und mittelständische Unternehmen können von Cloud Computing profitieren, da eigene kapitalintensive IT-Ressourcen wie Rechenzentren, Speicher- oder Betriebssysteme nicht mehr oder nur noch eingeschränkt benötigt werden.

Wenn industrielle Anwendungen in die Cloud verlagert werden, besteht die Möglichkeit, zusätzliche Dienste anzubieten. Neben Diensten, welche direkt mit der Vernetzung mit dem Kunden zusammenhängen, können auch erweiternde Anwendungen und Apps das Produktportfolio verbreitern. Beispiele sind die Cloud-basierte Fernwartung oder Produktionssteigerung. Dabei werden Daten in der Cloud ab Inbetriebnahme einer vernetzten Maschine gesammelt und ausgewertet. Tritt eine Störung auf, meldet die betroffene Maschine den Defekt an die Cloud. Die an die Cloud angeschlossenen Techniker können daraufhin die Störung an der beschädigten Maschine aus der Ferne beheben.

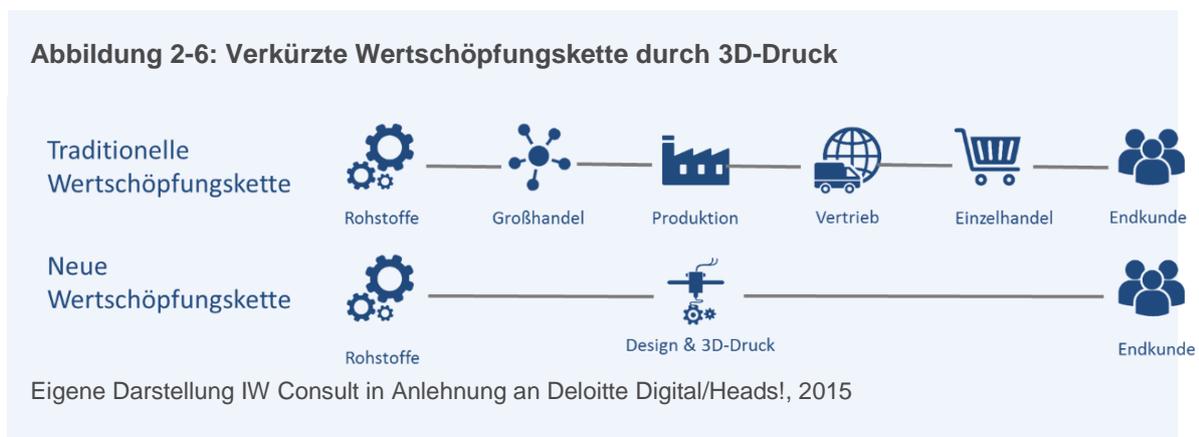
Abbildung 2-5: Produktionssteuerung in der Cloud



3D-Druck – die Umsetzung

Anstatt ein Werkstück aus einem vorhandenen Block oder einer Platte herauszuschneiden, werden bei dem additiven Fertigungsverfahren dreidimensionale Werkstoffe Schicht für Schicht aus feinem Pulver unterschiedlicher Materialien hergestellt. Die Modelle werden vorab digital an einem Computer erstellt. Mithilfe der CAD-Software (Computer-Aided Design) erstellt man ein dreidimensionales, virtuelles Modell, auf dessen Grundlage anschließend der 3D-Drucker das Pulver in die Form des Endproduktes bringt. Durch den 3D-Druck wird sich die traditionelle Wertschöpfungskette grundlegend ändern, da durch dieses individuelle Fertigungsverfahren der Großhandel, Vertrieb und Einzelhandel entfällt. Das Unternehmen fertigt direkt für den Endkunden ein auf seine Bedürfnisse zugeschnittenes Produkt.

Abbildung 2-6: Verkürzte Wertschöpfungskette durch 3D-Druck



Augmented Reality – die Darstellung

Augmented Reality steht für die von Computern unterstützte, erweiterte Realität. Sowohl mithilfe sogenannter Wearables (tragbare Kleinstcomputer) als auch über Tablets oder andere smarte Geräte können bedeutende Schritte der Wertschöpfungskette, wie die Produktionsplanung und Instandhaltung umgesetzt werden. Der Träger bekommt Echtzeitdaten eingeblendet, um beispielsweise Reparatur- und Wartungsarbeiten ausführen zu können. In diesem Zusammenhang wird auch an der Objekterkennung geforscht, sodass die Wearables Produkte und Maschinen allein identifizieren und eigenständig entsprechende Informationen liefern können. In der Produktion werden unter anderem neue Arbeitsschritte schneller erlernt und Fehler vermieden. Das populärste Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Google Glass.

Abbildung 2-7: Wartung und Instandhaltung komplexer Anlagen mit Augmented Reality



Eigene Darstellung IW Consult

Abbildung 2-8: Zehn wichtige Industrie-4.0-Technologien

RFID – Radio-frequency Identification

Eine Technologie, die das automatische und berührungslose Identifizieren und Lokalisieren von Objekten ermöglicht. Dazu wird der im Transponder enthaltene Code mithilfe von elektromagnetischen Wellen ausgelesen. RFID kann unter anderem zur Überwachung, Qualitätskontrolle und automatischen Anpassung des Fertigungsvorgangs sowie zur Erkennung und zum Austausch von eigenen und Umgebungsinformationen verwendet werden.

CPS – cyber-physical Systems

Die Verbindung von virtuellen mit realen, mechanischen und elektronischen Objekten (eingebettete Systeme), welche über Informationsnetze, wie beispielsweise das Internet, verbunden sind. CPS ermöglicht es, die reale Produktion virtuell abzubilden und alle Datenströme, die durch Sensoren und andere IT-Systeme entstehen, auszuwerten und im Zusammenhang darzustellen.

Predictive Analytics

Diese Technik deckt wiederkehrende Muster in Daten auf und prognostiziert mithilfe bestimmter Algorithmen deren weitere Entwicklung.

Cloud Computing

Beschreibt die Bereitstellung von IT-Infrastruktur in Form einer Cloud. Verschiedene Dienste (Rechnerleistung), Services (Online-Speicher) und Anwendungen (Software) werden aus dem Rechenzentrum heraus über ein Netzwerkwerk via Internetverbindung auf dem lokalen Rechner bereitgestellt. IT-Ressourcen werden dynamisch zur Verfügung gestellt und je nach Nutzungsgrad abgerechnet.

3D-Druck

Additives Fertigungsverfahren bei dem Produkte computergesteuert direkt aus den Konstruktionsdaten schichtweise aus flüssigen oder pulverförmigen Werkstoffen hergestellt werden. Diese Technik ermöglicht es beispielsweise Ersatzteile direkt und schnell herzustellen und auch komplexe Formen aufzubauen.



Smarte Geräte

Physische Objekte, die mit Informations- und Kommunikations-Technologie ausgestattet sind. Dadurch sind sie eindeutig identifizierbar und können mit ihrer Umwelt interagieren. Sie erfassen ihre Umgebung und den eigenen Zustand über Sensorik und bieten unterschiedliche Zusatzfunktionen im betrieblichen Kontext an.

Big Data

Big Data sind große Datenmengen, die mit speziellen Lösungen gespeichert, verarbeitet und ausgewertet werden, da die Auswertung mit klassischen Auswertungsmethoden aufgrund der Komplexität und der schnellen und kontinuierlichen Veränderung der Daten nicht möglich ist.

CEP – Complex Event Processing

Eine Querschnittstechnik, die es ermöglicht, dynamische Vorgänge bereits zur Laufzeit zu überwachen und anzupassen. Ein CEP-System erkennt, analysiert und verarbeitet multiple Ereignisse in Echtzeit, stellt Muster, Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen ihnen fest und leitet daraus Szenarien ab.

MES – Manufacturing Execution System

Ein Produktionssystem zur effizienten Steuerung der Produktion. MES bildet die prozessnahe operierende Ebene eines mehrschichtigen Fertigungsmanagementsystems ab und ist Schaltstelle zwischen Produktionsplanung und Automatisierung. Es analysiert Echtzeitinformationen über den aktuellen Produktionsprozess, und ermöglicht eine präzisere und detailliertere Feinplanung und Steuerung der Produktion.

Augmented Reality

Wahrnehmung der Realität über computergestützte Technik. Dabei spielt häufig die Visualisierung eine große Rolle. Populäre Beispiele sind die Datenbrille bzw. Augmented-Reality-Brille oder Technik für Videokonferenzen. Dabei setzt Augmented Reality (AR) auf der wahrnehmbaren Realität auf. So wird der Träger einer entsprechenden Datenbrille mit sonst nicht sichtbaren Informationen versorgt.

Eigene Darstellung IW Consult

Nachfolgend wird die erste von vier Fallstudien dargestellt. Diese bestätigt, dass die aktive Gestaltung von Trends, wie beispielsweise dem 3D-Druck, zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt. Dies stellt insbesondere KMU vor große Herausforderungen, da die Gestaltung Ressourcen benötigt und diese in kleinen und mittelständischen Unternehmen häufig limitiert sind. Zudem wird gezeigt, dass Kooperationsnetzwerke wie die Initiative Automation Valley Nordbayern elementar sind, um den Anforderungen von Kunden (in dem Fall eines Erstausrüsters bzw. OEM, kurz für Original Equipment Manufacturer) gerecht zu werden.

Mehr Kreativität, Transparenz und Vielfalt

Fallstudie bei einem OEM

Hintergrund:

Um zukünftig wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Zulieferer den Anforderungen der OEM entsprechen. Diese erwarten digitalisierte Produkte und datenbasierte Dienstleistungen in einem vollintegrierten Netzwerk.

Vorgehen:

Befragung eines OEM, der für die Zulieferer in Nordbayern von hoher Bedeutung ist.

Welche konkreten Anforderungen haben die OEMs an Zulieferer im Rahmen von Industrie 4.0?

Es gibt zwei wesentliche Themen, die für eine erfolgreiche und auf Dauer angelegte Kooperation zwischen OEM und Zulieferer mit Blick auf die Digitalisierung der Geschäftsprozesse entscheidend sind:

1. Innovation und Design

Für Premium-OEM sind Innovationen und Design die entscheidenden Wettbewerbsvorteile. Innovationsschwerpunkte der nächsten zehn Jahre liegen in den Bereichen der Digitalisierung und Elektromobilität. Klassische Innovationsfelder wie beispielsweise der Leichtbau sind weiterhin wichtige Themen. Da 70 bis 75 Prozent der Wertschöpfung bei einem Fahrzeug von den Automobilzulieferern kommen und diese Anteile auch in Zukunft voraussichtlich stabil bleiben, müssen sich Zulieferer durch eine sehr hohe Innovationskraft auszeichnen. Entsprechend kann ein Zulieferer nur langfristig wettbewerbsfähig bleiben, wenn er in seinem Segment innovativ ist.

Eine Möglichkeit für Zulieferer designorientiert und individuell zu fertigen und sich so am Markt differenzieren zu können, bietet der 3D-Druck. Beim 3D-Druck hängt die Wirtschaftlichkeit sowohl von der Stückzahl, als auch von der Größe des Bauteils ab: Je kleiner das Bauteil (Zykluszeiten bei aktuellen Verfahren für große Komponenten zu lang und damit teuer) und je geringer die Stückzahl (Skaleneffekte sind kaum relevant), desto wirtschaftlicher ist das Verfahren. 3D-Druck scheint demnach eine leistungsfähige Ergänzung beispielsweise im Bereich von Klein- und Nullserien zu sein. Zudem ermöglicht der 3D-Druck dem Hersteller von designorientierten Komponenten beispielsweise im Interieur-Bereich eine höhere Flexibilität.

Zulieferer sollten sich verstärkt mit diesem Fertigungsverfahren beschäftigen und analysieren, in welchen Bereichen der 3D-Druck interessant und wirtschaftlich sein könnte. Dabei wird der 3D-Druck zunächst auf der Ebene der Einzelteilerfertigung interessant, weniger auf der System- bzw. ZB-Ebene, das heißt unter Umständen eher in der Tier-n-Kette als beim Tier-1-Lieferanten selbst. Die Tier-1-Lieferanten müssen aber die Entwicklung treiben und im Zweifel ihr eigenes Tier-n-Netzwerk weiterentwickeln.¹

2. Transparenzkultur und Offenheit

Die IT-technische Integration zwischen einem OEM und Zulieferern in Richtung transparenter Wertschöpfungsnetzwerke wird wachsen. Dadurch werden bestehende Schnittstellen, bei denen lediglich wenige Daten ausgetauscht werden, deutlich verbreitert. Diese engere Zusammenarbeit zwischen

OEMs und Zulieferern setzt Offenheit und eine stärkere Transparenzkultur voraus. Sie ist ein entscheidender Faktor zur Sicherung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit. Die Entwicklungen stehen bisher noch am Anfang, das Potenzial wird aber bereits gesehen. Die Anwendungsfelder sind vielfältig: Sie reichen von Versorgungsthemen, wie dem Austausch von Logistikdaten, über Qualitätsthemen bis zur Zusammenarbeit im Produktentstehungsprozess. Hierfür müssen auch die Rahmenbedingungen bei den Zulieferern stimmen, beispielsweise eine leistungsfähige Breitbandinfrastruktur.

Wo gibt es Risiken durch eine radikale Neukonfiguration der Wertschöpfungsketten?

Trotz der technischen Fortschritte beim 3D-Druck, ist in absehbarer Zeit nicht damit zu rechnen, dass größere Teile eines Fahrzeugs komplett in additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden. Auch steht die Serienfertigung via 3D-Druck noch am Anfang der Entwicklung. Bisher kommt die Technologie nur bei Kleinserien zum Einsatz. Grund hierfür ist, dass die Produktivität bei dem Verfahren auf absehbare Zeit noch nicht hoch genug ist. Wer heute nicht anfängt, sich intensiv mit den Potenzialen der Technologie zu beschäftigen und Know-how aufzubauen, läuft dennoch Gefahr, von der Entwicklung abgehängt zu werden, wenn die Technologie zunehmend Anwendungsfelder findet.

Gleiches gilt für die Entwicklung der datentechnischen Integration und die Schaffung von transparenten Wertschöpfungsnetzwerken, obwohl die Entwicklung auch hier noch am Anfang steht. Wer sich der Entwicklung verweigert, läuft Gefahr, den Anschluss zu verlieren und entscheidend an Wettbewerbsfähigkeit einzubüßen.

¹ Die Positionierung im Zuliefernetzwerk (auch Zulieferpyramide) gibt an, an welcher Stelle innerhalb der Zulieferpyramide der Lieferant positioniert ist. Dabei wird zwischen Tier-1, Tier-2, ... Tier-N und ferner Rohmateriallieferant unterschieden.

2.3 Veränderungen der Arbeitswelt durch Industrie 4.0

Die Einführung von smarten Produktionssystemen, die sich weitgehend autonom steuern und optimieren, wird Auswirkungen auf die Arbeitsumgebung, -inhalte und -prozesse haben. Die Veränderungen betreffen besonders die industrielle Produktion. Daher ist Industrie 4.0 nicht nur eine technologische Vision, sondern auch von großem arbeitspolitischem Interesse. Zu den arbeitsrelevanten Auswirkungen von Industrie 4.0 liegen bereits verschiedene empirische Befunde und Prognosen vor, die nachfolgend dargestellt werden.

Von Bedrohungsszenarien bis hin zu zuversichtlichen Zukunftsaussichten – Prognosen zu Beschäftigungseffekten durch Industrie 4.0 ergeben ein heterogenes Bild

Die Einschätzungen zu den Arbeitsplatzeffekten im Zusammenhang mit Industrie 4.0 oder der Digitalisierung ergeben ein sehr uneinheitliches Bild. Während auf der einen Seite positive Beschäftigungsentwicklungen durch Industrie 4.0 konstatiert werden, gibt es ebenso negative Prognosen über Folgen für den Arbeitsmarkt. Eine Reihe von Studien steht dem Thema pessimistisch gegenüber und geht davon aus, dass die menschliche Arbeitskraft künftig durch Roboter, sich selbst regulierende Maschinen, Computer und Algorithmen in weiten Teilen ersetzt werden könnte. Ein in der öffentlichen Diskussion oft zitiertes Bedrohungsszenario der Arbeitsplatzvernichtung ist das der beiden Oxford-Professoren Frey und Osborn aus dem Jahr 2013. Die Autoren untersuchen das Automatisierungspotenzial von Berufen in den USA. Ihren Schätzungen zufolge ist knapp die Hälfte der Arbeitsplätze in den USA in den nächsten zehn bis 20 Jahren durch die Automatisierung gefährdet (Frey/Osborne, 2013).

Bonin et al. (2015) haben die Automatisierungswahrscheinlichkeiten aus der Studie von Frey und Osborne auf Deutschland übertragen und kommen zu dem Ergebnis, dass in Deutschland derzeit 42 Prozent der Beschäftigten in Berufen arbeiten, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit in den nächsten Jahrzehnten automatisiert werden können. Auch Ökonomen der ING-DiBa haben die Methodik von Frey und Osborne anhand der Berufsklassifikation der Bundesagentur für Arbeit übertragen und rechnen damit, dass in Deutschland 59 Prozent der Arbeitsplätze in ihrer jetzigen Form durch den technologischen Fortschritt bedroht sind (Brzeski/Burk, 2015). Bonin et al. (2015) äußern jedoch Kritik an dem Untersuchungsansatz von Frey und Osborne, da bei diesem der gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekt auf dem eingeschätzten Automatisierungspotenzial der Berufe basiert. Da die Tätigkeitsprofile aber nicht in allen Berufsgruppen unbedingt gleich sein müssen und eher die Tätigkeiten als die Berufe automatisiert werden, sei das errechnete Automatisierungspotenzial von 42 Prozent nicht mit einem Arbeitsplatzverlust von 42 Prozent gleichzusetzen. Dies berücksichtigend errechnen Bonin et al. (2015) in einem alternativen Ansatz, dass zwölf Prozent aller Arbeitsplätze Tätigkeitsprofile besitzen, die technisch substituierbar sind. In den USA trifft dies auf neun Prozent der Arbeitsplätze zu. Dennoch sind auch diese Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren, da rechtliche und gesellschaftliche Hürden bei der Einführung neuer Technologien unberücksichtigt bleiben und die Ergebnisse auf Einschätzungen technikaffiner Experten beruhen, die dazu neigen, technische Potenziale zu überschätzen.

Bezüglich der Bilanz der Arbeitsplatzeffekte durch den Vormarsch der digitalen Welt in Fabriken und Büros gibt es aber auch positive Tendaussagen. So prognostiziert die Boston Consulting Group einen Beschäftigungszuwachs von sechs Prozent für die nächsten zehn Jahre (BCG, 2015a). Dieser basiere in erster Linie auf dem steigenden Bedarf an hochqualifizierten Industriearbeitern bei der weiteren Umsetzung von Industrie-4.0-Systemen unter anderem im Maschinenbau und Automotive-Bereich. Auch in einer Studie von Bitkom und Prognos werden insgesamt positive Beschäftigungseffekte durch die Digitalisierung vorhergesagt (Bitkom/Prognos, 2013).

Zudem legt eine Analyse aus dem Personalpanel des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln (IW Köln) nahe, dass durch die Digitalisierung keine negativen Beschäftigungseffekte zu erwarten sind. Auf Basis einer Umfrage unter 1.394 Unternehmen wurde ermittelt, dass gerade Unternehmen, die sich intensiv mit der Digitalisierung auseinandersetzen, in kurzer Frist die Vergrößerung der Belegschaft anstreben. Dies trifft auf rund ein Drittel der digitalen Vorreiterbetriebe zu. Beschäftigung abzubauen plant hingegen nur jedes zehnte digital ausgerichtete Unternehmen. Auch nicht-digitalisierte Unternehmen streben eher eine Erhöhung des Personalbestands an (Hammermann/Stettes, 2015).

Umschichtung von Arbeitsplätzen zwischen den Berufsfeldern erwartet

Das Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB) hat in einem mehrstufigen Szenarien-Modell die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigung untersucht. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die Beschäftigung zwar nahezu gleich bleibt, Industrie 4.0 aber nachhaltig die bestehenden Berufsfelder verändert, was zu einer deutlichen Umschichtung von Arbeitsplätzen führt. Laut Modellrechnung werden in den kommenden zehn bis 15 Jahren bis zu 920.000 Arbeitsplätze zwischen den Berufsfeldern umgeschichtet. Konkret sollen 430.000 neue Arbeitsplätze, vor allem im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich, in der Unternehmensberatung, der Lehre und dem Design entstehen, während 490.000 Arbeitsplätze, insbesondere in maschinen- und anlagensteuernden und -wartenden Berufen, entfallen (Wolter et al., 2015). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Ende September 2015 veröffentlichte Studie der Boston Consulting Group. Die Autoren rechnen damit, dass in Deutschland bis 2025 zwar 610.000 Stellen verloren gehen, dafür aber circa 1 Million neue hinzukommen würden. Diese neuen Arbeitsstellen erfordern von den Arbeitnehmern deutlich mehr IT-Kompetenz als bisher und die Bereitschaft zu lebenslangem Lernen. Neue Technologien wie Augmented Reality oder robotergestützte Arbeitsplätze können sogar dazu beitragen, dass geringqualifizierte Arbeitnehmer wieder in den Arbeitsmarkt integriert werden können (BCG, 2015b).

Auch die Wirtschaft erwartet eine Umschichtung von Arbeitsplätzen durch Industrie 4.0. Das ist das Ergebnis einer Studie des Weltwirtschaftsforums, die auf einer Umfrage unter den Personalchefs der 350 größten Konzerne der Welt basiert. Sie gehen davon aus, dass in den Industrieländern in den kommenden fünf Jahren 7,1 Millionen Arbeitsplätze, in erster Linie klassische Bürojobs, wegfallen. Demgegenüber stehen zwar 2,1 Millionen Jobs aus den Bereichen Computerwissenschaften, Mathematik und Informatik, die durch die Digitalisierung der Wirtschaft erschaffen werden. In der

Summe rechnen die befragten Unternehmen jedoch mit einem Nettoverlust an Arbeitsplätzen (World Economic Forum, 2016).

Unternehmen in Nordbayern sehen eher Chancen als Risiken für die Arbeitswelt

Die Analyse der bisherigen empirischen Befunde und Prognosen hat gezeigt, dass es verschiedene Szenarien gibt, die zeigen, wie Industrie 4.0 die Arbeitswelt verändern wird. Während die Skeptiker menschenleere Fabriken befürchten, sehen die Optimisten Chancen durch flexiblere Arbeitszeiten und neue, anspruchsvolle Aufgaben. Wie die Unternehmen in Nordbayern diese Entwicklungen einschätzen, wurde in der Befragung ermittelt. Es zeigt sich, dass die nordbayerischen Unternehmen in den Veränderungen der Arbeitswelt durch Industrie 4.0 eher Chancen als Risiken sehen. Auf einer Skala von –100 (nur Risiken) bis 100 (nur Chancen) bewerten die Unternehmen die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt im Durchschnitt mit 37. Nur für knapp jedes fünfte Unternehmen (18 Prozent) birgt Industrie 4.0 Risiken für die Arbeitswelt. Ein Drittel der Unternehmen sehen in Industrie 4.0 erhebliche Chancen – ihre Einschätzung liegt auf der Skala bei mindestens 70. Die Unternehmen aus der IHK-Region Nürnberg bewerten die Veränderungen auf die Arbeitswelt mit einer Punktzahl von 44 positiver als der Durchschnitt der nordbayerischen Unternehmen.

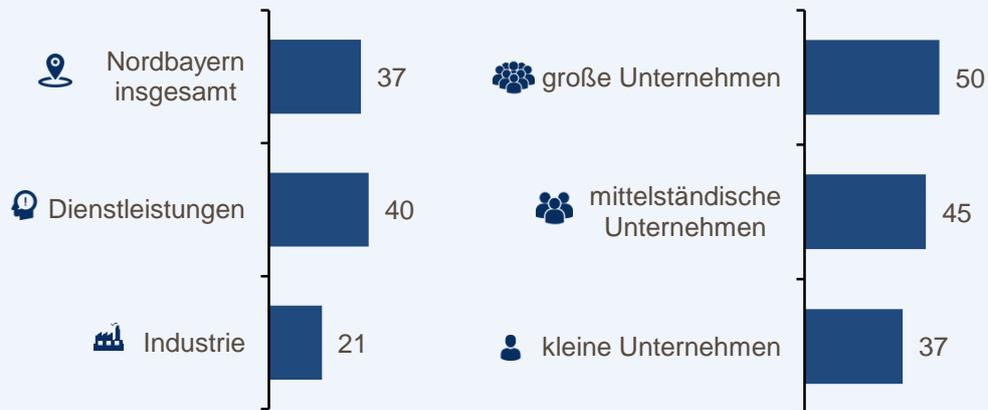
Der Optimismus der Unternehmen steigt mit der Unternehmensgröße: Kleine Unternehmen und der Mittelstand bewerten die Auswirkungen auf die Arbeitswelt mit 37 bzw. 45 positiv. Große Unternehmen ab 250 Mitarbeitern sind hier noch optimistischer; ihre Einschätzung liegt bei einem Wert von 50.

Neben Größenklassenunterschieden bestehen auch Branchenunterschiede in der Bewertung der Chancen und Risiken von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt. Die Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor schätzen die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt positiver ein (40 Punkte), als Industrieunternehmen (21 Punkte). Dabei schätzen die Dienstleister von Informationstechnologien die Chancen am höchsten ein. Die M+E-Industrie geht zwar insgesamt von eher positiven Folgen aus (17 Punkte), diese liegen aber unter dem Durchschnitt der Industrie insgesamt.

Abbildung 2-9: Arbeitswelt 4.0 – Einschätzung der Chancen und Risiken in Nordbayern

Gesamtwirtschaft*; n=267

Angaben auf einer Skala von –100 Punkte (nur Risiken) bis 100 Punkte (nur Chancen)



* Gesamtwirtschaft wird definiert als Wirtschaftszweige (WZ) 05-33, WZ 35-43, WZ 49-53, WZ 58-82 und WZ 86-88.

WZ 05-33 sind der Industrie zugeordnet.

WZ 35-43 sowie WZ 49-53, WZ 58-82 und WZ 86-88 sind den Dienstleistern zugeordnet.

Nachfolgend nicht mehr angemerkt.

Lesehilfe: Auf einer Skala von –100 (nur Risiken) bis 100 (nur Chancen) bewerten die Unternehmen die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt im Durchschnitt mit 37 Punkten. Damit sehen die Unternehmen eher Chancen als Risiken.

Eigene Darstellung IW Consult

2.4 Übergeordnete Rahmenbedingungen haben entscheidenden Einfluss

Industrie 4.0 bietet die Chance, mittels der globalen Megatrends und neuer Technologien die industrielle Produktion weitgehend zu verändern und damit ressourcenschonender und effizienter zu gestalten. Für deutsche Unternehmen ist Industrie 4.0 damit das Zukunftsmodell, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und weiter auszubauen. Deshalb treiben auch globale Mitbewerber beispielsweise aus den USA und Südkorea die Entwicklung von Industrie 4.0 unaufhaltsam voran. Gleichzeitig gefährden Risiken wie eine zurückhaltende Unternehmenskultur, Investitionshürden oder das Fehlen von Fachwissen die Umsetzung von Industrie 4.0. Diese Risiken gilt es durch gemeinschaftliche Anstrengungen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu mindern, damit die Unternehmen in Nordbayern eine Vorreiterrolle bei Industrie 4.0 einnehmen können.

Bewusstsein schaffen und Kulturwandel vorantreiben

In vielen Unternehmen herrscht bei der Umsetzung von Industrie 4.0 derzeit noch Zurückhaltung. Insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) scheint eine umfassende Strategie zur Umsetzung von Industrie 4.0 zu fehlen. Zudem mangelt es oft an den notwendigen Ressourcen, um die zukünftigen technologischen Trends zu identifizieren. Dies birgt das Risiko, dass Unternehmen technologische Innovationen verpassen und dem globalen Wettbewerb nicht standhalten können. Weiterhin können auch Ängste vor Arbeitsplatzverlusten die Akzeptanz von Industrie 4.0 aufseiten der Belegschaft hemmen (FES, 2016).

Daher gilt es, die Wahrnehmung von Industrie 4.0 als Chance für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Unternehmens zu fördern, um die Akzeptanz für eine Umsetzung der Industrie 4.0 zu schaffen. Auf politischer und gesellschaftlicher Ebene sind vor allem Diskurse rund um die Potenziale von Industrie 4.0 zu fördern. Branchenübergreifende Austausch- und Netzwerkaktivitäten können zudem Umsetzungshemmnisse verringern und als Treiber für einen Bewusstseinswandel wirken.

Finanzierung sicherstellen

Insbesondere KMU fällt es schwer, neueste Technologien und (kosten)intensive Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Industrie 4.0 finanziell zu stemmen. Bezüglich des Zugangs zu Finanzmitteln muss zwischen Anwendern und Entwicklern von Industrie-4.0-Technologien differenziert werden. Während sich für viele mittelständische Anwender der Zugang zu Finanzierungsinstrumenten mittels ihrer Hausbanken häufig unproblematisch gestaltet, stehen junge Start-ups, die oft zu den Entwicklern von Industrie-4.0-Technologien und damit verbundenen Dienstleistungen zählen, vor weit größeren Herausforderungen. Insbesondere der international vergleichsweise kleine deutsche Markt für Risikokapital schmälert die Finanzierungsmöglichkeiten für diese Unternehmen. Zudem vergrößern fehlende rechtliche Rahmenbedingungen und einheitliche Standards das Investitionsrisiko für die Unternehmen in Industrie 4.0 (FES, 2016).

Forschungsverbände zwischen Unternehmen sowie mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen können dazu dienen, auch in KMU umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu Industrie 4.0 zu ermöglichen. Neue Finanzierungsinstrumente wie Pay-per-use-Modelle erhöhen zudem die Flexibilität, mit der Unternehmen in die Umsetzung von Industrie 4.0 investieren können. Auch gemeinschaftliche Investitionen können das Investitionsrisiko bei einzelnen Unternehmen verringern.

Rechtlichen Rahmen erarbeiten und IT-Sicherheit gewährleisten

Die Vernetzung über das Internet bietet nicht nur zahlreiche Chancen für die Produktion, sondern auch eine Angriffsfläche für Cyberattacken. Neben kleinkriminellen Attacken geht es hier vermehrt auch um Industriespionage. Besonders Deutschland, mit seinen umfangreichen Innovationen und komplexen Technologien, ist gefährdet. Unternehmen müssen daher eine IT-Sicherheitskompetenz aufbauen und schon vor Umsetzung der neuen Technologien eine IT-Sicherheitsstrategie entwickelt und eingeführt haben. Eine Studie von Techconsult zeigt, dass gerade einmal 25 Prozent der Unternehmen eine eigenständige IT-Security-Strategie erarbeitet haben, die sie überprüfen und aktualisieren (Techconsult, 2013).

Zugleich muss für die Unternehmen Rechtssicherheit bestehen und insbesondere Haftungsfragen sowie datenschutzrechtliche Vorgaben, die beispielsweise den Umgang mit personenbezogenen Daten regeln, klar ausgestaltet sein. Die rechtliche Unsicherheit bleibt anderenfalls ein großes Investitionshemmnis für viele Unternehmen, das die Umsetzung von Industrie 4.0 verzögert.

Neben den Unternehmensanstrengungen müssen daher folgende Voraussetzungen erfüllt werden, um die Akzeptanz von Industrie 4.0 zu erhöhen und eine Umsetzung für die Unternehmen zu erleichtern (Roland Berger, 2015):

- Zentrale Regelung der Datensicherheit in Deutschland und Europa
- Stärkung europäischer Kooperation mit Investitionsprogrammen
- Bündelung gemeinsamer Interessen und Ziele in Europa
- Schaffung eines einheitlichen Rechtsrahmens
- Förderung von Forschung, Pilotprojekten und der gemeinsamen European Cloud

Im Vordergrund müssen dabei die schnelle Integration, Transparenz und gemeinschaftliches Handeln wirtschaftlicher und politischer Akteure stehen.

Vernetzung vorantreiben und Standards entwickeln

Damit Fachkräfte ihr Wissen anwenden können und die Weiterbildung der Mitarbeiter an Struktur gewinnt, bedarf es einer Vereinfachung der Technik. Bei neuen Technologien unterstützen benutzerfreundliche Schnittstellen (Interfaces) die Geschwindigkeit der Integration und Akzeptanz.

Bisher entspricht die Entwicklung noch nicht dem Anspruch. Ähnlich der Entwicklung des Computers muss es möglich sein, dass der Nutzer die Technologie bei der Anwendung versteht und leicht

bedienen kann (Stichwort Usability). Es bedarf dringend weiterer Forschung und Entwicklung von Einrichtungen und Unternehmen, besonders im Feld der Mensch-Maschine-Interaktion. Nicht nur unter internationalen Wettbewerbsgesichtspunkten ist eine Kooperation zwischen deutschen Unternehmen wichtig, um einen schnellen Fortschritt zu bewirken. Zudem sind für die Funktionalität der Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerke der Industrie 4.0 Standardisierungen notwendig, um eine firmen- und branchenübergreifende Zusammenarbeit zu ermöglichen.

Zur Anwenderfreundlichkeit gehört auch eine entsprechende Standardisierung. Nicht nur die Verwendung der Technologien muss einfach sein, sondern die Geräte selbst müssen leicht interagieren können. Zusammen mit der steigenden Verbindung zwischen Maschinen wächst auch der Bedarf an einheitlichen Schnittstellen. Mit der deutschen Standardisierungsorganisation Plattform Industrie 4.0 hat Deutschland bereits einen Grundstein für die Zukunft gelegt. Es liegt nun an den Unternehmen, sich in den Prozess miteinzubringen und diesen mitzugestalten. Bedeutende Wettbewerber der deutschen Wirtschaft haben jedoch ebenfalls spezielle Industrie-4.0-Programme aufgelegt. So verfügt das US-amerikanische Industrial Internet Konsortium (IIC) – eine Initiative bestehend aus mehreren Arbeitsgruppen, die unter anderem an industriespezifischen Standards arbeitet, um einen Rahmen für Industrie 4.0 zu schaffen – über einen hohen finanziellen Ressourceneinsatz. Das koreanische Wirtschaftsministerium treibt im Rahmen des Projekts „Manufacturing Industry Innovation Strategy 3.0“ die Verknüpfung von IT und industriellen Prozessen voran. Ziel ist es, das Internet of Things zu fördern und dessen Marktvolumen von derzeit rund 2,5 Milliarden US-Dollar bis 2020 auf 13 Milliarden US-Dollar auszubauen. Dafür sollen bis 2020 etwa 10.000 „Smart Factories“ in Südkorea aufgebaut werden.

Darüber hinaus vernetzen mehrere Cluster- und Kompetenz-Initiativen wie das IHK-Netzwerk Automation Valley Nordbayern im Bereich Industrie 4.0 alle relevanten Akteure und fördern den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der zweiten Fallstudie vorgestellt. Diese beinhaltet eine Art Roadmap – es werden erste Schritte aufgezeigt, die Unternehmen, trotz oftmals fehlender Rahmenbedingungen und daraus resultierender Hürden, gehen können, um Industrie 4.0 zu implementieren.

Industrie 4.0 hat eine technologische und eine Verhaltensdimension

Fallstudie: Wissenschaft

Hintergrund:

Industrie 4.0 erfordert Rahmenbedingungen, die bislang noch nicht etabliert wurden. Die daraus resultierenden Hürden müssen abgebaut werden, damit Unternehmen, und insbesondere die in Nordbayern so stark vertretenen Zulieferer, investieren und so ihren Platz im Wertschöpfungsnetzwerk sichern können. Ziel ist ebenfalls, mit neuen (digitalen) Geschäftsmodellen Wettbewerbsvorsprünge zu erarbeiten.

Vorgehen:

Befragung eines Experten aus dem Forschungsumfeld.

Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich durch Industrie 4.0 für Zulieferer?

Industrie 4.0 bietet durch die Vernetzung des kompletten Wertschöpfungsprozesses für Unternehmen die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen auf Basis datengetriebener und vernetzter Anwendungen zu entwickeln. Die horizontale und vertikale Vernetzung der Wertschöpfungsketten stellt jedoch hohe Anforderungen an die IT, beispielsweise an deren Interoperabilität sowie an deren Sicherheit und den Datenschutz. Neben der Harmonisierung und der Vernetzung der EDV-Systeme (beispielsweise über ein Manufacturing Execution System; kurz MES), der Einführung von Schnittstellen und einer einheitlichen Sprache, müssen die Unternehmen sowohl die unternehmensinterne als auch die unternehmensübergreifende IT-Sicherheit gewährleisten und sich mit den datenschutzrechtlichen Anforderungen auseinandersetzen. Diese Anforderungen stellen die Unternehmen vor große Herausforderungen und sind ein wesentlicher Grund, warum Industrie 4.0 nicht schneller in die Breite getragen wird. Dies betrifft in besonderer Weise den Umgang mit den unternehmenseigenen Daten.

Der richtige Umgang mit der neuen Datenflut und deren Verarbeitung zu Smart Data ist essenziell für das Gelingen von Industrie 4.0 und die Entwicklung disruptiver und innovativer Geschäftsmodelle.

Wie sieht eine Roadmap zur Überwindung dieser Hürden aus?

Um diese Barrieren zu überwinden, können die Unternehmen hier in drei Schritten vorgehen. Dabei beinhalten die ersten beiden Schritte eher technologische Komponenten, während der dritte Schritt auf die Verhaltensebene abzielt. Die ersten beiden technologischen Komponenten sind die beiden Standbeine, die dritte Verhaltensdimension die Querverbindung dieser (Pi-Shape):

1. **Pilotierung:** Um über starre und zu enge Unternehmensrichtlinien hinauszugehen, müssen Freiräume eröffnet werden. In diesen Freiräumen können einzelne Industrie-4.0-Projekte testweise durchgeführt werden, um die konkreten Potenziale bewerten zu können.

nen. Auf Basis der gesammelten Ergebnisse lassen sich unternehmensspezifische Aussagen zur Prozessoptimierung oder IT-Harmonisierung ableiten, wie beispielsweise zu den Chancen durch die Einführung von Cloud-Lösungen oder die Notwendigkeit von IT-Sicherheitsmaßnahmen.

2. **Verbindung der neuen und alten Welt:** Die Verbindung der neuen und der alten Welt erfolgt durch das Aufrüsten des Maschinen- und Anlagenparks. In Unternehmen muss schrittweise ein Wandel stattfinden, von bestehenden zu Industrie-4.0-fähigen Maschinen. Dieser Wandel hat evolutionären Charakter. Industrie 4.0 ist in diesem Sinne ein Kontinuum, in dem eine sukzessive Weiterentwicklung hin zur vollständig vernetzten Fabrik erfolgt. Gerade Nordbayern mit seiner industriell geprägten Unternehmensstruktur hat die Chance, die dort erzielten Wettbewerbsvorsprünge in die neue Welt durch eine dynamische Verschränkung zu übertragen.
3. **Verhalten:** Für Industrie 4.0 müssen neue Verhaltensregeln geschaffen werden. Dabei müssen die Unternehmen über verschiedene Kanäle sensibilisiert werden. Angefangen mit der besseren Einbindung von digitalen Gründungen für radikale Innovationen über Industrie-4.0-Versicherungen, um sich datenschutzrechtlich abzusichern und vor Cyberangriffen zu schützen, bis hin zu Open-Innovation-Anstrengungen, bei denen die Innovationsprozesse nach außen hin geöffnet werden. So entstehen in einem interdisziplinären Team – nah am Kunden und in Kooperation mit Forschungseinrichtungen sowie anderen Unternehmen – Innovationsimpulse. Erfolgreiche Innovationen erfordern weitaus mehr als nur die Einführung neuer Technologien bzw. IT-Systeme. Neben einer systematischen Öffnung gegenüber den Kundenbedürfnissen, bedarf es der Bereitschaft, in einen offenen Dialog – sowohl nach außen als auch intern – zu gehen.

3 Nordbayerns Stärken und Schwächen – der Industrie-4.0-Kompass

Die aufgezeigten Chancen, die sich aus den Megatrends und zugehörigen Technologien ergeben, versprechen eine höhere Wettbewerbsfähigkeit für den gesamten industriellen Sektor. Eine erhöhte Flexibilität ermöglicht, auf Kunden individueller eingehen und kleinste Produktionsmengen umsetzen zu können. Neben der Vielzahl an Vorteilen werden allerdings auch neue Herausforderungen auf die Unternehmen zukommen.

Obwohl Deutschland vielfach beste Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0 attestiert werden (Roland Berger, 2014; Deutsche Bank Research, 2014), gilt es zunächst, die notwendigen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche und umfassende Integration der neuen Technologien zu schaffen. Dazu bedarf es neben rechtlichen und technischen Standards auch einer verlässlichen Infrastruktur. Die Voraussetzungen an die Rahmenbedingungen für Industrie 4.0 werden nachfolgend näher erläutert und die jeweiligen Stärken und Schwächen der nordbayerischen Regionen identifiziert.

3.1 Wirtschaftsstruktur – Industrie als Garant der Wettbewerbsfähigkeit

Die mit der Digitalisierung einhergehenden Veränderungen von Produktionsprozessen und ganzen Geschäftsmodellen der Unternehmen, aber auch vieler weiterer Lebensbereiche, zum Beispiel durch Smart Cities, bewirken einen tief greifenden Strukturwandel für regionale Wirtschaftssysteme. Gleichzeitig verändern sich auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen wie etwa durch den demografischen Wandel oder die Reurbanisierung. Deutsche Regionen stehen damit vor großen Herausforderungen und wachsendem Handlungsbedarf, um im globalen Wettbewerb standzuhalten. Für viele Regionen bietet Industrie 4.0 jedoch die Chance, Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und Zukunftssicherheit zu gewinnen.

Nordbayern verfügt in großen Teilen über eine historische industrielle Prägung und ist bis heute für die wirtschaftliche Entwicklung der Region von hoher Bedeutung, wie der bayern- und deutschlandweite Vergleich verdeutlicht (Tabelle 3-1). Dabei ist die Region stark von der Zulieferindustrie geprägt, die kleinteilige Strukturen aufweist. Die industrielle Prägung Nordbayerns schafft beste Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0 und bietet der regionalen Wirtschaft die Chance, durch eine konsequente Umsetzungsstrategie die kommenden Entwicklungen aktiv zu gestalten und so dem globalen Wettbewerb standzuhalten.

Die höchsten Industriequoten der Untersuchungsregion weisen die ländlichen Regionen in den Räumen Coburg, Bayreuth und Regensburg auf. Auch der Landkreis Main-Spessart und die Stadt Schweinfurt sind industriell stark geprägt. Ein regional vergleichsweise starker Dienstleistungssektor liegt vor allem rund um urbane Ballungsräume wie Würzburg und Nürnberg vor. Ein ausgeprägter und auf Unternehmensdienstleistungen fokussierter Dienstleistungssektor ist die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0. Hierzu zählen Unternehmen aus den

Bereichen Datenverarbeitung, Softwareentwicklung und Maschineninteraktion. Daher sollte insbesondere die Vernetzung zwischen den Branchen und Regionen intensiviert werden, um die regionale Arbeitsteilung effektiv zu nutzen – und dienstleistungsgeprägte Zentren effektiv mit dem produzierenden Gewerbe im ländlichen Raum zu verbinden.

Tabelle 3-1: Die nordbayerische Branchenstruktur im Vergleich
Angaben in Prozent

| Region | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte | | | | |
|--------------------------|---|--|-------------------------|--|--|
| | Dienstleistungssektor* | Wissensintensive Dienstleistungen ¹ | Produzierendes Gewerbe* | Kultur- und Kreativwirtschaft** ² | Branchen mit Industrie-4.0-Potenzial* ³ |
| IHK Oberfranken Bayreuth | 60,8 | 16,2 | 38,5 | 4,3 | 11,9 |
| IHK Coburg | 58,3 | 20,8 | 41,4 | 2,7 | 16,4 |
| IHK Nürnberg | 67,2 | 21,7 | 32,4 | 5,4 | 19,5 |
| IHK Regensburg | 58,5 | 15,6 | 40,9 | 3,7 | 19,3 |
| IHK Würzburg-Schweinfurt | 62,4 | 18,7 | 36,8 | 3,1 | 19,1 |
| IHK Nordbayern | 62,8 | 18,7 | 36,6 | 4,3 | 18,0 |
| Bayern | 66,3 | 21,4 | 33,2 | 5,1 | 17,4 |
| Deutschland | 70,2 | 20,6 | 29,0 | 4,5 | 13,1 |

* an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) gesamt.

¹ Wissensintensive Dienstleistungen sind die Summe der Wirtschaftsabteilungen (nach WZ 2008): WZ 58-66, 69-75, 86, 90-91.

² Zur Kultur- und Kreativwirtschaft gehören die Musikwirtschaft, der Buchmarkt, der Kunstmarkt, die Film- und Rundfunkwirtschaft, der Markt für darstellende Künste, die Designwirtschaft, der Architektur-, Presse- und Werbemarkt, die Software-/Games-Industrie sowie sonstige Branchen wie Bibliotheken und Archive, Betrieb von historischen Stätten und Gebäuden und ähnlichen Attraktionen, botanische und zoologische Gärten sowie Naturparks, selbstständige Dolmetscher/innen, Fotolabors, Hersteller von Münzen und von Fantasieschmuck. ³ Branchen mit Industrie-4.0-Potenzial sind die Herstellung von chemischen Erzeugnissen, die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, der Maschinenbau, die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, der sonstige Fahrzeugbau, die Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen, die Telekommunikation, die Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie und Informationsdienstleistungen.

Quelle: Bundesagentur für Arbeit, 2016a

Für eine erfolgreiche Entwicklung hin zu Industrie 4.0 gilt es, den Anteil wissensintensiver Dienstleistungen weiter auszubauen. In Nordbayern liegt er derzeit mit 18,7 Prozent noch deutlich unter dem Bundes- (20,6 Prozent) und Landesdurchschnitt (21,4 Prozent).

Die Kreativ- und Kulturwirtschaft ist ein weiterer wichtiger Treiber für Innovation und Wissensintensivierung. Die Branche besitzt nicht nur für sich selbst ein starkes Innovationspotenzial, sondern fungiert gleichzeitig als wichtiger Katalysator für Innovationen und wissensbasiertes Wachstum in zahlreichen anderen Wirtschaftsfeldern und hat somit die Funktion einer Querschnittsbranche (BMW i, 2015; Florida, 2012). Dies liegt insbesondere an der Softwareindustrie und der Designwirtschaft, die Teilmärkte der Kultur- und Kreativwirtschaft sind. Durch ihr hohes Wachstumspotenzial und als Impulsgeber trägt die Kultur- und Kreativwirtschaft damit zur Zukunftsfähigkeit von Regionen bei. Hier herrscht in den meisten Teilen Nordbayerns (durchschnittlich 4,3 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) jedoch noch Nachholbedarf – wie sich auch im Deutschlandvergleich (4,5 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) zeigt. Während in den IHK-Bezirken für Oberfranken Bayreuth und Nürnberg die Kultur- und Kreativwirtschaft bereits ein vergleichsweise bedeutender Wirtschaftsfaktor ist, fällt die Branchenbedeutung in den Bezirken Coburg, Regensburg und Würzburg-Schweinfurt geringer aus.

Insgesamt betrachtet bietet die Wirtschaftsstruktur eine gute Grundlage für die zukünftige Entwicklung. Die Beschäftigungsdichte in Industrie-4.0-nahen Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau, der Chemieindustrie und der IKT ist in Nordbayern höher als im Bundes- und Landesvergleich. Verhältnismäßig schwach ist Nordbayern hingegen in innovativen Wirtschaftsbranchen² wie der Kultur- und Kreativwirtschaft sowie wissensintensiven Dienstleistungen aufgestellt. Regionen- und branchenübergreifende Vernetzung ist ein Weg, um die Branchenstruktur innerhalb Nordbayerns effektiver zu nutzen.

² Innovative Wirtschaftsbranchen sind die Kultur- und Kreativwirtschaft sowie wissensintensive Dienstleistungen. Für eine Branchenabgrenzung siehe Tabelle 3-1.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Regionale Arbeitsteilung ermöglichen

Die Unternehmen in Nordbayern müssen sich über Kooperationen und Netzwerke branchen- und regionenübergreifend vernetzen, um regionale Differenzierungen der Branchenstruktur bestmöglich zu nutzen. Wissensintensive Dienstleistungen, die vor allem in Zentren und Ballungsräumen beheimatet sind, sind für die Umsetzung von Industrie 4.0 gleichermaßen notwendig wie das produzierende Gewerbe. Die Vernetzung von Unternehmen aus beiden Bereichen gilt es daher in besonderem Maße zu fördern. Überregionale Cluster und Cross-Cluster-Aktivitäten erleichtern zudem den Austausch spezialisierter Regionen.

Kultur- und Kreativwirtschaft fördern

In Nordbayern gilt es, die Kultur- und Kreativwirtschaft in urbanen Zentren auszubauen und durch Beratungs- und Unterstützungsangebote zu fördern. Gleichzeitig sollte diese Branche als Impulsgeber für Innovationen wahrgenommen und aktiver in bestehende Netzwerke eingebunden werden. Initiativen wie „Engineering 2050“ (<http://engineering2050.weebly.com/>) zielen in diese Richtung und sollten daher gestärkt und auf eine breitere Basis gestellt werden.

3.2 Innovation – Treiber für Wachstum und Megatrends

Neben unternehmensnahen und hochspezialisierten Dienstleistungen, zum Beispiel aus der Kultur- und Kreativwirtschaft, bilden Unternehmensgründungen sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten wichtige Innovationstreiber für eine zielorientierte Umsetzung von Industrie 4.0. Um die Entwicklung von Industrie 4.0 zu unterstützen, können insbesondere junge – oft digitale – Unternehmen wichtige Impulse liefern. Diese fungieren als Wachstumsmotor für die wirtschaftliche Entwicklung von Regionen und erhöhen gleichzeitig den Innovationsdruck bei etablierten Industrieunternehmen. Netzwerke, Cluster und gemeinsame Initiativen tragen dazu bei, unterschiedliche, an der Industrie 4.0 beteiligte Akteure zu vernetzen und gemeinsame Interessen zur zukünftigen Gestaltung, beispielsweise im Bereich Standards und Interfaces, zu vertreten.

Unternehmensgründungen

Unternehmensgründungen sind in der gesamten Region Nordbayern seit dem Jahr 2005 drastisch zurückgegangen. So hat sich die Gründungsintensität seit 2005 fast halbiert (ZEW, 2015). Dieser regionsweite Negativtrend entspricht der bundesweiten Tendenz rückläufiger Unternehmensgründungen (DIHK, 2016a). Innerhalb Nordbayerns bestehen jedoch deutliche Unterschiede. So verzeichnet der IHK-Bezirk Coburg beispielsweise eine sehr hohe Gründungsintensität.

Maßnahmen wie die Schaffung einer gründungsfreundlichen Infrastruktur in Form von Gründungsnetzwerken, Gründerzentren und Coworkingspaces helfen, die Regionen wieder attraktiver für junge Unternehmen und insbesondere digitale Start-ups zu gestalten. Beratungsinitiativen wie der IT-Gründungswegweiser Oberpfalz bauen zusätzliche Gründungshemmnisse ab. Zudem unterstützt die TechBase in Regensburg als Gründungs- und Innovationszentrum junge, digitale Start-ups. Durch zahlreiche Cluster beispielsweise im Bereich der IT-Logistik werden Vernetzung und Spillover-Effekte ermöglicht. Außerdem hat Anfang 2016 das Bayerische Wirtschaftsministerium einen Wettbewerb für die Errichtung von Gründerzentren und Netzwerkaktivitäten im Bereich Digitalisierung ausgeschrieben (StMWi, 2016). In Nordbayern haben sich die folgenden Standorte mit besonders guten Konzepten für neue digitale Gründerzentren durchgesetzt (siehe Abbildung 3-1):

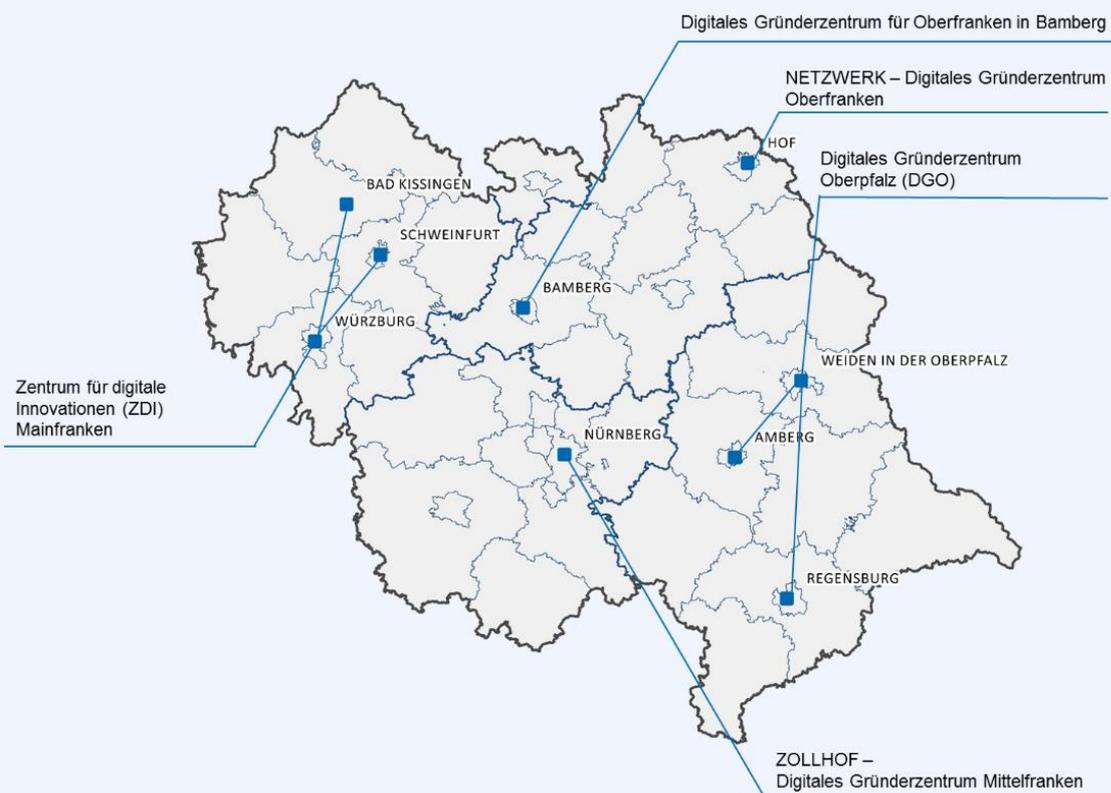
- **Digitales Gründerzentrum Oberpfalz (DGO):** An den Standorten Amberg, Regensburg und Weiden werden die Infrastrukturen für Existenzgründer im Bereich Digitalisierung optimiert und erweitert. Das Projekt, das voraussichtlich im Jahr 2017 startet, vereint Kommunen aus der gesamten Oberpfalz sowie Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Region, um das Innovationsklima in der Oberpfalz zu verbessern.
- **Digitales Gründerzentrum für Oberfranken in Bamberg:** In Bamberg wird mit dem neu geplanten Gründungszentrum ein „digitaler Gründungsmagnet“ für Oberfranken errichtet. Durch Workshops, Ideenbörsen und Vernetzung mit der Universität soll eine möglichst große Strahlkraft erzielt werden, die weit über die Region Oberfranken hinausgeht und das Gründungszentrum zu einem Hot-Spot für digitale Geschäftsmodelle macht (BayStartUP, 2016).
- **NETZWERK – Digitales Gründerzentrum Oberfranken:** Das geplante digitale Gründerzentrum Netzwerk in Hof vermittelt durch seine unmittelbare Nähe zur Hochschule intensiven Kon-

takt zur Forschung. Die Lehrbereiche der Hochschule, insbesondere die internationale Forschungseinrichtung für Informatik, ermöglichen Gründern direkten Zugang zu Technologien und Anwendungen für die Industrie 4.0.

- **ZOLLHOF – Digitales Gründerzentrum Mittelfranken:** In Nürnberg wird der Zollhof schon bestehende Gründungs- und Innovationszentren ergänzen und das digitale Profil Mittelfrankens schärfen. So sollen insbesondere Start-ups neue Innovationsimpulse für die Region liefern. Das Zentrum wiederum unterstützt die jungen Unternehmen durch eine entsprechende Infrastruktur und intensive Partnerschaft mit etablierten Unternehmen, besonders im Bereich „Smart Engineering“ (BayStartUP, 2016).
- **Zentrum für digitale Innovationen (ZDI) Mainfranken:** Das Zentrum für digitale Innovation mit Standorten in Würzburg, Schweinfurt und Bad Kissingen soll für Gründungsaktivitäten sensibilisieren und richtet sich vornehmlich an Hochschulabsolventen. Diese sollen durch Informations- und Praxisangebote zur digitalen Gründung angeregt werden, um das digitale Potenzial Mainfrankens weiter auszubauen.

Darüber hinaus werden aktuell für die nordbayerischen Standorte Cham und Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim Modelle für weitere Gründerzentren entwickelt.

Abbildung 3-1: Neue Gründerzentren im Bereich Digitalisierung in Nordbayern



Eigene Darstellung IW Consult

Mit den geplanten Gründungszentren werden in der Region technologieintensive Start-ups unterstützt und zusätzliche Anreize für die Gründung neuer, hochinnovativer Unternehmen gesetzt. Neben der Neugründung von Unternehmen, können insbesondere Spin-offs aus etablierten Unternehmen sowie der Wissenschaftslandschaft die Umsetzung von Industrie 4.0 beeinflussen. Hier sind die Umsetzung neuer Produktideen und der Einsatz neuer Produktionsverfahren für Industrie 4.0 oft mit geringeren Barrieren verbunden als in vielen etablierten Unternehmen. Die Nähe zu öffentlichen Forschungseinrichtungen ermöglicht zudem einen engen Transfer zu neuesten Technologien und der Grundlagenforschung für Industrie 4.0.

FuE-Intensität

Bezüglich der Forschungs- und Entwicklungslandschaft zeigen sich in Nordbayern regionale Unterschiede (Tabelle 3-2). So hat die Bedeutung von Forschung und Entwicklung in den letzten Jahren in einigen Regionen Nordbayerns zugenommen, wie die Entwicklung der prozentualen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung am BIP zeigt. Der Anteil an den FuE-Ausgaben ist in den IHK-Bezirken Oberfranken Bayreuth, Coburg und Nürnberg seit 2005 angestiegen. Im Bezirk Regensburg gingen die Ausgaben am BIP hingegen leicht zurück; in Würzburg-Schweinfurt zeigte sich keine Veränderung. Insgesamt liegt die Region Nordbayern jedoch knapp über dem Bundesdurchschnitt. Eine Stärke, die insbesondere der Technologieentwicklung für Industrie 4.0 zugutekommt. Im Vergleich zu Bayern insgesamt schneidet Nordbayern jedoch schlechter ab. Vor allem mit Blick auf die gute FuE-Infrastruktur in Nordbayern (siehe nachfolgenden Abschnitt Wissensinfrastruktur) deutet dieser Befund darauf hin, dass die Vernetzung des nordbayerischen Forschungsverbunds offensichtlich schleppend läuft.

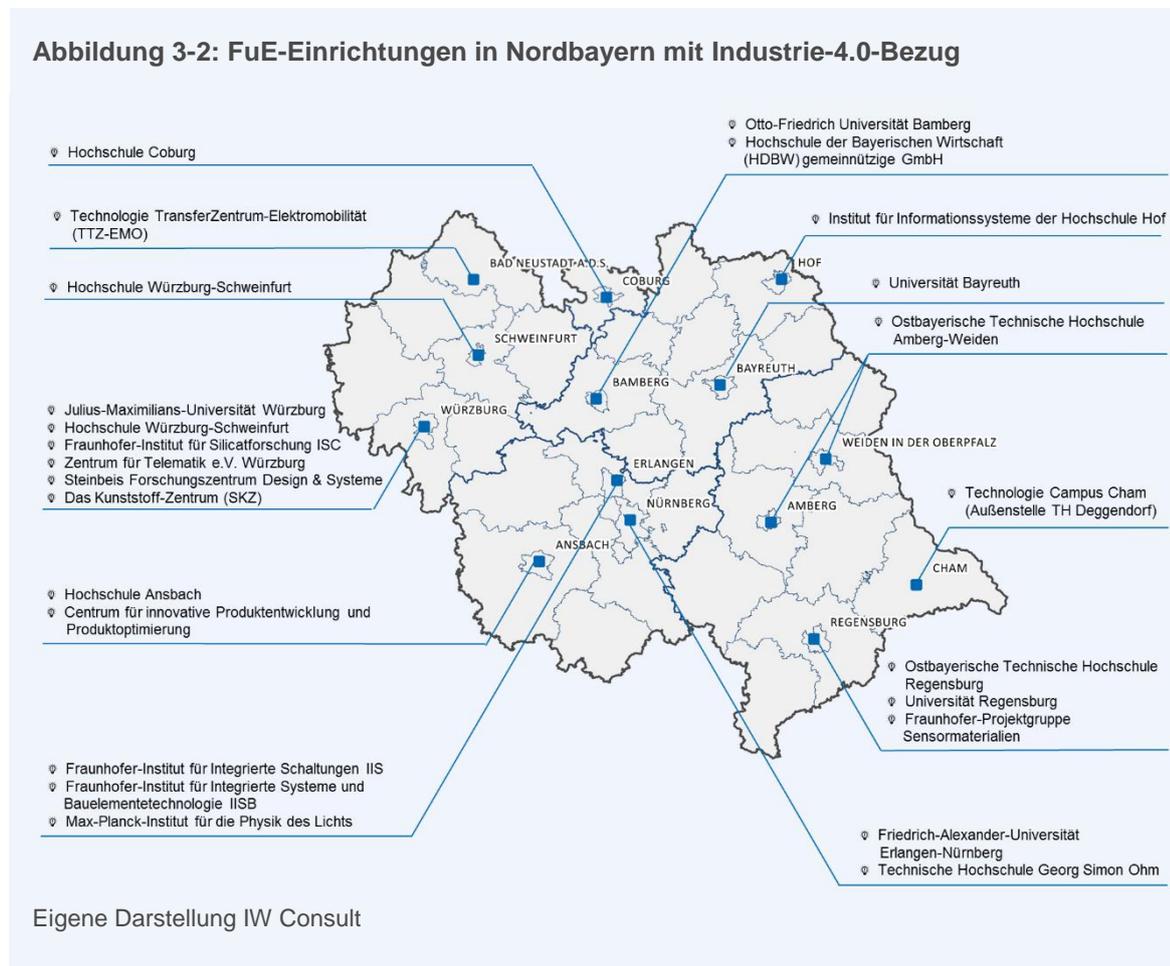
Tabelle 3-2: Entwicklung der nordbayerischen FuE-Ausgaben im Vergleich
Angaben in Prozent

| Region | FuE-Ausgaben am BIP, 2005 | FuE-Ausgaben am BIP, 2013 |
|--|---------------------------|---------------------------|
| IHK für Oberfranken Bayreuth | 0,8 | 1,1 |
| IHK Coburg | 1,8 | 2,3 |
| IHK Nürnberg für Mittelfranken | 2,3 | 2,8 |
| IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim | 1,7 | 1,4 |
| IHK Würzburg-Schweinfurt | 1,6 | 1,6 |
| IHK Nordbayern | 1,7 | 2,0 |
| Bayern | 2,3 | 2,4 |
| Deutschland | 1,7 | 1,9 |

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2016

Wissensinfrastruktur

Nordbayern verfügt über eine leistungsfähige und gut ausgebaute Infrastruktur im FuE-Bereich. Hier finden sich zahlreiche Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die sich in Forschungsprojekten bereits mit verschiedenen Teilaspekten von Industrie 4.0 beschäftigen. Diese breite Forschungsbasis im Umfeld von Industrie 4.0 ermöglicht es den nordbayerischen Unternehmen, zielgerichtet Partner für Projekte und Aktivitäten bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu finden. Hochschulen bilden eine zentrale Säule in der nordbayerischen Forschungs- und Entwicklungslandschaft. Abbildung 3-2 gibt einen groben Überblick über die nordbayerischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Im folgenden Abschnitt werden alle relevanten Institutionen kurz vorgestellt.



- Ein bedeutender Forschungspartner für die Unternehmen in Nordbayern ist die **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)**. Das an der FAU gegründete Interdisziplinäre Zentrum für Eingebettete Systeme (ESI) befasst sich mit der fächerübergreifenden Koordination und Organisation von Forschung, Lehre und Weiterbildung im Bereich eingebetteter Systeme. Außerdem befasst sich der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produkti-

onssystematik mit der Vernetzung aller Teilfunktionen einer Fabrik zu einem rechnerintegrierten Gesamtkonzept. Aufgrund des Forschungsfokus Automatisierung erhält die FAU aus der Digitalisierungsoffensive des Freistaates Bayern einen Lehrstuhl für „Digital Industrial Service Systems“. Der neue Lehrstuhl wird im Bereich Wirtschaftsinformatik angesiedelt und legt den Schwerpunkt auf die systematische Entwicklung softwareintensiver industrieller Produkt-Service-Systeme.

- Die **Technische Hochschule Georg Simon Ohm (THO)** in Nürnberg hat, gemeinsam mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2012 mithilfe finanzieller Unterstützung durch die Bayerische Staatsregierung den „Nuremberg Campus of Technology“ (NCT) ins Leben gerufen. Damit wurde sowohl der Grundstein für eine verstärkte Zusammenarbeit beider Hochschulen gelegt als auch das Ziel verfolgt, die regionale Wirtschaft nachhaltig zu stärken. Am NCT kooperieren die beiden Hochschulen insbesondere im Bereich der Automatisierungstechnik für ressourcen- und energieeffiziente Produktionsabläufe. Das Institut für leistungselektronische Systeme (ELSYS) an der THO forscht unter anderem zu Elektromobilität, CPS-Technologien wie Smart Grids und eingebetteten Systemen. Dabei steht auch die Entwicklung von anwenderfreundlichen Systemen hinsichtlich der Interaktion von Mensch und Maschine im Fokus. Das 3D-Visualisierungszentrum der THO bietet seit 2009 für Unternehmen der Region Expertise in den Bereichen Reverse Engineering, 3D-Visualisierung, Prozessoptimierung und Robotik. Im Forschungsschwerpunkt „Gestaltungsdiskurs Industrie 4.0“ der THO wird zudem untersucht, wie Unternehmen, Medien und die Politik neue Technologien und Entwicklungen kommunizieren können.
- Die **Hochschule Coburg** ist Partner des jährlichen IT-Forums Oberfranken, einer gemeinsamen Veranstaltung mit dem Branchennetzwerk IT-Cluster Oberfranken, die relevante Stakeholder zusammenführen und die Bekanntheit des IT-Standorts Oberfranken steigern soll. Das ISAT, ein an die Hochschule angegliedertes Institut für Sensor- und Aktortechnik, ist auf die Erforschung von berührungsempfindlichen Oberflächen spezialisiert und trägt dazu bei, dass die Region im Bereich der Sensortechnologie maßgeblich an Bedeutung gewinnt. So werden im ISAT unter anderem die Anregung und Detektion von Oberflächenwellen untersucht und Sensoren und Mikroaktoren entwickelt die, abgesehen von intelligenten Haushaltsanwendungen im Bereich der IKT- und Medizintechnik, auch in der Automobilindustrie zum Einsatz kommen können. Zudem bildet das Technologietransferzentrum Automotive (TAC) einen weiteren Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt. Das ebenfalls an die Hochschule angegliederte Forschungs- und Transferzentrum ist aus einem interdisziplinären Zusammenschluss unterschiedlichster Fachressorts hervorgegangen und heute für nahezu alle Branchen aktiv. Auf die Kundenunternehmen angepasste Transferlösungen in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik sowie Produkt- und Prozessentwicklung können hier – unter anderem durch die laboratorische Ausstattung für Roboter- und Handhabungstechnik, Mess- und Nachrichtentechnik – realisiert werden. Das Fraunhofer-Anwendungszentrum Drahtlose Sensorik – eine Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) und der Hochschule Coburg – erarbeitet mit Unterstützung des Freistaates Bayern prak-

tisch einsetzbare Lösungen auf Basis funkverbundener Sensoren für die Wirtschaft. Dadurch soll der Transfer der Möglichkeiten durch Sensorik und der Miniaturisierung auf andere Anwendungsfelder gelingen.

- Die **Julius-Maximilians-Universität Würzburg** kann mit Lehrstühlen für beispielsweise Künstliche Intelligenz und Angewandte Informatik, Robotik und Telematik einen umfangreichen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Informatik vorweisen. Zudem zählen das Zentrum für Internetforschung (IRC), das Zentrum für Adaptive Robotik (ARC) sowie das Zentrum für Telematik zu den interdisziplinären Forschungszentren der Universität. Im ARC werden sowohl die Grundlagen adaptiver Robotik als auch deren Anwendung erforscht. Darüberhinausgehend wird auch in anderen Fachbereichen der Universität zu Industrie 4.0 geforscht. So beschäftigen sich die Studieninhalte des Instituts für Mensch-Computer-Medien unter anderem mit der Mensch-Maschine-Interaktion oder Software-Ergonomie. Der Lehrstuhl für BWL und Industriebetriebslehre führte zum Frühjahr 2016 eine Studie durch, die Veränderungen von IT-Systemen in Einkauf und Supply Chain Management durch die Entwicklung von Industrie 4.0 herausstellen soll. An der Juristischen Fakultät wurde zudem 2010 eine Forschungsstelle „RobotRecht“ gegründet, die die rechtlichen Herausforderungen der technischen Entwicklung im Bereich Robotik untersucht.
- Das TTZ-EMO, Technologie TransferZentrum-Elektromobilität, das 2012 in Bad Neustadt an der Saale gegründet wurde, gehört zur **Hochschule Würzburg-Schweinfurt (FHWS)**. Dort wird zu Elektromobilität geforscht und gleichzeitig durch Informationsangebote im Bereich Bildung und Transfer ein enger Kontaktaustausch mit Unternehmen und Bildungseinrichtungen ermöglicht. Zu den Themenschwerpunkten des TTZ-EMO zählen Leistungselektronik, Elektromaschinen und -antriebe, Batteriemangement sowie Smart Grids. Ebenfalls an der Hochschule Würzburg-Schweinfurt angesiedelt ist das Institut für Design und Informationssysteme (IDIS). Dieses Institut beschäftigt sich mit der angewandten, interdisziplinären Forschung und Entwicklung im Bereich der digitalen Informations- und Kommunikationsmedien, insbesondere der Augmented Reality. Um Industrie 4.0 auch in der Region Mainfranken etablieren zu können, plant die FHWS zudem die Errichtung einer digitalen Fabrik – der sogenannten i-Factory. Die i-Factory soll als interdisziplinäre Austausch- und Produktionsplattform für die umliegende Industrie und die Forschung und Lehre der Hochschule dienen. Es kann getestet werden, wie sich smarte Fabriken weitgehend selbst organisieren, Lieferketten automatisch abstimmen oder Produktrohlinge selbst Infos an die Maschinen geben können.
- An der **Bamberger Otto-Friedrich Universität**, die über ein ausgeprägtes sozial- und wirtschaftswissenschaftliches Profil verfügt, wurde 2015 zusammen mit dem Fraunhofer IIS ein Kompetenzzentrum für Geschäftsmodelle in der digitalen Welt gegründet. Das Kompetenzzentrum untersucht digitalisierungsbedingte Fragestellungen und deren Anwendung in der Industrie. Am Standort Bamberg bietet außerdem die **Hochschule der Bayerischen Wirtschaft (HDBW)** einen Bachelorstudiengang Maschinenbau (Bachelor of Engineering) mit Schwerpunkten auf digitale Produktentwicklung und Smart Production an.

- Die **Universität Bayreuth** ist durch zahlreiche Forschungsk Kooperationen vernetzt, insbesondere mit der Fraunhofer Gesellschaft. So ist die Universität eng mit der Projektgruppe Wirtschaftsinformatik vernetzt, die an die Universität Augsburg angegliedert ist. Zu den Schwerpunkten der Forschungsgruppe zählen unter anderem IT-Sicherheit und Datenschutz. Die Projektgruppe Regenerative Produktion, eine weitere Fraunhofer-Kooperation, die direkt an der Universität Bayreuth angesiedelt ist, realisiert in Zusammenarbeit mit Industriepartnern hingegen Projekte, die Produktions- und Logistikprozesse verschlanken und zudem effizienter als auch ökologischer gestalten sollen, beispielsweise messtechnikbasierte Energieeffizienzsteigerung.
- Der Technologie-Campus an der **Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden** (OTH-AW) verknüpft angewandte Forschung mit der regionalen Wirtschaft. Dieser soll mittels eines Technologie- und Wissenstransfernetzes in den Bereichen Elektro- und Informationstechnik, Maschinenbau, Umwelttechnik, Wirtschaftsingenieurwesen und Betriebswissenschaft eine enge Verbindung zu den Unternehmen in der Region erzeugen. Das am Amberger Campus angesiedelte automations institut (aia) nutzt das technische Know-how und die Infrastruktur der Hochschule, um Projekte im Bereich der Softwareentwicklung – insbesondere für die Automatisierungstechnik – zu realisieren. Dabei fungiert das Institut als Schnittstelle zwischen FuE an der Hochschule sowie Praxisanwendern. Das aia ist als Dienstleister für Unternehmen sowohl im Bereich Hard- als auch Softwareentwicklung tätig und setzt mit seinen Kunden zusammen beispielsweise die Entwicklung von eingebetteten Systemen und deren Kommunikationshardware um. Zudem hat das fakultätsübergreifende Forschungsprojekt ISAC (Industry Software Application Center) an der OTH in Amberg das Ziel, die Vorteile von Industrie 4.0 auch mittelständischen Unternehmen zugänglich zu machen. Beispielsweise beschäftigt sich die Forschung damit, dass die relativ teure Industriesoftware einfacher und nutzbarer gemacht wird, sodass auch klein- und mittelständische Unternehmen sie nutzen können.
- Auch das **Centrum für innovative Produktentwicklung und Produktoptimierung** (CIPP) an der **Hochschule** für angewandte Wissenschaften in **Ansbach** ist unter anderem im Bereich der Anlageneffizienz und Produktionstechnik tätig. Ziel der Einrichtung ist es, mit Förderung durch den europäischen Fonds für regionale Entwicklung, die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Region zu stärken und insbesondere den KMU zu ermöglichen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu verwirklichen. Zu den Ansprechpartnern des CIPP gehören Unternehmen aus Branchen wie dem Automatisierungs- oder Energiesektor.
- Die **Universität Regensburg** ist Koordinator und Teil des Bayerischen Forschungsverbunds FORSEC, dem auch die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg angehört. Schwerpunkt des Verbunds ist die Sicherheit in hochgradig vernetzten IT-Systemen. Unter Regensburger Leitung werden beispielsweise die Sicherheit und der Datenschutz in Sensor-Netzwerken wie Smart Grids untersucht und die Wirtschaftlichkeit von IT-Sicherheit ermittelt.
- An der **Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg** (OTH Regensburg) finden sich verschiedene Forschungscluster, zu denen auch das Kompetenzzentrum Regelungs- und

Steuerungssysteme (RST) gehört. Im RST wird unter anderem zur Roboter- und Fahrzeugtechnik geforscht. Und beim Mechatronics Research Unit (MRU), einem Forschungsinstitut der Hochschule, zählen ebenfalls Robotertechnik sowie intelligente Werkstoffe zu einer Vielzahl von Forschungsschwerpunkten.

Darüberhinausgehend fungiert das IT-Anwenderzentrum der OTH Regensburg als Vermittler zwischen der Hochschulforschung und in der Region ansässigen Unternehmen. Hier werden Lösungen für KMU in den Bereichen Automotive Engineering, IT-Security und Smart Grids entwickelt. Konkrete Projekte untersuchen beispielsweise die Kompatibilität von Betriebssystemen mit Robotern sowie die IT-Sicherheit in den Bereichen Elektromobilität und Cloud Computing. Mit dem LaS³ (Laboratory for Safe and Security Systems) kann die Hochschule zudem ein gemeinsames Kompetenzzentrum mit der OTH Amberg-Weiden vorweisen, das in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen zu Softwareentwicklung für eingebettete Systeme forscht.

- Der **Technologie Campus Cham** fungiert als Außenstelle der **TH Deggendorf**. Dort wird Forschung auf den Gebieten mechatronische Systeme, Produktionstechnik, Sensorik, Robotik und Steuerungstechnik betrieben. Darüber hinaus bietet er Firmen Labore für den Aufbau von Fertigungsanlagen, Robotersystemen und Maschinenkomponenten für Fabriksimulationen. Dadurch werden abstrakte wissenschaftliche Themen wie Rapid Prototyping und Fertigungs- und Automatisierungstechnik für Firmen greifbar nahe.

Weitere Hochschulkooperationen

Neben den Kooperationen mit Unternehmen, einzelnen Forschungseinrichtungen sowie Verbänden können Kooperationen zwischen einer Vielzahl von Hochschulen wie im bereits vorgestellten Verbund FORSEC dazu beitragen, die Forschungsbasis für die Industrie-4.0-relevanten Fachbereiche stärker auszuweiten, Innovationen zu ermöglichen und die Bedeutung der Region Nordbayern für Industrie 4.0 zu erhöhen.

Das Projekt Green Factory vernetzt beispielsweise die nordbayerischen Universitäten Bayreuth, Erlangen-Nürnberg sowie die Hochschulen in Amberg-Weiden, Ansbach und Coburg mit weiteren Hochschulen in ganz Bayern, um Aktivitäten im Forschungsbereich der Energie- und Ressourceneffizienz in Unternehmen besser zu koordinieren und die Reichweite der Initiative zu erhöhen. Ein weiteres Beispiel ist das Kernkompetenzzentrum Finanz- und Informationsmanagement (FIM) – eine Kooperation der Universität Bayreuth mit der Universität Augsburg und der Technischen Universität München – das einer Kompetenzbündelung der beteiligten Hochschulen im Bereich der Wirtschaftsinformatik dient.

Mit dem Institut für Informationssysteme (IISYS) der Hochschule Hof existiert in Nordbayern ein Kompetenzzentrum, das die Brücke zwischen der internationalen Forschung und Entwicklung und der Anwendung von Informationssystemen schlägt. Das Institut ist darauf spezialisiert, modernste Erkenntnisse der Informationssysteme in Unternehmen (Industrie 4.0), intelligenten Stromnetzen für regenerative Energien und weiteren Bereichen umzusetzen.

Im Netzwerk Internet und Digitalisierung Ostbayern (INDIGO) wollen die Universitäten und Hochschulen Ostbayerns ihre Kompetenzen im Bereich Digitalisierung bündeln. Zu den beteiligten Hochschulen zählen die Universitäten Regensburg und Passau, die OTH Regensburg, die OTH Amberg-Weiden, die TH Deggendorf und die Hochschule Landshut. Die Universitäten Passau und Regensburg sowie die OTH Regensburg kooperieren im Bereich IT-Sicherheit im Projekt „SECBIT – Security, Education and Competence for Bavarian IT“. Neben gemeinsamen Forschungsprojekten soll durch das Netzwerk auch die Zusammenarbeit mit Unternehmen verstärkt werden. Beratungsangebote, Marktanalysen und Durchführbarkeitsstudien gehören zum Leistungsumfang des Netzwerks.

Die Franconia Alliance of Science and Technology (FAST) verbindet die nordwestbayerischen Hochschulen in Wissenschaft und Technologie. Die beteiligten Hochschulen sind die Hochschulen für angewandte Wissenschaften Ansbach (HAN), Aschaffenburg (HAB) und Würzburg-Schweinfurt (FHWS), die Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) und das Universitätsklinikum Würzburg (UKW). Gemeinsam arbeitet die Allianz an Themen wie „Sozioinformatik und gesellschaftliche Aspekte der Digitalisierung“, „Flexible Digitale Produktion (Industrie 4.0)“ und „Digitale Inklusion und Ambient Assisted Living“.

Das Kompetenz-Netzwerk Mechatronik in Ostbayern fördert die Kooperation, Vernetzung und insbesondere den Transfer zwischen der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg, der Technischen Hochschule Deggendorf, der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden, weiteren Hochschulen und Forschungseinrichtungen und deren Partnern. Thematischer Schwerpunkt ist die Mechatronik und die diesbezügliche Qualifizierung, Forschung und Entwicklung, Marketing und sonstige Dienstleistungen. Dabei sollen neue mechatronische Produkte entwickelt sowie die Fertigungstechnologien und das Produktionsequipment verbessert werden. Zusätzlich werden Gemeinschaftsentwicklungen mit Hochschulen oder Partnern außerhalb der Region durchgeführt. Durch derartige Aktivitäten der Hochschulen wird die Bedeutung der Region Nordbayern für Entwicklungen und Technologien im Bereich Industrie 4.0 stetig ausgeweitet.

Außeruniversitäre Forschungsinstitute

Neben den Hochschulen bilden die außeruniversitären Forschungseinrichtungen die zweite Säule der Forschungsregion Nordbayern. In Nordbayern sind unter anderem die folgenden Institutionen angesiedelt:

- **Das Kunststoff-Zentrum (SKZ):** Das SKZ mit Hauptsitz in Würzburg ist das größte Kunststoff-Institut Deutschlands und erbringt sowohl für die Kunststoff-Industrie als auch für öffentliche Auftraggeber unabhängige Dienstleistungen auf dem Gebiet der Kunststoff-Technologie. Schwerpunkte liegen unter anderem bei additiven Fertigungsverfahren und der Entwicklung neuer Materialien mit optimierten Eigenschaften, um eine effiziente Produktion von Kunststoffteilen in relativ geringer Jahresmenge zu erreichen. Zur Unterstützung hauptsächlich kleiner und mittlerer Unternehmen beim Aufbau von Anlagen für Additive Fertigung und Erweiterung des Know-how wird am SKZ ein Kompetenzzentrum für Additive Fertigungsverfahren mit Fo-

kus auf die SLS- und FDM-Verfahren aufgebaut. Im Rahmen der Initiative Bayern Digital entsteht am SKZ eine weltweit einmalige Zukunftsfabrik, die prototypisch den Industrie-4.0-Ansatz in der Kunststoffverarbeitung demonstriert.

- **Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS):** Das Fraunhofer IIS beschäftigt sich mit vielen Teilaspekten von Industrie 4.0. Im Forschungsfeld Sensorsysteme werden beispielsweise Lösungen aus dem Bereich der intelligenten integrierten Sensorsysteme entwickelt, die Basis für neuartige Informations-, Kommunikations- und Messsysteme sowie darauf aufbauende Lokalisierungssysteme und leistungsoptimierte Systeme sind. Das Fraunhofer IIS hat gemeinsam mit dem ESI an der FAU das ESI-Anwendungszentrum aufgebaut, das an der Entwicklung von leistungsfähigen und flexiblen eingebetteten Systemen mit hohen Sicherheitsstandards arbeitet. Außerdem erforscht und erarbeitet das Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT am Standort Fürth, ein Bereich des Fraunhofer IIS, effiziente Methoden und Systeme im Bereich der Röntgen- sowie optischen Prüftechnologien. Dies ermöglicht die Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen und Bauteilen, ohne sie in ihrer Funktion zu beeinträchtigen. Im Rahmen der Initiative Bayern Digital setzt das Fraunhofer IIS in Kooperation mit weiteren nordbayerischen Forschungspartnern das Leitprojekt „Technologien und Lösungen für die digitalisierte Wertschöpfung“ um.
- **Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB):** Am Fraunhofer IISB werden Lösungen für die Mikro- und Leistungselektronik erarbeitet. Schwerpunkte liegen hier unter anderem auf der datenbasierten Fertigungsoptimierung oder der Prozess- und Geräteplanung bei der Fertigung von cyber-physischen Systemen.
- **Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC):** An seinem Standort in Würzburg befasst sich das Fraunhofer ISC mit innovativen nicht-metallischen Werkstoffen, die ebenfalls einen Teilaspekt von Industrie 4.0 darstellen. Mit dem Ziel der Energie- und Ressourceneffizienz führt das Institut zum Beispiel Projekte zu elektronischen Materialien und Smart Materials, die als Sensoren, Aktoren oder Energiewandler fungieren können, durch. Das am ISC lokalisierte Center Smart Materials (CeSMa) erschließt Einsatzpotenziale unterschiedlicher Smart Materials für die Industrie und entwickelt eine ganze Reihe von Smart Materials. Arbeitsschwerpunkte sind die praxisgerechte Materialentwicklung, Auslegung der Materialeigenschaften auf definierte Anwendungen, Untersuchung und Verbesserung der Materialien hinsichtlich Einsatzbedingungen und Lebensdauer sowie die Herstellung von Demonstratoren und Funktionsmustern für die Industrie.
- **Fraunhofer-Projektgruppe Sensormaterialien:** Die Arbeitsgruppe Sensormaterialien wurde in 2009 gegründet und arbeitet seit Juni 2010 im BioPark Regensburg. Die Arbeitsgruppe ist integraler Bestandteil der Fraunhofer-Einrichtung für Modulare Festkörper-Technologien (EMFT) in München und kooperiert eng mit der Universität Regensburg. Es werden Sensormaterialien entwickelt, die die Anwesenheit ausgewählter Substanzen anzeigen. Die Integration solcher Sensormaterialien in Polymere, Folien oder Textilien eröffnet vielfältige Einsatzbereiche und bietet der Industrie vielseitige Ansätze zu neuen Produktideen und Lösungen.
- **Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts:** Bezogen auf Industrie 4.0 weist die Forschung des OSMIN (Optical Sensing, Metrology and Inspection) eine große Bedeutung am Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts auf. So führt die Projektgruppe unter anderem

gemeinsam mit Partnerunternehmen Forschungen zu 3D-Sensoren und deren Datenverarbeitung durch.

- **Steinbeis Forschungszentrum Design und Systeme:** In enger Zusammenarbeit mit der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt und der Fakultät Gestaltung greift das Institut inter- und transdisziplinäre Fragestellungen im Umfeld von Informatik und Kommunikationsdesign auf, um neuartige und innovative Produkte und Berufsfelder zu entwickeln. Zu den Schwerpunktthemen gehören unter anderem Prototyping und Realisierung von Projekten in den Bereichen wie Information-Design, Augmented- und Virtual Reality, Interface-Design, Echtzeit-Visualisierungen, Datenvisualisierung oder Mobile Computing.
- **Zentrum für Telematik e. V. Würzburg:** Die Telematik befasst sich mit der interdisziplinären Integration von Telekommunikation, Automatisierungstechnik und Informatik. Das Zentrum bietet der Industrie Unterstützung bei der Integration von Telematik und der Entwicklung von innovativen Produkten und Dienstleistungen. Die Anwendungsschwerpunkte liegen in der Fernwartung und Ferninbetriebnahme von Industrieanlagen und der Sicherheitsüberwachung.

Die hohe Dichte an FuE-Einrichtungen prägt die Innovationsfähigkeit Nordbayerns. Der gleichzeitige Bezug zu Industrie-4.0-nahen Branchen und Themen ist eine weitere Stärke der Region und steigert deren Zukunftsfähigkeit. Die Region sollte insbesondere Forschungsk Kooperationen mit klein- und mittelständischen Unternehmen fördern, um eine möglichst breite Umsetzung innovativer Technologien zu unterstützen. Gründungen, die in etablierten Industrien neue Impulse setzen können, sind ein weiterer Innovationsfaktor, den es zukünftig auszubauen gilt, um als attraktive, innovative und wettbewerbsfähige Region wahrgenommen zu werden.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Gründungsförderung weiter ausbauen

Im Bereich Unternehmensgründungen gilt es insbesondere, bestehende Beratungs- und Förderungsstrukturen auszubauen und Neugründungen zu fördern, um Wachstumsimpulse für die Region zu generieren. Zudem sollten insbesondere Spin-offs aus Forschungseinrichtungen und bestehenden Unternehmen gefördert werden, um den Einsatz neuer und innovativer Technologien zu fördern. Zudem gilt es, die Vernetzung von Start-ups mit etablierten Unternehmen und die branchen- bzw. disziplinenübergreifende Zusammenarbeit weiter voranzutreiben, um so Innovationen durchzuführen (Stichwort: Cross-Innovations).

FUE-Vernetzung intensivieren

Insbesondere KMU muss der Zugang zu Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen erleichtert werden. Dafür gilt es, Netzwerke auszubauen und Hochschulkooperationen aufzubauen. Gemeinsame Wissenszentren, strategische Forschungs Kooperationen von Hochschulen und Unternehmen, die für eine gewisse Dauer zu festgelegten Themen gemeinsam forschen (Stichwort: Industry on Campus) und branchenübergreifende Forschungsinitiativen können zudem den Zugang von KMU zu neuesten Technologien verbessern.

3.3 Arbeitsmarkt – die Basis für Industrie 4.0

Fachkräfte

Industrie 4.0 bedeutet nicht nur eine Veränderung der Produktionsabläufe und Wertschöpfungsketten, sondern auch gravierende Veränderungen für den Arbeitsmarkt. So wird die Wissensintensivierung und Vernetzung in vielen Bereichen zunehmen, bisherige Arbeitsabläufe werden hingegen immer stärker automatisiert. Die Anforderungsprofile werden sich mit der fortschreitenden Digitalisierung daher zunehmend verändern. Für die regionalen Arbeitsmärkte sind dies neue Herausforderungen, die auf einen Fachkräftemangel treffen, der insbesondere in ländlichen Räumen oftmals stark ausgeprägt ist.

Die gesamte Region Nordbayern konnte zwischen 2005 und 2015 einen Beschäftigungsanstieg verzeichnen – die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten stieg um rund 18 Prozent. Die Region konnte sich damit auf bundesdeutschem, jedoch unter dem bayerischen Niveau entwickeln. Im Zeitraum von 2005 bis 2015 sank gleichzeitig die Arbeitslosenquote im gesamten Untersuchungsraum. In vielen Regionen Nordbayerns sind die Unternehmen daher mit einem verstärkten Fachkräftemangel konfrontiert (Tabelle 3-3). Eine Standortumfrage der IHK für Oberfranken Bayreuth zeigt, dass nicht nur die Verfügbarkeit von Fachkräften ein wichtiges Thema für die Unternehmen ist, sondern auch die Qualifikation der Bewerber, die von den Unternehmen als lediglich befriedigend wahrgenommen wird (IHK Bayreuth, 2015).

Der erhöhte Bedarf an spezialisierten Fachkräften für Industrie 4.0 trifft in einigen Regionen Nordbayerns zudem auf die Herausforderungen des demografischen Wandels. So stieg der Anteil der über 55-Jährigen an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den letzten zehn Jahren in Nordbayern deutlich und liegt in einigen Teilen klar über dem Landesdurchschnitt. Insbesondere ländliche periphere Räume sind stark gefährdet, durch Alterung und Abwanderung wichtige Fachkräfte zu verlieren. Regionen mit einer stark alternden Erwerbsbevölkerung im östlichen Oberfranken oder in Unterfranken weisen zudem die verhältnismäßig niedrigsten Zuzugsraten in Nordbayern auf, die ferner stark unter dem Bundes- und Landesdurchschnitt liegen (Bundesagentur für Arbeit, 2016b).

Nachqualifizierungsangebote wie beispielsweise „NANO“ (Nachqualifizierung Nordbayern) oder die Weiterbildung in technischen Bereichen sind erste Lösungsstrategien, um das vorhandene Humankapital in den Regionen weiter zu qualifizieren (BMBF, 2016a). Die Industrie- und Handelskammern in Nordbayern verstehen die Aus- und Weiterbildung als wichtigen Bestandteil zur Sicherung der Fachkräfte der Region und bieten daher eine Vielzahl an Bildungsangeboten an. In Mittelfranken bringt beispielsweise die „Allianz pro Fachkräfte“ durch breite Öffentlichkeitsarbeit unterschiedliche Stakeholder zusammen, um durch die Attraktivitätssteigerung des Großraums Nürnberg bestehende Fachkräfte zu halten (IHK Nürnberg, 2016).

Tabelle 3-3: Beschäftigungsentwicklung und Arbeitslosigkeit im Vergleich

| Region | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort, in Personen | | Arbeitslosenquote, in Prozent | |
|--|--|-------------------|-------------------------------|------------|
| | 2005 | 2015 | 2005 | 2015 |
| IHK für Oberfranken Bayreuth | 304.825 | 350.239 | 9,9 | 4,0 |
| IHK Coburg | 53.866 | 61.743 | 11,9 | 4,4 |
| IHK Nürnberg für Mittelfranken | 626.740 | 741.505 | 9,1 | 4,5 |
| IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim | 382.487 | 471.629 | 8,4 | 3,3 |
| IHK Würzburg-Schweinfurt | 313.145 | 363.802 | 7,7 | 3,3 |
| IHK Nordbayern | 1.681.063 | 1.988.918 | 8,9 | 3,9 |
| Bayern | 4.270.848 | 5.184.546 | 7,8 | 3,6 |
| Deutschland | 26.178.266 | 30.766.213 | 11,7 | 6,4 |

Quellen: Bundesagentur für Arbeit, 2016c; 2016d

Aus- und Weiterbildung

Veränderte Produktionsbedingungen verändern auch die Anforderungsprofile der benötigten Fachkräfte. Die Unternehmen sind vermehrt auf spezialisiertes Fachwissen und neue Kompetenzen ihrer Fachkräfte angewiesen (Fraunhofer IAO, 2013). Um spezialisierte Fachkräfte zu gewinnen, können Unternehmen durch Projekte mit Hochschulen ihre Bekanntheit steigern und Kontakte zu Absolventen sowie Fachkräften knüpfen. Neben einem Engagement an Lehrinstitutionen bietet eine Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen Potenzial für die Entwicklung neuer Technologien, von dem beide Seiten profitieren. Gegenwärtig sieht die Industrie trotz wissenschaftlicher Exzellenz noch Nachholbedarf. Es fehlt ihrer Meinung nach an Studiengängen, die sich mit dem Gesamtbereich der cyber-physischen Systeme beschäftigen und Systems Engineering beinhalten (Broy, 2010).

Neben der Ausbildung von neuen Fachkräften bedarf es auch einer umfassenden Weiterbildung von Mitarbeitern. Dieser Prozess ist langwierig und muss durch kontinuierliches Training und Entwicklung am Arbeitsplatz aktiv vom Arbeitgeber gestaltet werden. Das Thema lebenslanges Lernen muss in den Mittelpunkt rücken. So kann die Schulung der Belegschaft nicht nur zur Wettbewerbs-

fähigkeit der Firma beitragen, sondern auch für eine bessere Einbeziehung von älteren Mitarbeitern sorgen.

Da die Arbeitslosigkeit in der Region Nordbayern insgesamt deutlich geringer ausfällt als im Bundesdurchschnitt und Kreise in Unterfranken und der Oberpfalz besonders niedrige Arbeitslosenquoten aufweisen, können Weiterbildungsmaßnahmen nur teilweise dazu beitragen, den Fachkräftemangel in der Region abzumildern. Die mit Migration und Flucht einhergehenden Herausforderungen, denen sich viele Regionen derzeit gegenübergestellt sehen, bieten die Chance, durch gezielte Integrations-, Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen den Fachkräftebedarf in Nordbayern zu sichern.

Mit Blick auf den jetzt schon spürbaren Fachkräftemangel und die zukünftigen Anforderungen an Fachkräfte die mit Industrie 4.0 einhergehen, müssen die nordbayerischen Städte und insbesondere ländlichen Regionen aktive Strategien zur Fachkräftesicherung entwickeln. Hier spielen vor allem die Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen von Fachkräften eine Rolle. Eine enge Zusammenarbeit mit Hochschulen und lokalen Ausbildungsanbietern kann so dazu beitragen, dem Fachkräftemangel in technischen Berufen entgegenzuwirken. Auch müssen bestehende Fachkräftepotenziale konsequenter genutzt werden, wie beispielsweise durch lebenslanges Lernen und Integrationsmaßnahmen, um neue Zielgruppen zu aktivieren.

Handlungsableitungen für Nordbayern

Aus- und Weiterbildung fördern

Um die für Industrie 4.0 notwendigen Fachkräfte zu sichern, gilt es anforderungsspezifische Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen auszubauen. Neben Grundlagen der IT sind auch die Interdisziplinarität sowie die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen wichtige Fähigkeiten, die Unternehmen im digitalen Zeitalter besitzen müssen. Letztere sind vor allem wichtig, da durch Industrie 4.0 und den Einzug neuer Technologien die Fragestellungen immer komplexer werden und die Vielschichtigkeit und Interdisziplinarität immer mehr zunehmen. Zudem muss die Zusammenarbeit mit den Hochschulen intensiviert werden, um Industrie-4.0-spezifische Fachkräftebedarfe schneller ausfindig zu machen. Überdies sollten die Regionen ihre Integrationsmaßnahmen ausbauen, um so ungenutzte Fachkräftepotenziale zu erschließen.

Attraktivität des ländlichen Raums sichern

Insbesondere für viele peripher gelegene Regionen in Nordbayern gilt es, die Attraktivität zu steigern, um so für Fachkräfte attraktiv zu sein und Abwanderung aktiv entgegenzuwirken. Hierzu zählen insbesondere Infrastrukturmaßnahmen sowie umfassende Angebote im Bereich der Vereinbarkeit von Beruf und Familie.

3.4 Breitband – Schlüsseltechnologien ermöglichen

Aus dem Megatrend Digitalisierung gehen neue Themenfelder, Anwendungsmärkte und Schlüsseltechnologien hervor, die das wirtschaftliche und gesamtgesellschaftliche Geschehen in den kommenden Jahrzehnten prägen werden. Mit neuen Anwendungsmärkten wie dem Smart Consuming oder Smart Mobility wachsen auch die Anforderungen an Übertragungsgeschwindigkeiten und die Notwendigkeit des Breitbandausbaus.

Aktuell ist eine unzureichende und nicht flächendeckende Breitbandversorgung eines der am häufigsten benannten Hemmnisse bei Industrie 4.0. Dabei stellt diese das Rückgrat von Industrie 4.0 dar. Um der Industrie eine Grundlage für die Umsetzung zu schaffen, benötigt es ausfallsichere Kommunikationsnetzwerke mit hoher Qualität (Acatech, 2013) zur Echtzeit-Kommunikation.

Auch für Zukunftstechnologien, die für Industrie 4.0 maßgeblich sind, wie der 3D-Druck, Cloud-Anwendungen und die digitale Kommunikation entlang einer Wertschöpfungskette ist der Breitbandausbau unverzichtbar. Der Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO) sowie der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) sprechen schon heute von einer zukünftigen Gigabit-Gesellschaft und weisen auf weitere Ausbaumaßnahmen hin. Demnach lässt sich Deutschlands digitale Zukunft nur mit Glasfasernetzen sichern. Investitionen in Breitbandnetze werden zudem positive volkswirtschaftliche Effekte attestiert: Demnach erhöht sich das Bruttoinlandsprodukt (BIP) um 0,02 bis 0,04 Prozent, wenn die Anzahl der Glasfaseranschlüsse um 1 Prozent steigt. Für Deutschland hätte dies einen BIP-Zuwachs zwischen 600 Millionen und 1,2 Milliarden Euro zur Folge (IW Consult et al., 2016).

Eine vbw-Studie zeigt, dass rund jedes vierte Unternehmen im Freistaat Bayern Anwendungen nicht oder nur unzureichend nutzen kann, weil dies die aktuelle Bandbreite nicht zulässt. Gleichzeitig benötigen drei von vier Unternehmen leistungsfähiges Internet mit mehr als 50 Mbit/s. Im Jahr 2020 sollen es knapp 90 Prozent der Unternehmen sein (vbw, 2015).

In Nordbayern konnten Mitte 2015 bereits 61,4 Prozent der Haushalte auf 50 Mbit/s zugreifen (Sonderauswertung auf Basis von vbw, 2016a). Dennoch sorgt die derzeitige Breitbandversorgung besonders in den ländlichen Räumen für Unzufriedenheit bei vielen Unternehmen (vbw, 2016b). Auch der Breitbandatlas des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur zeigt, dass die Umsetzung des Breitbandausbaus regional unterschiedlich ausfällt. So ist beispielsweise in Nürnberg eine Breitbandversorgung von mindestens 50 Mbit/s fast vollständig umgesetzt, Erlangen dagegen weist noch Lücken auf (BMVI, 2015).

Die Region Nordbayern kann jedoch auf eine breite Förderlandschaft zurückgreifen, um insbesondere den ländlichen Raum noch mehr zu stärken. So hat die Bayerische Staatsregierung zu Beginn des Jahres 2014 ein Förderprogramm aufgesetzt mit dem Ziel, bis 2018 in ganz Bayern eine flächendeckende, hochbitratige Breitbandversorgung bieten zu können. Hierzu wurden Fördermittel in Höhe von 1,5 Milliarden Euro bereitgestellt. Im Juni 2016 waren bereits rund 97 Prozent der Kom-

munen in Nordbayern in dem Förderverfahren aktiv. Seit Mitte 2015 wurden bundesweit zudem Bundesmittel zum Breitbandausbau zur Verfügung gestellt, die jüngst von 2,7 auf 4 Milliarden Euro aufgestockt wurden. In der ersten Vergabecharge liegen mit Pottenstein in Oberfranken (circa 3,4 Millionen Euro Fördersumme) sowie dem oberpfälzischen Landkreis Cham (circa 15 Millionen Euro Fördersumme) zwei von drei geförderten bayerischen Regionen in Nordbayern (BR, 2016).

3.5 Fazit: Regionalprofil Nordbayern

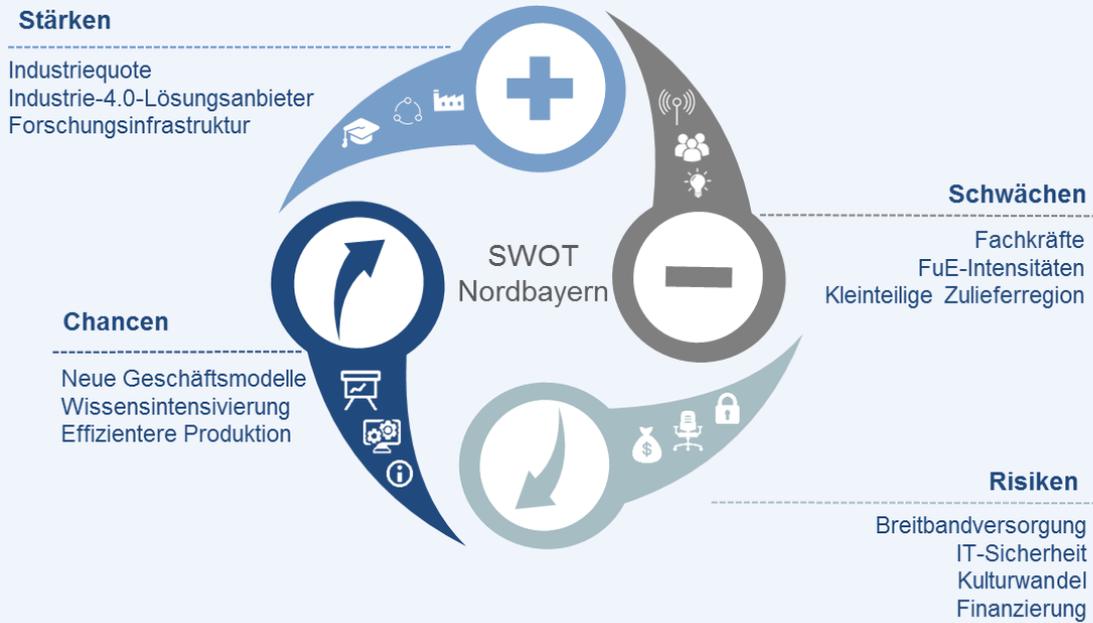
Globale Trends wie die Digitalisierung, Wissensintensivierung und Vernetzung der Produktion eröffnen vielen Unternehmen Chancen, sind aber gleichzeitig eine Herausforderung für Regionen, deren Unternehmen zunehmend in globalem Wettbewerb stehen. Wenn digitale Wettbewerber wie die USA ihren Vorsprung vergrößern und weitere Wettbewerber wie Japan oder Südkorea aufholen, droht deutschen Regionen das Risiko, dauerhaft abgehängt zu werden (Bitkom, 2016). Daher ist es umso notwendiger, die Umsetzung von Anwendungen von Industrie 4.0 voranzutreiben und deren Entwicklung intensiv mitzuprägen.

Hohe Investitionskosten, sowie rechtliche und technische Fragen der IT-Sicherheit sind Risiken für die Umsetzung von Industrie 4.0. Auch fehlende Fachkräfte und mangelnde Bereitschaft in den Unternehmen zur Digitalisierung gefährden eine rasche Umsetzung von Industrie 4.0 – und damit den Anschluss an globale Megatrends. Bei erfolgreicher Umsetzung eröffnen sich hingegen neue Geschäftsmodelle. Durch Wissensintensivierung und neue Produktionsabläufe können Unternehmen zudem ihre Wertschöpfungsketten effizienter und ressourcenschonender gestalten sowie Produkte individualisieren (siehe Kapitel 2).

Die derzeitigen Rahmenbedingungen für Industrie 4.0 sind in Nordbayern heterogen ausgeprägt. Für den in der Region stark verankerten industriellen Sektor bestehen große Potenziale, seine Wettbewerbsfähigkeit durch Industrie 4.0 auch zukünftig zu erhöhen. Gleichzeitig sind die unternehmensnahen Dienstleistungen eine Stärke der Region, die bei entsprechender Spezialisierung zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 beitragen können. Die nordbayerische Forschungs- und Hochschullandschaft und die intensiven Forschungsaktivitäten zum Thema Industrie 4.0 bilden zudem ein hohes Innovationspotenzial innerhalb der Region. Die Vernetzung der Unternehmen untereinander und mit Forschungseinrichtungen durch zahlreiche Cluster und Kompetenzinitiativen der europäischen Metropolregion Nürnberg sind weitere Erfolgsfaktoren der Untersuchungsregion. Jedoch fehlen insbesondere in den peripheren Räumen Innovationstreiber wie Unternehmen der Kultur- und Kreativwirtschaft und eine ausgeprägte Gründungslandschaft.

Die Qualifizierung von und das Angebot an Fachkräften für die Umsetzung von Industrie 4.0 ist für alle nordbayerischen Regionen eine große Herausforderung. Hier gilt es, den ländlichen Raum zukünftig attraktiv zu gestalten, um insbesondere dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. In puncto Breitbandausbau können die Unternehmen bereits von der ausgeprägten Förderlandschaft profitieren. Insbesondere im ländlichen Raum sind solche Programme notwendig, um Unternehmen nicht von Zukunftstechnologien auszuschließen.

Abbildung 3-3: SWOT-Analyse Industrie 4.0 in Nordbayern



Eigene Darstellung IW Consult

4 Nordbayern als Vorreiter für Industrie 4.0

Die Zukunftssicherheit von Regionen hängt in Zeiten der Digitalisierung und Wissensintensivierung immer stärker von der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen vor Ort ab. Nur mit einer Basis an technologisch versierten, hochproduktiven und innovativen Unternehmen lässt sich die Zukunft von Regionen gestalten. Vor diesem Hintergrund ist die Erörterung der Frage spannend, ob die Wirtschaftsstruktur einer Region zukunftssicher aufgestellt ist. Um diesem Thema nachzugehen, wurde die Industrie-4.0-Affinität und -Readiness Nordbayerns gemessen.

Vorab wird auf Basis der Unternehmensbefragung die Ausgangslage in Nordbayern kurz skizziert, indem die Einstellungen der Unternehmen in Bezug zu Industrie 4.0 sowie zu den damit verbundenen Chancen und Risiken dargestellt werden.

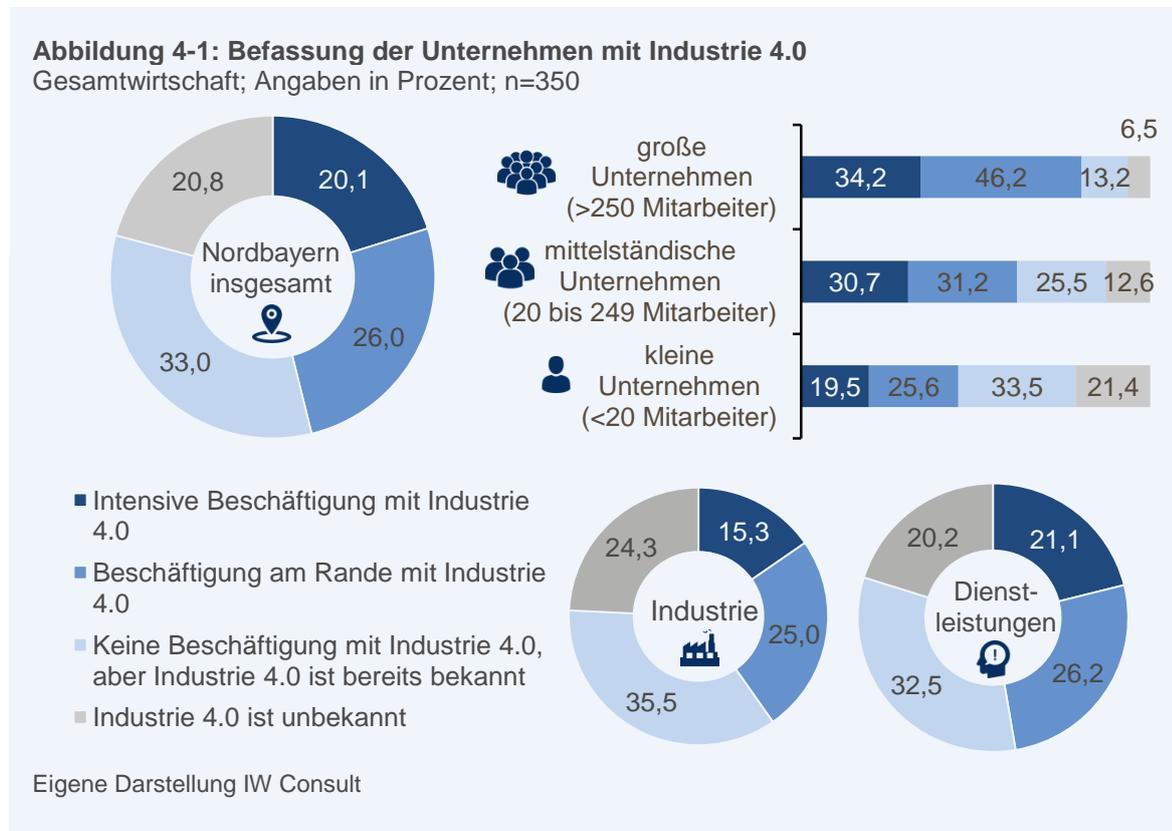
4.1 Ausgangslage – Industrie 4.0 in Nordbayern angekommen?

Aktivität – Bereits die Hälfte der Unternehmen in Nordbayern befasst sich mit Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist in den nordbayerischen Unternehmen angekommen: Jedes zweite befragte Unternehmen (46,1 Prozent) befasst sich bereits mit dem Themenfeld Industrie 4.0. Intensiv beschäftigt sich jedes fünfte Unternehmen (20,1 Prozent) mit Lösungen zur Umsetzung von Industrie 4.0, am Rande sind es etwa ein Viertel der Unternehmen (26 Prozent). Bereits davon gehört, bisher aber keinerlei Aktivitäten unternommen, hat ein Drittel (33 Prozent) der Unternehmen. Einem weiteren Fünftel (20,8 Prozent) der Befragten ist der Begriff Industrie 4.0 unbekannt. Diese Gruppe wird stark von den kleinen Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern besetzt. Betrachtet man nur die Unternehmen mit mindestens 20 Mitarbeitern, fällt der Anteil der Unternehmen, denen Industrie 4.0 unbekannt ist, deutlich geringer aus (siehe Abbildung 4-1). Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass große Unternehmen häufig über größere finanzielle Spielräume verfügen als mittelständische und kleine Unternehmen.

Die genannten Befunde für Nordbayern passen zu den Ergebnissen für Deutschland insgesamt, die im Strukturbericht des IW Köln thematisiert wurden (IW Köln/IW Consult, 2016). Auch hier gab gut ein Fünftel (22 Prozent) der Unternehmen an, noch nichts von Industrie 4.0 gehört zu haben.

Zwischen den Branchen aus der Industrie und dem Dienstleistungsbereich bestehen leichte Unterschiede. So ist der Anteil der Unternehmen, die angaben, sich intensiv mit Industrie 4.0 zu beschäftigen, im Dienstleistungsbereich (21,1 Prozent) höher als in der Industrie (15,3 Prozent).



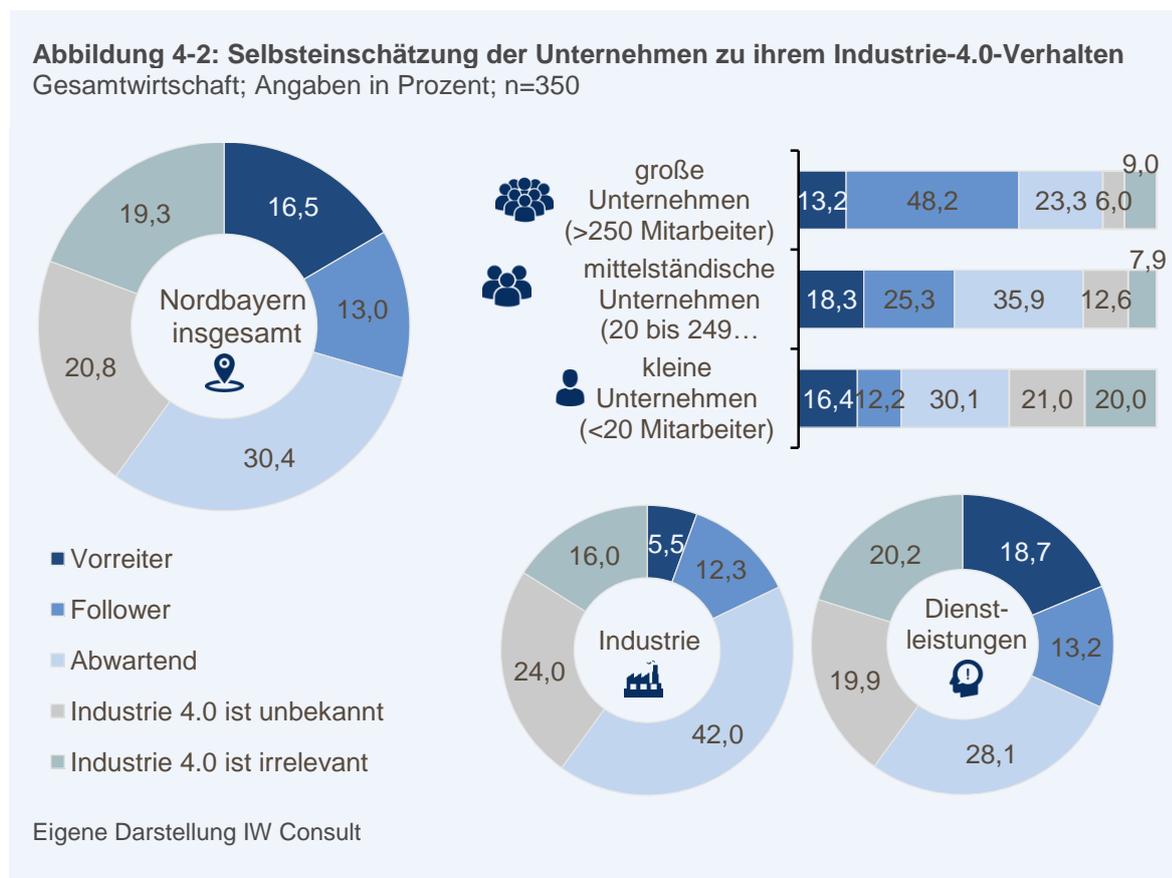
Selbsteinschätzung – Ein Drittel der Unternehmen wartet in Bezug auf Industrie 4.0 noch ab

Die Unternehmen, die sich bereits mit Industrie 4.0 beschäftigt oder davon gehört haben, wurden gebeten, eine Selbsteinschätzung zum Umsetzungsstand von Industrie 4.0 und zu ihrer relativen Position abzugeben. Sie konnten sich dabei als „Vorreiter“, „Follower“ oder „abwartend“ einordnen oder angeben, dass das Thema ihnen „nicht bekannt“ oder für sie „nicht relevant“ ist.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 4-2 dargestellt und zeigen, dass sich 16,5 Prozent der Unternehmen in Nordbayern als Vorreiter einschätzen. In Deutschland insgesamt ist dieser Anteil mit 5,3 Prozent deutlich geringer (IW Köln/IW Consult, 2016). Demnach ist Industrie 4.0 in Nordbayern weiter vorgeschritten. Bei der Einschätzung der Vorreiterrolle bestehen deutliche Unterschiede zwischen der Industrie und der Dienstleistungsbranche. Während sich nur 5,5 Prozent der Industrieunternehmen als Vorreiter einschätzen, sind es in der Dienstleistungsbranche 18,7 Prozent der Unternehmen.

Weitere 13 Prozent aller Unternehmen in Nordbayern sehen sich in einer Follower-Position und wollen offensichtlich an die Themenführer anschließen. 30,4 Prozent der befragten Unternehmen in Nordbayern stufen sich abwartend ein. In den Industriebranchen ist dieser Anteil mit 42 Prozent noch höher. Mit Blick auf die Unternehmensgröße zeigt sich zudem, dass sich der Mittelstand am zögerlichsten verhält.

Für 40,1 Prozent der befragten Unternehmen ist Industrie 4.0 unbekannt (siehe auch Abbildung 4-1) oder nicht relevant. Dabei wird deutlich, dass die Bekanntheit und Relevanz mit der Unternehmensgröße steigt. Die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, die angaben, dass Industrie 4.0 für sie nicht relevant oder unbekannt ist, werden bei der Messung der Industrie-4.0-Readiness in Kapitel 4.3 noch einmal herangezogen und in dem Readiness-Modell a priori der Eingangsstufe 0 (Außenstehender) zugeordnet.



Chancen und Risiken – Industrie 4.0 ist ein Positivthema, die Chancen überwiegen

Die Befragungsergebnisse zeigen ganz deutlich, dass Industrie 4.0 für die nordbayerischen Unternehmen ein Positivthema ist (siehe Abbildung 4-3). Auf einer Skala von –100 (nur Risiken) bis 100 (nur Chancen) bewerten die Unternehmen Industrie 4.0 im Durchschnitt mit 46 Punkten. Vergleicht man diese Einschätzung mit einer früheren Einschätzung für Gesamtdeutschland, zeigt sich, dass der Optimismus bei den nordbayerischen Unternehmen höher ausfällt. Im Jahr 2014 gaben knapp 400 Unternehmen in einer bundesweiten repräsentativ hochgerechneten Stichprobe an, dass sie im Durchschnitt dem Potenzial von Industrie 4.0 rund 27 von 100 Punkten zumessen (StMWi, 2014). Gewiss spielt hier die zeitliche Komponente auch eine Rolle für die positivere Einschätzung; dennoch kann aus diesem Vergleich abgeleitet werden, dass die Unternehmen in Nordbayern mehr Potenzial sehen als die Unternehmen im Bundesdurchschnitt.

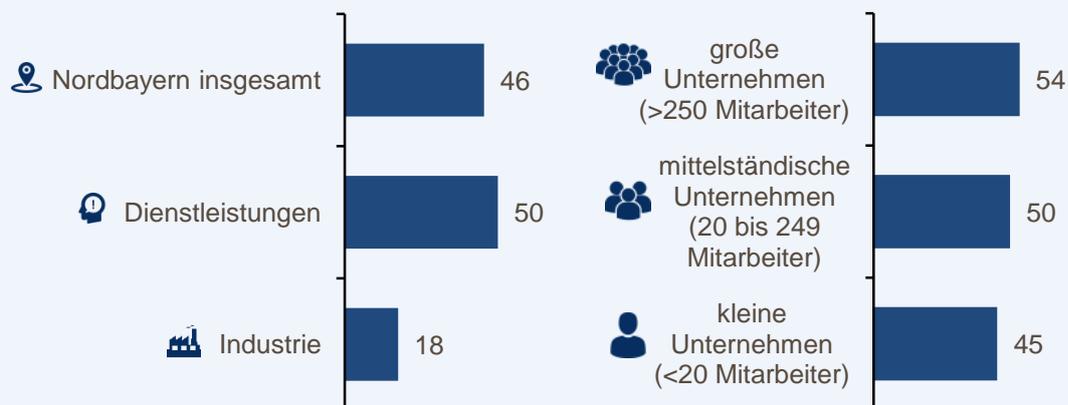
Nur 13 Prozent der befragten Unternehmen in Nordbayern sehen in Industrie 4.0 Risiken. Die Unternehmen aus den IHK-Regionen Nürnberg bewerten die Veränderungen durch Industrie 4.0 mit einer Punktzahl von 56 noch positiver als der Durchschnitt der nordbayerischen Unternehmen. Dabei schätzen die Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor die Auswirkungen von Industrie 4.0 deutlich positiver ein (50 Punkte) als Industrieunternehmen (18 Punkte).

Auch bei der Bewertung der allgemeinen Chancen und Risiken von Industrie 4.0 steigt der Optimismus der Unternehmen mit der Unternehmensgröße: Die Einschätzung großer Unternehmen ab 250 Mitarbeitern liegt bei einem Wert von 54 und ist damit etwas optimistischer als die von kleinen (45 Punkte) und mittelständischen Unternehmen (50 Punkte). Hier zeigt sich der Umstand, dass sich große Unternehmen erstens schon heute stärker mit Industrie-4.0-Prozessen und deren Potenzialen beschäftigen und zweitens, dass große Unternehmen mehr Ressourcen haben, um die neuen Entwicklungen zu begleiten und zu implementieren.

Abbildung 4-3: Bewertung der allgemeinen Chancen und Risiken durch Industrie 4.0

Gesamtwirtschaft; n=258

Angaben auf einer Skala von –100 Punkte (nur Risiken) bis 100 Punkte (nur Chancen)



Lesehilfe: Auf einer Skala von –100 (nur Risiken) bis 100 (nur Chancen) bewerten die Unternehmen die Auswirkungen von Industrie 4.0 im Durchschnitt mit 46 Punkten. Damit sehen die Unternehmen eher Chancen als Risiken.

Eigene Darstellung IW Consult

4.2 Externer Check – die Industrie-4.0-Affinität in Nordbayern

Bei einem Zukunftsthema mit so hoher Bedeutung wie Industrie 4.0 kann die Analyse nicht nur auf der Selbsteinschätzungen von Unternehmen basieren. Daher wird der Fortschritt von Industrie 4.0 in Nordbayern aus zwei Perspektiven beleuchtet – der externen und internen Sicht. In diesem Kapitel wird zunächst die externe Sicht, also die Industrie-4.0-Affinität von Unternehmen, gemessen. So lässt sich darstellen, wie stark sich Unternehmen selbst mit dem Thema Industrie 4.0 identifizieren und von der Außenwelt wahrgenommen werden möchten. Die Aktivitäten der Unternehmen haben Einfluss auf deren Positionierung im Markt. Ein Unternehmen, das seine Industrie-4.0-Fähigkeiten sehr offensiv vermarktet, schließt damit neue Märkte auf und wird interessant für Fachkräfte. Dies ist insbesondere für Unternehmen in ländlichen und weniger attraktiven Räumen wichtig, da so auf eine technologische Vorreiterrolle aufmerksam gemacht werden kann.

4.2.1 Datengrundlage und Vorgehensweise

Die Industrie-4.0-Affinität von Unternehmen wird über Webcrawling gemessen. In den ausgewählten Regionen Nordbayerns lassen sich von den rund 268.000 Unternehmen überschneidungsfreie Informationen zu ihrer jeweiligen Industrie-4.0-Affinität herausfiltern. Die Unternehmen mit Website bilden in etwa 45,5 Prozent der Grundgesamtheit – in der betrachteten Region sind demnach insgesamt 121.998 Unternehmen online aktiv. Die Websites dieser Unternehmen werden gecrawlt und nach definierten Begriffen mit Industrie-4.0-Hintergrund (beispielsweise Big Data, Cloud Computing oder Smart Services) durchsucht. Insgesamt fließen 25 Oberbegriffe und über 100 Synonyme (beim Oberbegriff 3D-Druck beispielsweise Laser-Sinter-Verfahren) in die Analyse ein. Sobald mindestens zwei dieser Begriffe auf einer Website genannt werden, wird das Unternehmen als Industrie-4.0-affin deklariert. Die Begriffswolke wurde auf Basis von Experteneinschätzungen definiert. Zudem wurden Begriffe identifiziert, die häufig auf den Websites führender Industrie-4.0-Unternehmen vorkommen, und in die Begriffswolke mitaufgenommen. Dass nur eine Teilmenge aller Unternehmen beobachtbar ist, reduziert nicht die Aussagekraft der Ergebnisse:

- Die Anteile von Unternehmen mit Website unterscheiden sich nicht zwischen den beobachteten Regionen. Da hier ein interregionaler Vergleich gezogen wird (und kein intraregionaler, also innerhalb einer Region), garantiert auch ein Unternehmensanteil von 45,5 Prozent valide Ergebnisse.
- Eine plausible Hypothese lautet, dass Industrie-4.0-affine Unternehmen grundsätzlich technologisch aufgeschlossen sind und dementsprechend eine Website haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind also alle interessierenden Unternehmen in der Stichprobe enthalten.

Die Industrie-4.0-Affinität wird als Anteil der Industrie-4.0-affinen Unternehmen dargestellt. Demnach bedeutet eine Industrie-4.0-Affinität von 2,5, dass 2,5 Prozent der Unternehmen in einer Untersuchungsregion Industrie-4.0-affin sind. Auf diese Weise wird dem Gedanken Rechnung getragen, dass Industrie 4.0 ein von Wertschöpfungsnetzwerken geprägter Begriff ist. Entscheidend für die umfassende Entfaltung der Potenziale ist also nicht nur die unternehmensinterne Transformation zu einem Industrie-4.0-Unternehmen, sondern auch die konsequente digitale Einbindung in

neu entstehende Wertschöpfungsnetzwerke. Hier spielen Cluster sowie Kompetenzinitiativen der europäischen Metropolregion Nürnberg und Kooperationen eine maßgebliche Rolle.

Die Analyse wurde in Zusammenarbeit mit beDirect durchgeführt. beDirect wurde 2001 als Joint Venture von arvato – dem Outsourcing-Spezialisten aus dem Hause Bertelsmann – und Creditreform – der größten Wirtschaftsauskunftei Deutschlands – gegründet.

Exkurs: Interpretation der Ergebnisse

In der hier vorgenommenen Abgrenzung wird der Anteil der Industrie-4.0-Unternehmen fokussiert und nicht etwa eine Gewichtung nach der Mitarbeiterzahl dieser Unternehmen. Dieser Vorgehensweise liegt die Hypothese zugrunde, dass eine Region umso resilienter ist, je mehr Industrie-4.0-affine Unternehmen dort aktiv sind und gemeinsam Ausstrahlungseffekte generieren und nicht, wie groß einzelne Unternehmen sind. Ein großes KMU-geprägtes Industrie-4.0-Netzwerk erzeugt dementsprechend stärkere regionale Effekte als ein einzelnes großes Unternehmen, das sich zwar intern mit Industrie 4.0 beschäftigt, aber weniger über Ausstrahlungseffekte zur regionalen Resilienz beiträgt. Damit einher geht auch die Überlegung, dass Regionen mit einem hohen Anteil von Industrie-4.0-affinen Unternehmen eher positive Einflüsse auf die Gründerdynamik haben können. Dieser Aspekt würde bei einer Gewichtung der Unternehmen zu stark in den Hintergrund treten – beispielsweise wenn ein großer Automobilbauer mit über 100.000 Beschäftigten die Industrie-4.0-Affinität einer ganzen Stadt definiert.

Daher muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass Großunternehmen, die sich häufig schon intensiv mit Industrie 4.0 auseinandersetzen, beim Webcrawling genauso stark gewichtet werden wie kleine Unternehmen. So gehört beispielsweise das im unterfränkischen Landkreis Main-Spessart angesiedelte Unternehmen Bosch Rexroth zu einem der Vorreiter bei Industrie 4.0. Die Industrie-4.0-Affinität liegt im Landkreis Main-Spessart (1,55 Prozent) aber dennoch unter dem nordbayerischen Durchschnitt (2,25 Prozent), da der Anteil Industrie-4.0-affiner Unternehmen hier insgesamt geringer ist als in Nordbayern.

Außerdem werden die Unternehmen beim Webcrawling nach ihrem Unternehmenssitz zugeordnet. So hat zum Beispiel die Siemens AG zwar eine Industrie-4.0-Fabrik im oberpfälzischen Amberg. Diese findet aber keinen Eingang in die Affinität der Region, da die Siemens-Fabrik über seinen Web-URL dem Hauptsitz München zugeordnet wird. Auch in Unterfranken gibt es bereits viele Unternehmen, die als Vorreiter bei Industrie 4.0 gelten (zum Beispiel ZF Friedrichshafen oder Schaeffler in Schweinfurt). Interregional betrachtet stellt diese Tatsache aber nur ein untergeordnetes Problem dar, da auch in anderen Regionen Unternehmen ohne Hauptsitz in der Region angesiedelt sind.

Zudem muss berücksichtigt werden, dass insbesondere Industrie-4.0-Anbieter mit Industrie-

4.0-Begriffen auf ihren Websites werben, während Anwender diese Begriffe in der Regel eher seltener auf ihrer Homepage platzieren. So sind möglicherweise Anwender-Unternehmen eher unterrepräsentiert in der Zählung, da sie weniger offensiv ihre Industrie-4.0-Aktivitäten auf ihrer Online-Präsenz vorstellen.

4.2.2 Ergebnisse – hohe Industrie-4.0-Affinität in Nordbayern

In Nordbayern liegt die durchschnittliche Industrie-4.0-Affinität bei 2,25 Prozent. Insgesamt können 2.748 der nordbayerischen Unternehmen als Industrie-4.0-affin deklariert werden. Dabei besteht zwischen den einzelnen Bezirken in Nordbayern eine deutliche Diskrepanz. In Tabelle 4-1 sind die Ergebnisse für die Bezirke der Region Nordbayern dargestellt. Mit einer Industrie-4.0-Affinität von 2,81 Prozent hat sich Mittelfranken klar als Industrie-4.0-Vorreiter in der Region positioniert (Abbildung 4-4).

Von den 42.545 untersuchten Unternehmen in Mittelfranken sind 1.195 Unternehmen Industrie-4.0-affin. Damit gibt es in Mittelfranken ein starkes Netzwerk an innovativen und wettbewerbsfähigen Unternehmen. Die Region hat somit bereits wichtige Schritte getan, um durch eine innovative und digitalisierte Wirtschaftsstruktur, flankiert mit renommierten Forschungseinrichtungen, die Potenziale des Strukturwandels ausschöpfen zu können. Die weiteren Regionen liegen zwar mit einem deutlichen Abstand hinter Mittelfranken, die Quoten sind jedoch immer noch vergleichsweise hoch. Am geringsten ist die Industrie-4.0-Affinität gegenwärtig in Oberfranken ausgeprägt. Hier sind von rund 26.500 untersuchten Unternehmen 492 Unternehmen Industrie-4.0-affin.

Tabelle 4-1: Externe Industrie-4.0-Affinität – Auswertung nach Bezirken

| | Industrie-4.0-Affinität, in Prozent | Anzahl Industrie-4.0- affiner Unternehmen | Anzahl Unternehmen mit URL |
|----------------------------|--|--|-------------------------------|
| Mittelfranken | 2,81 | 1.195 | 42.545 |
| Oberpfalz (und Kelheim) | 2,07 | 621 | 29.954 |
| Unterfranken | 1,91 | 440 | 22.984 |
| Oberfranken | 1,86 | 492 | 26.515 |
| Nordbayern | 2,25 | 2.748 | 121.998 |

Nordbayerns Innovationstätigkeiten und besonders die Industrie-4.0-Affinität ist auch für die weitere Entwicklung von Industrie 4.0 in Deutschland von Bedeutung. Erlangen, Nürnberg und Regensburg sind in der deutschlandweiten Betrachtung unter den Top 25 der Industrie-4.0-Affinität-Städte vertreten (Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Top 25 – Industrie-4.0-Affinität nach Städten

Deutschlandweit; Angaben in Prozent

| Rang | Stadt | Industrie-4.0-Affinität | Rang | Stadt | Industrie-4.0-Affinität |
|--|-----------------|-------------------------|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Wolfsburg | 6,88 | 14 | Dortmund | 4,30 |
| 2 | Darmstadt | 6,10 | 15 | Nürnberg | 4,23 |
| 3 | Stuttgart | 5,19 | 16 | Bonn | 4,23 |
| 4 | Frankfurt a. M. | 5,13 | 17 | Aachen | 4,13 |
| 5 | München | 4,97 | 18 | Mannheim | 4,00 |
| 6 | Düsseldorf | 4,95 | 19 | Kassel | 3,91 |
| 7 | Heidelberg | 4,84 | 20 | Saarbrücken | 3,80 |
| 8 | Jena | 4,80 | 21 | Köln | 3,74 |
| 9 | Ingolstadt | 4,71 | 22 | Erfurt | 3,72 |
| 10 | Ulm | 4,70 | 23 | Heilbronn | 3,72 |
| 11 | Karlsruhe | 4,63 | 24 | Wiesbaden | 3,71 |
| 12 | Erlangen | 4,37 | 25 | Regensburg | 3,65 |
| 13 | Osnabrück | 4,36 | | | |
| Durchschnitt aller deutschen Großstädte | | 3,69 | Durchschnitt aller deutschen Großstädte | | 3,69 |

Quelle: IW Consult, 2016

Neben der hohen Industrie-4.0-Affinität der nordbayerischen Städte, zeichnen sich einige der Landkreise durch eine hohe Industrie-4.0-Affinität aus. So weisen die Landkreise Neustadt an der Waldnaab und Lichtenfels eine im Vergleich zu Nordbayern überdurchschnittliche Industrie-4.0-Affinität auf. Zudem zeigen die Befunde für Nordbayern, dass Industrie 4.0 nicht zwangsläufig ein Thema innovativer städtischer Firmen ist. Es gibt über die Regionen hinweg Unternehmen, die die Chancen von Industrie 4.0 für sich erkannt haben und nutzen. So ist die Industrie-4.0-Affinität in den Landkreisen Neustadt an der Waldnaab (Industrie-4.0-Affinität: 2,71 Prozent), Lichtenfels (Industrie-4.0-Affinität: 2,30 Prozent), Amberg-Sulzbach (Industrie-4.0-Affinität: 2,21 Prozent), weiter vorangeschritten als die Affinität in einigen nordbayerischen kreisfreien Städten wie Schwabach (Industrie-4.0-Affinität: 1,78 Prozent) oder teilweise auch Bamberg (Industrie-4.0-Affinität: 2,28 Prozent). Dieser Befund verdeutlicht, dass das Thema Industrie 4.0 sich in unternehmensinterner, (über)regionaler und (inter)nationaler Vernetzung abspielt, sodass jede Firma diese Potenziale,

4.3 Interner Check – die Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern

Die Analyse der externen Sicht im vorangegangenen Abschnitt zeigt, dass es bereits viele Industrie-4.0-affine Unternehmen in Nordbayern gibt. Auch die ausgeprägte Forschungslandschaft in der Region zum Thema Industrie 4.0 (siehe Kapitel 3.2) bestätigt diesen Befund. Um den Stand von Industrie 4.0 in Nordbayern zu definieren, ist es wichtig, nicht nur zu untersuchen, ob sich Unternehmen offen für das Thema zeigen, sondern ob sie sich bereits operativ mit Industrie 4.0 auseinandersetzen. Daher wird im folgenden Abschnitt die interne Sicht eingenommen und untersucht, inwieweit Industrie 4.0 bereits in den Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes implementiert wurde. Dafür wurde in Vorarbeiten mit dem Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) an der RWTH Aachen ein Readiness-Modell entwickelt. Das Konzept wurde für die vorliegende Analyse leicht modifiziert.

4.3.1 Vorgehensweise – Das Readiness-Modell

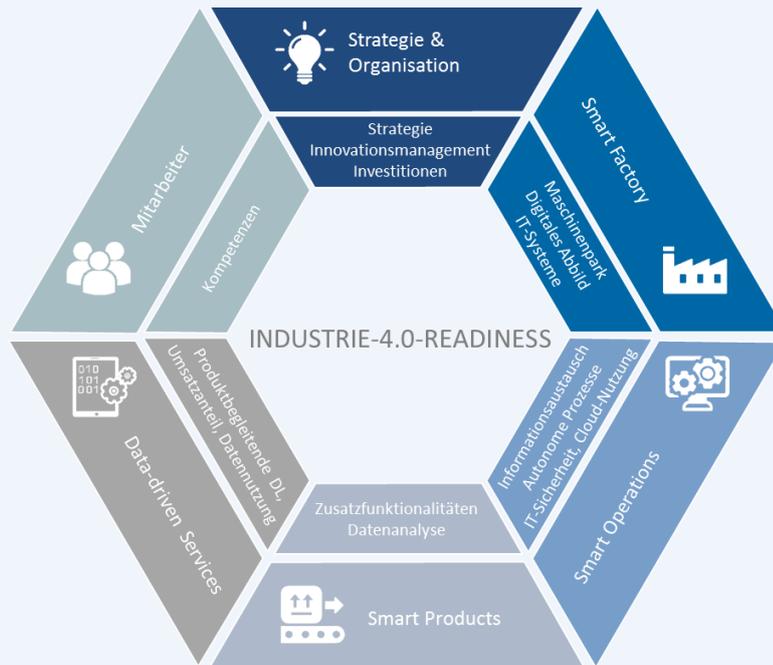
Dem Modell liegt ein Industrie-4.0-Konzept zugrunde, das im Kern von digitaler Vernetzung und Steuerung industrieller Produkte und Prozesse ausgeht. Dabei wurden sechs wesentliche Dimensionen von Industrie 4.0 berücksichtigt, deren unternehmensspezifischer Reifegrad abgefragt wird. Eine kurze Leitfrage soll jeweils die wesentlichen Inhalte skizzieren:

- **Strategie und Organisation:** Inwieweit ist Industrie 4.0 in der Strategie Ihres Unternehmens verankert und umgesetzt?
- **Smart Factory:** In welchem Ausmaß sind Produktion und Produktionsplanung vernetzt und digital abgebildet?
- **Smart Operations:** In wieweit sind die Prozesse – auch über die Unternehmensgrenzen hinaus – digitalisiert?
- **Smart Products:** Inwieweit sind Ihre Produkte über IT ansteuerbar (zum Beispiel über Sensoren) und können so mit übergeordneten Systemen entlang der Wertschöpfungskette kommunizieren und interagieren?
- **Data-driven Services:** In welchem Umfang bieten Sie datenbasierte Dienstleistungen an, die erst durch die Vernetzung von Produkten, Produktion und Kunden entstehen können?
- **Mitarbeiter:** Reichen die vorliegenden Kompetenzen in Ihrem Unternehmen für die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten aus?

Diesen sechs Dimensionen werden zur Konkretisierung jeweils Themenfelder zugeordnet, die wiederum mit geeigneten Indikatoren operationalisiert werden. Sie bilden die Basis für die Messung der Industrie-4.0-Readiness der Unternehmen. Die entsprechenden Daten für die Messung wurden in einer Unternehmensbefragung erhoben (siehe Kapitel 1). Aus den sechs Dimensionen wird ein sechsstufiges Modell zur Messung der Industrie-4.0-Readiness entwickelt. In Abbildung 4-5 ist das Grundgerüst des Readiness-Modells dargestellt. Dabei beinhaltet jede der sechs Readiness-Stufen (0 bis 5) festgelegte Mindestanforderungen, ohne deren Erfüllung eine Stufe als nicht erreicht gilt

(siehe Anhang). Die Einzelergebnisse der sechs Dimensionen werden zu einem Gesamtwert durch einen gewichteten³ Mittelwert zusammengefasst.

Abbildung 4-5: Dimensionen und zugeordnete Themenfelder von Industrie 4.0



Eigene Darstellung IW Consult

Auf der Stufe 0 befinden sich die Außenstehenden, die noch keinerlei oder nur in geringem Maße Planung oder Umsetzung von Industrie-4.0-Maßnahmen getätigt haben. Stufe 5 beschreibt die Exzellenz, also Unternehmen, die alle Industrie-4.0-Aktivitäten erfolgreich umgesetzt haben – wenn also die gesamten Wertschöpfungsketten in Echtzeit vernetzt sind und interagieren können. In der nachfolgenden Infobox werden die einzelnen Stufen beschrieben und wesentliche Kriterien genannt, welche die entsprechende Einstufung begründen.

Die sechs Stufen des Industrie-4.0-Readiness-Modells

Stufe 0 (Außenstehender): Unternehmen dieser Stufe erfüllen keine oder nur geringe Anforderungen im Industrie-4.0-Kontext. Dieser Stufe gehören auch diejenigen Unternehmen an, die a priori der Stufe 0 zugeordnet wurden, weil sie angaben, dass Industrie 4.0 für sie unbekannt oder nicht relevant sei.

Stufe 1 (Anfänger): Unternehmen dieser Stufe behandeln das Thema Industrie 4.0 über Pilotinitiativen in einzelnen Fachabteilungen und tätigen diesbezüglich Investitionen in einem

³ Die Gewichtung wird aus der Studie „Industrie-4.0-Readiness“ entnommen (IW Consult/FIR, 2015).

einzelnen Bereich. Der Maschinenpark erfüllt teilweise die Anforderungen an Vernetzung und Kommunikation oder ist teilweise an übergeordnete IT-Systeme angeschlossen. Ein system-integrierter betriebsinterner Informationsaustausch findet nur in wenigen Bereichen statt. IT-Sicherheitslösungen befinden sich noch in der Planungsphase. Der Anfänger besitzt Produkte mit ersten Ansätzen von IT-basierten Zusatzfunktionen. Für den weiteren Ausbau von Industrie 4.0 besitzt das Unternehmen noch nicht die erforderlichen Kompetenzen.

Stufe 2 (Fortgeschrittener): Der Fortgeschrittene bezieht Industrie 4.0 in die strategische Ausrichtung des Unternehmens mit ein und arbeitet an einer Strategie zur Umsetzung von Industrie 4.0. Industrie-4.0-relevante Investitionen werden in wenigen Bereichen getätigt. In der Produktion werden Daten teilweise aufgenommen. Es sind entsprechende IT-Sicherheitslösungen implementiert, welche weiter ausgebaut werden. Das Unternehmen besitzt Produkte mit ersten IT-Zusatzfunktionen. Für den weiteren Ausbau von Industrie 4.0 besitzen die Mitarbeiter in einigen Bereichen die nötigen Kompetenzen.

Stufe 3 (Erfahrener): Bei Unternehmen dieser Stufe liegt eine formulierte Industrie-4.0-Strategie vor. Industrie-4.0-relevante Investitionen werden in mehreren Bereichen getätigt, ein abteilungsorientiertes Innovationsmanagement fördert die Einführung von Industrie 4.0. In der Produktion sind einige der IT-Systeme über Schnittstellen miteinander verbunden und unterstützen die Fertigungsprozesse. Der Informationsaustausch findet sowohl intern als auch unternehmensübergreifend zum Teil systemintegriert statt. Einige notwendige IT-Sicherheitslösungen sind implementiert. Für den weiteren Ausbau sind Cloud-basierte Lösungen geplant. Das Unternehmen besitzt Produkte mit mehreren IT-basierten Zusatzfunktionen. Auf Basis dieser Produkte bietet es erste datenbasierte Dienstleistungen an, ist dabei aber nicht mit dem Kunden vernetzt. Datenbasierte Dienstleistungen für den Kunden tragen in geringem Maße zum Umsatz bei. Bei den Mitarbeitern wurden bereits umfangreiche Kompetenzen aufgebaut.

Stufe 4 (Experte): Eine Industrie-4.0-Strategie befindet sich bereits in Umsetzung. Dazu werden in fast allen relevanten Bereichen Investitionen getätigt; ein bereichsübergreifendes Innovationsmanagement fördert den Prozess. Die IT-Systeme unterstützen einen Großteil der Fertigungsprozesse und nehmen Daten auf. Der Informationsaustausch findet intern und mit Partnerunternehmen weitreichend systemintegriert statt. In den relevanten Bereichen sind IT-Sicherheitslösungen im Einsatz; die IT ist durch Cloud-basierte Lösungen skalierbar. Der Experte beginnt mit der Erprobung von selbstregulierenden Prozessen. Die Produkte besitzen IT-basierte Zusatzfunktionen, die eine Datenaufnahme während der Nutzungsphase ermöglichen. Darauf aufbauende datenbasierte Dienstleistungen werden vom Kunden bereits bezogen und tragen im geringen Maße zum Umsatz bei. Dabei besteht eine direkte Vernetzung von Kunde und Produzent. In den meisten relevanten Bereichen besitzen die Mitarbeiter die nötigen Kompetenzen, um einen weiteren Ausbau von Industrie-4.0-Themen zu betreiben.

Stufe 5 (Exzellenz): Ein Unternehmen auf dieser Stufe hat seine Industrie-4.0-Strategie bereits umgesetzt und überprüft den Umsetzungsstand weiterer Projekte regelmäßig. Diesbezüglich werden unternehmensweit Investitionen getätigt. Das Unternehmen hat ein organisationsweites Innovationsmanagement etabliert. Das Unternehmen hat eine vollumfängliche IT-

Systemunterstützung implementiert. Der Maschinenpark erfüllt alle Anforderungen zur Vernetzung und systemintegrierten Kommunikation. Darauf aufbauend ist der gesamte Informationsaustausch sowohl betriebsintern als auch mit Partnerunternehmen systemintegriert. Umfangreiche implementierte IT-Sicherheitslösungen liegen vor und Cloud-basierte Lösungen sorgen für eine flexible IT-Architektur. In Teilbereichen der Produktion operieren bereits Produktionsprozesse, die automatisiert in Echtzeit auf Änderungen der Produktionsbedingungen reagieren. Die Produkte besitzen umfangreiche IT-basierte Zusatzfunktionen. Datenbasierte Dienstleistungen tragen bereits signifikant zum Umsatz bei. Dabei ist der Produzent mit dem Kunden vernetzt. Zudem besitzt das Unternehmen in nahezu allen nötigen Bereichen eigene Kompetenzen.

4.3.2 Ergebnisse – Unternehmen in Nordbayern stehen in den Startlöchern

Die Unternehmen in Nordbayern haben die Bedeutung des Zukunftsthemas Industrie 4.0 erkannt, wie die Ergebnisse in Kapitel 4.1 zeigen. Demnach haben sich 40 Prozent der nordbayerischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes bereits mit Industrie 4.0 befasst. Die Ergebnisse der Industrie-4.0-Readiness-Messung verdeutlichen jedoch, dass die Umsetzung von Industrie 4.0 bei den meisten befragten Unternehmen noch am Anfang steht (siehe Abbildung 4-6). Die Ergebnisse der Readiness-Messung im Einzelnen:

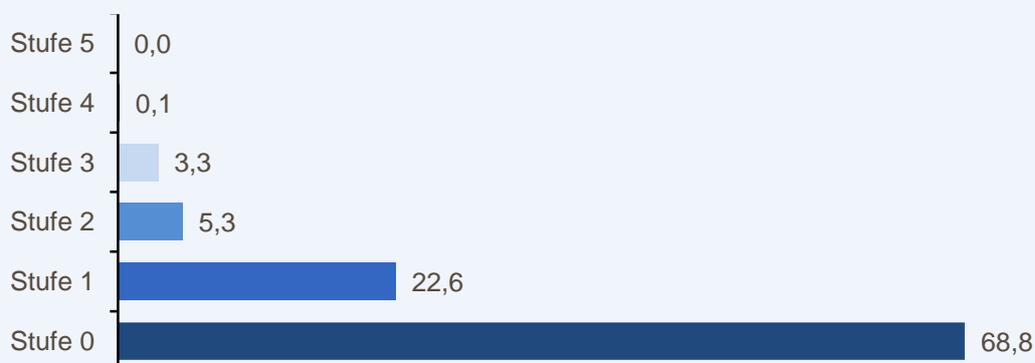
- 68,8 Prozent der Unternehmen stehen auf der Stufe 0 und haben noch keine konkreten Schritte zur Umsetzung von Industrie 4.0 getätigt.
- Gut ein Fünftel der Unternehmen (22,6 Prozent) sind Anfänger und erreichen die Stufe 1. Diese Unternehmen haben sich bisher in geringem Maße mit Industrie 4.0 befasst und sind erste Schritte gegangen. Industrie 4.0 ist in ihrer Unternehmensstrategie noch nicht verankert. Ihr Maschinenpark ist noch nicht in übergeordnete IT-Systeme eingebunden und es gibt kaum systemintegrierten Datenaustausch. Die Einführung von mit IT-ansteuerbaren Produkten ist erst am Anfang und es gibt bisher noch keine datenbasierten und aus Industrieprodukten abgeleiteten Dienstleistungen. Die Mitarbeiter verfügen noch nicht in ausreichendem Maße über die notwendigen Kompetenzen.
- 5,3 Prozent der Unternehmen zeichnen sich durch erste systematische Industrie-4.0-Ansätze aus und erreichen die Stufe 2. Die Fortgeschrittenen haben bereits eine Industrie-4.0-Strategie erarbeitet, die aber noch nicht ausformuliert sein muss. Der Maschinenpark ist teilweise über IT ansteuerbar, vernetzt oder interoperabel. Erste Lösungen zur IT-Sicherheit sind geplant oder befinden sich in Arbeit. Teilweise haben die Unternehmen schon IT-ansteuerbare Produkte; die Daten werden aber noch nicht systematisch genutzt. Die benötigten Mitarbeiterkompetenzen sind noch nicht ausreichend oder nur in einem Bereich vorhanden.
- 3,3 Prozent der Unternehmen erreichen die Stufe 3 und zählen zu den Erfahrenen. Bei diesen Unternehmen sind erste systematische Ansätze sowohl auf der Ebene der Strategie als auch auf den Ebenen der Vernetzung von Produkten, Prozessen und Kunden sowie der virtuellen Abbildung der physischen Welt vorhanden.

- Der Anteil der Unternehmen auf der Stufe 4 ist mit 0,1 Prozent verschwindend gering. Die Stufen 3 und 4 spiegeln das Profil derzeit führender Industrie-4.0-Unternehmen wider.

Die Stufe 5 (Exzellenz) erreicht keines der befragten Unternehmen in Nordbayern. Die Endstufe 5 stellt die Zielvision von Industrie 4.0 dar; entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Unternehmen zur Erreichung dieser Stufe. Da die Kriterien des Readiness-Modells sich an dieser anspruchsvollen Vision orientieren, ist es wenig verwunderlich, dass bislang keines der befragten Unternehmen in Nordbayern in die Stufe 5 und nur wenige in die Stufen 3 und 4 eingeordnet werden konnten. Außerdem fällt es den Unternehmen schwer diese Stufen zu erreichen, da wenig potenzielle Netzwerkpartner auf höheren Readiness-Stufen stehen. Gerade diese Netzwerkeffekte sind aber elementar für die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten. Denn Industrie 4.0 kann nur funktionieren, wenn ein großer Anteil der Produzenten, Lieferanten und Kunden in betriebliche Prozesse einbezogen wird. Der hohe Besatz in den Eingangsstufen 0 und 1 zeigt, wie weit Nordbayern davon bislang noch entfernt ist. Die Avantgarde kann erst in die Endstufen 4 und 5 wachsen, wenn deutlich mehr Unternehmen die Stufen 2 und 3 erreichen.

Abbildung 4-6: Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=152



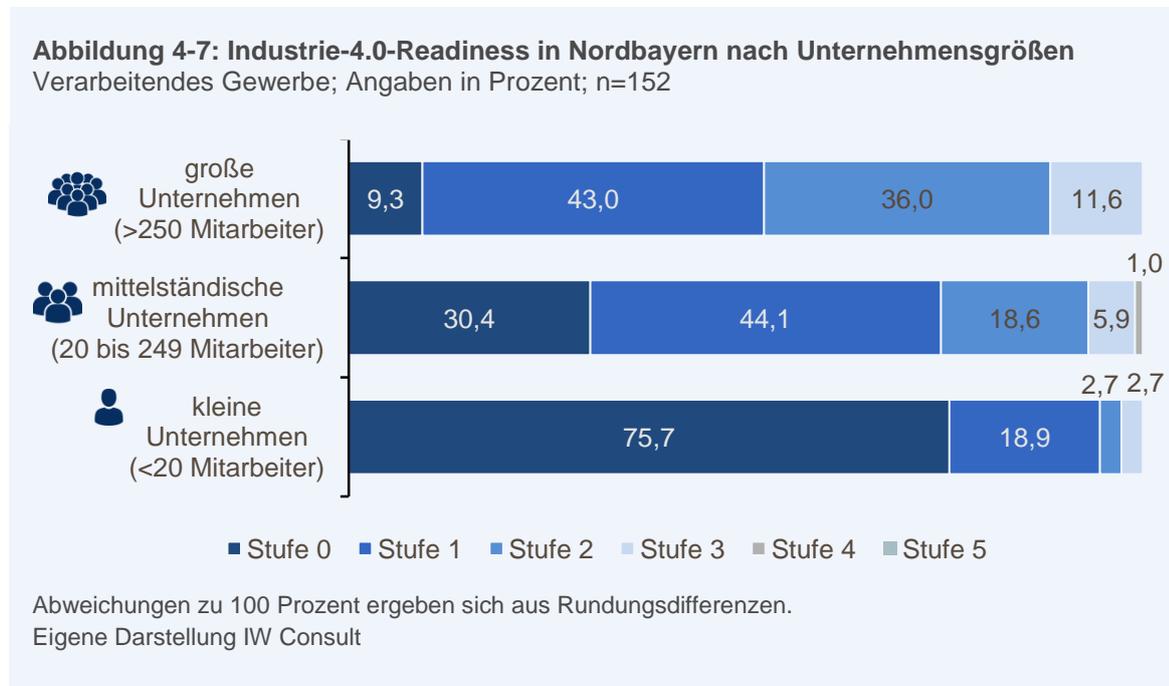
Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

Die Industrie-4.0-Readiness nimmt mit der Unternehmensgröße deutlich zu

Wie weit Unternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 sind, hängt stark mit der Unternehmensgröße zusammen. Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass sich über alle Dimensionen hinweg die Großunternehmen von den kleinen und mittelständischen Unternehmen absetzen. Von den großen Unternehmen befinden sich bereits 47,6 Prozent auf den Stufen 2 oder höher. Im Mittelstand betrifft dies lediglich 25,5 Prozent der Unternehmen; bei den kleinen Unternehmen fällt der Anteil mit 5,4 Prozent noch geringer aus. Entsprechend finden sich auf der Stufe 0 deutlich weniger große als kleine und mittelständische Unternehmen – so werden 75,7 Prozent der kleinen bzw. 30,4 Prozent der mittelständischen Unternehmen den Außenstehenden zugeordnet, während

Industrie 4.0 bislang nur bei 9,3 Prozent der Großunternehmen kein relevantes Thema darstellt (Abbildung 4-7).



Dass Industrie 4.0 bei den kleinen Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern häufig noch nicht so weit fortgeschritten ist, lässt darauf schließen, dass Industrie 4.0 erst für Unternehmen mit mindestens 20 Beschäftigten ein relevantes Thema ist. Berücksichtigt man in der Industrie-4.0-Readiness-Messung in Nordbayern nur die Unternehmen mit mindestens 20 Mitarbeitern, ist der Anteil der Unternehmen, die die Anforderungen für die Stufen 2 oder höher erfüllen, mit 27,9 Prozent deutlich höher als unter Einbeziehung der Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern (8,8 Prozent). Entsprechend finden sich weniger Unternehmen in den Eingangsstufen 0 und 1 des Readiness-Modells. Eine Übersicht über die unterschiedlichen Verteilungen für die Unternehmen in Nordbayern ist in Tabelle 4-3 dargestellt.

Tabelle 4-3: Industrie-4.0-Readiness nach Unternehmensgrößenklassen in Nordbayern
Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=152/119

| Unternehmen nach Größenklassen | Readiness-Stufen | | | | | |
|------------------------------------|------------------|------|------|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| alle Unternehmen | 68,8 | 22,6 | 5,3 | 3,3 | 0,1 | 0,0 |
| alle Unternehmen ab 20 Mitarbeiter | 28,1 | 44,0 | 20,5 | 6,5 | 0,9 | 0,0 |

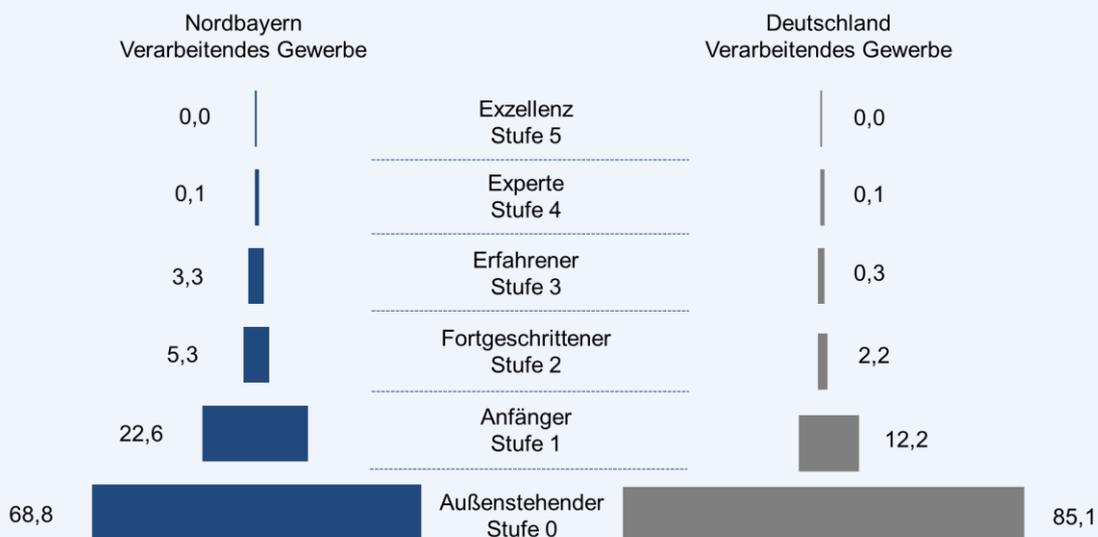
Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

4.3.3 Einordnung der Ergebnisse – Nordbayern im Vergleich zu Deutschland

Zur Einordnung der Ergebnisse der Industrie-4.0-Readiness-Messung in Nordbayern werden die Befunde für Deutschland, die bereits für den IW-Strukturbericht erhoben wurden (IW Köln/IW Consult, 2016), herangezogen. Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Industrie-4.0-Readiness-Messung mit den Ergebnissen für Gesamtdeutschland, zeigt sich, dass die Industrieunternehmen in Nordbayern deutlich weiter fortgeschritten sind als die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland insgesamt (Abbildung 4-8).

Neben dem allgemeinen Vorsprung Nordbayerns gegenüber der Bundesrepublik könnte die zeitliche Komponente ein weiterer Grund für das bessere Abschneiden der nordbayerischen Unternehmen sein. Denn zwischen den Ergebnissen für Gesamtdeutschland und Nordbayern liegen etwa zehn Monate. In dieser Zeit haben sich Unternehmen intensiver mit dem Thema Industrie 4.0 auseinandergesetzt. Dazu haben neben dem technologischen Fortschritt sicherlich auch die hohe Medienpräsenz und die öffentliche Debatte der vergangenen Monate in Bezug auf Industrie 4.0 beigetragen. Die bisherigen Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass der Zeiteffekt nur relativ klein ausfallen dürfte im Vergleich zum faktischen Vorsprung Nordbayerns. Die externe Industrie-4.0-Affinität bestätigt dies.

Abbildung 4-8: Industrie-4.0-Readiness in Nordbayern und Deutschland im Vergleich
Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=152/602



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

Quelle: IW Köln/IW Consult, 2016

In den nächsten Abschnitten werden die Ergebnisse der Readiness-Messung für die sechs Dimensionen Strategie und Organisation, Smart Factory, Smart Operations, Smart Products, Data-driven Services und Mitarbeiter detailliert dargestellt und durch ausgewählte Befunde aus der Unternehmensbefragung ergänzt.

4.3.4 Ergebnisse – Strategie und Organisation

Industrie 4.0 ist ein Strategiethema – aber noch nicht bei allen Unternehmen in der Strategie verankert

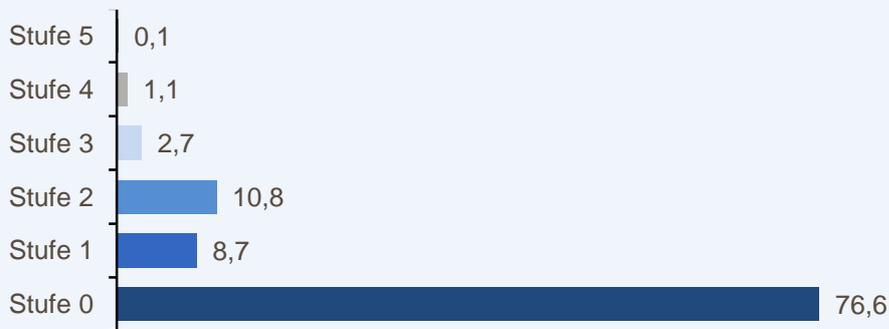
Die Umsetzung von Industrie 4.0 ist von großer strategischer Bedeutung. Denn Industrie 4.0 führt nicht nur zu einer Verbesserung bestehender Produkte oder Prozesse durch den Einsatz digitaler Technologien, sondern bietet darüber hinaus noch die Chance, bestehende Geschäftskonzepte zu erweitern oder völlig neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dafür muss das Zukunftsthema Industrie 4.0 in der Unternehmensstrategie berücksichtigt und entsprechende Investitionen getätigt werden. Um festzustellen, wie es aktuell um die Aufgeschlossenheit und Kultur im Umgang mit Industrie 4.0 in Nordbayern bestellt ist, werden die folgenden drei Kriterien untersucht:

- Umsetzungsstand der Industrie-4.0-Strategie (siehe Abbildung 4-10)
- Investitionsaktivität in Bezug auf Industrie 4.0
- Einsatz eines Technologie- und Innovationsmanagements

Die Readiness-Messung in der Dimension Strategie und Organisation zeigt, dass erst wenige der befragten Unternehmen Industrie 4.0 in ihrer Strategie berücksichtigen und entsprechende Investitionen tätigen. So erreichen nur 3,9 Prozent der Unternehmen die Stufe 3 oder höher (siehe Abbildung 4-9). Diese Unternehmen haben eine Strategie in Bezug auf Industrie 4.0 formuliert und in mindestens drei Bereichen Investitionen in diesem Zusammenhang getätigt. Zudem haben diese Unternehmen in vereinzelt Bereichen ein Innovationsmanagement etabliert.

Bei weiteren 10,8 Prozent lassen sich erste Umsetzungsansätze für die Strategie erkennen – sie sind die Fortgeschrittenen (Stufe 2). Zwar werden Investitionen in geringem Umfang getätigt, Innovationen jedoch nach wie vor nicht systematisch analysiert und eingeführt. Bei dem Gros der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe findet Industrie 4.0 keine Berücksichtigung in der strategischen Ausrichtung – so zählen 76,6 Prozent der Unternehmen zu den Außenstehenden (Stufe 0). 8,7 Prozent der befragten Unternehmen erreichen Stufe 1 und zählen zu den Anfängern. Bei diesen Unternehmen gibt es erste Pilotinitiativen in Fachabteilungen und Investitionen im Zusammenhang mit Industrie 4.0. Letztere beschränken sich jedoch auf einen Unternehmensbereich (Abbildung 4-9).

Abbildung 4-9: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Strategie und Organisation
Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=169



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

Industrie 4.0 steht inzwischen bei den meisten Unternehmen auf der Agenda

Eines der drei abgefragten Kriterien in der Dimension Strategie und Organisation ist der Umsetzungsstand der Strategie im Kontext von Industrie 4.0. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die meisten Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe die Bedeutung von Industrie 4.0 erkannt haben – so ist bei 24,5 Prozent die Strategie in Arbeit, weitere 15 Prozent haben Pilotinitiativen in Fachabteilungen gestartet. Dennoch verfolgt knapp die Hälfte der Unternehmen (48,4 Prozent) bislang noch keine umfassende Strategie, um den Wandel hin zum Industrie-4.0-Unternehmen voranzutreiben. Nur 4,3 Prozent der Unternehmen geben an, schon eine Industrie-4.0-Strategie definiert oder einen Fahrplan aufgestellt zu haben. Dabei existiert eine umgesetzte Industrie-4.0-Strategie nur bei 0,4 Prozent der Unternehmen, bei weiteren 2,2 Prozent befindet sich die Strategie in Umsetzung.

Bei großen Unternehmen ist der Anteil derer, die keine entsprechende Strategie haben mit 15,5 Prozent nur knapp halb so hoch wie bei den mittelständischen Unternehmen (39,6 Prozent). An der Umsetzung hapert es bei den großen Unternehmen jedoch noch – lediglich 2,2 Prozent haben eine Industrie-4.0-Strategie bereits implementiert. Im Mittelstand ist die Umsetzung der Strategie mit 2 Prozent etwas geringer. Von den kleinen Unternehmen gab keines an, eine Industrie-4.0-Strategie umgesetzt zu haben (Abbildung 4-10).

Abbildung 4-10: Umsetzungsstand der Industrie-4.0-Strategie in Nordbayern

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=143



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

4.3.5 Ergebnisse – Smart Factory

Viele Potenziale bleiben bislang noch ungenutzt – intelligente und vernetzte Fabrik noch am Anfang

Die Smart Factory beschreibt eine Produktionsumgebung, in der Fertigungsanlagen sowie Logistiksysteme vollständig vernetzt sind und sich langfristig weitgehend selbst organisieren. Die Grundlage hierfür sind cyber-physische Systeme (CPS). Diese bilden die Verbindung zwischen der physischen und virtuellen Welt, indem sie über eine IT-Infrastruktur kommunizieren. Durch den Einsatz moderner Sensor- und IT-Systeme zur zielgerichteten Bereitstellung relevanter Informationen wird die bisherige Transparenz der ablaufenden Produktionsprozesse maßgeblich erhöht und die Planungsfähigkeit deutlich gesteigert. Das Konzept der Smart Factory gewährleistet also eine effizientere Informationsbereitstellung und Ressourcennutzung. Produktionsanlagen, Informationssysteme und Menschen müssen über die Unternehmensgrenzen hinweg in Echtzeit zusammenwirken.

Darüber hinaus umfasst Industrie 4.0 die intelligente Datenaufnahme, -speicherung und -verarbeitung zur Erzeugung eines digitalen Abbilds. Eine zentrale Herausforderung auf dem Weg zur intelligenten Fabrik sind die hohen Investitionen. So stellen beispielsweise die anfallenden großen Datenmengen erhebliche Anforderungen an das IT-System und die IT-Infrastruktur.

Um zu ermitteln, wie weit die Unternehmen in Nordbayern in der Dimension Smart Factory sind, werden die folgenden drei Themenfelder untersucht:

- Digitales Abbild der Fabrik durch eine vollständige Datenerfassung (siehe Abbildung 4-12)
- Maschinenparkfunktionalitäten (siehe Abbildung 4-13)
- IT-Systeme und Schnittstellen

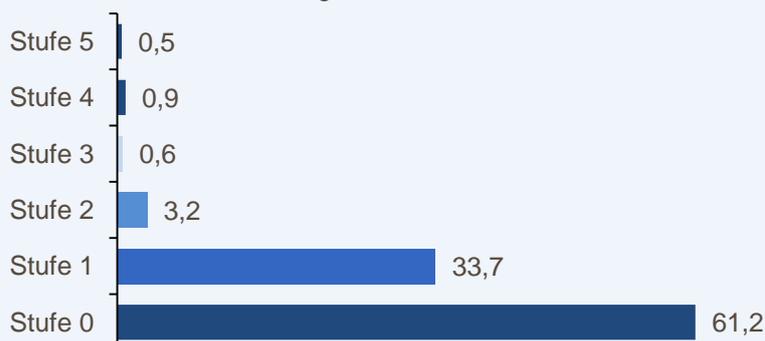
In Nordbayern hat der Großteil der Unternehmen seinen Maschinenpark und die IT-Systeme noch nicht auf Industrie 4.0 vorbereitet. So gehören 61,2 Prozent der Unternehmen in der Dimension Smart Factory zu den Außenstehenden (Stufe 0). In diesen Unternehmen erfüllt der Maschinen- und Anlagenpark nicht die Anforderungen an Vernetzung und Kommunikation und ist nicht an übergeordnete IT-Systeme angebunden. Zudem werden keinerlei Maschinen- oder Prozessdaten erfasst. Weitere 33,7 Prozent der Unternehmen entsprechen den Anforderungen der Stufe 1 und werden als Anfänger bezeichnet. Zwar erfüllt der Maschinen- und Anlagenpark teilweise die Anforderungen an Vernetzung und Kommunikation oder ist teilweise an übergeordnete IT-Systeme angebunden, jedoch erfassen die Unternehmen keinerlei Maschinen- oder Prozessdaten, was eine Voraussetzung für die Stufe 2 in der Dimension Smart Factory ist. Demnach steht mit 94,9 Prozent das Gros der Unternehmen noch am Anfang (Stufen 0 und 1).

3,8 Prozent der Unternehmen befinden sich auf den Stufen 2 oder 3 und entsprechen damit den Anforderungen an den Maschinenpark etwa in puncto Datenerfassung, Vernetzung, Kommunikation und Einsatz von IT-Systemen. Bislang haben nur sehr wenige nordbayerische Betriebe ihren

Maschinenpark schon vollständig an die Industrie-4.0-Anforderungen angepasst. Deutlich wird dies am Anteil der Unternehmen, die sich in den letzten beiden Stufen 4 und 5 befinden – dieser ist mit 1,4 Prozent verschwindend gering (Abbildung 4-11).

Abbildung 4-11: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Factory

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=172



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

Vollständige Erfassung von Maschinen- und Prozessdaten findet bisher in wenigen Unternehmen statt

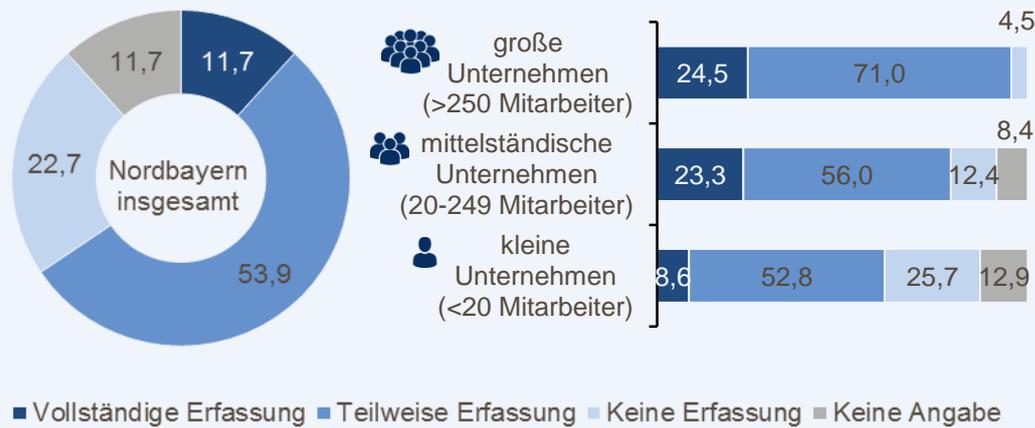
Die Erfassung der Maschinen-, Prozess- und Artikeldaten ist eine Grundvoraussetzung zur vollständigen Erschließung des Potenzials von Industrie 4.0. Denn mithilfe einer echtzeitfähigen Datenerfassung, -verarbeitung und -bereitstellung lässt sich eine vollständige Transparenz in der Prozesskette herstellen, die die Planungsgenauigkeit und Anpassungsfähigkeit in der Produktionssteuerung steigert und die Qualität unternehmerischer Entscheidungen anhand von Simulationen erhöht. Durch eine intensivere und vielseitigere Nutzung der Daten können – mithilfe von Prognosen – Planungs-, Effizienz- und Kostenreduktionspotenziale im Maschinen- und Anlagenpark erzielt werden. Daher wurden die Unternehmen in Nordbayern befragt, ob und in welchem Umfang sie Daten erfassen. Die Ergebnisse fließen in die Bewertung der Readiness in der Dimension Smart Factory ein und werden nachfolgend im Detail dargestellt.

Die Befragung zeigt, dass mit 65,6 Prozent bereits zwei Drittel der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe in Nordbayern bei der Datenerfassung den Grundstein für Industrie 4.0 legen. Dabei zeichnen 11,7 Prozent aller Firmen ihre Maschinen- und Prozessdaten vollständig auf, während 53,9 Prozent der Unternehmen dies teilweise tun. Große Unternehmen sind bei der Erfassung am weitesten fortgeschritten – hier erfassen 95,5 Prozent die anfallenden Daten.

Bei 22,7 Prozent aller Unternehmen werden die Daten gar nicht erfasst. Bei kleinen Unternehmen ist dieser Anteil am größten: Hier erfassen 25,7 Prozent keinerlei Maschinen- und Prozessdaten – bei den großen Unternehmen trifft dies nur auf 4,5 Prozent zu. Keine Angabe zur Datenerfassung haben 11,7 Prozent der Unternehmen in Nordbayern gemacht (Abbildung 4-12).

Abbildung 4-12: Erfassung von Maschinen- und Prozessdaten

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=143



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

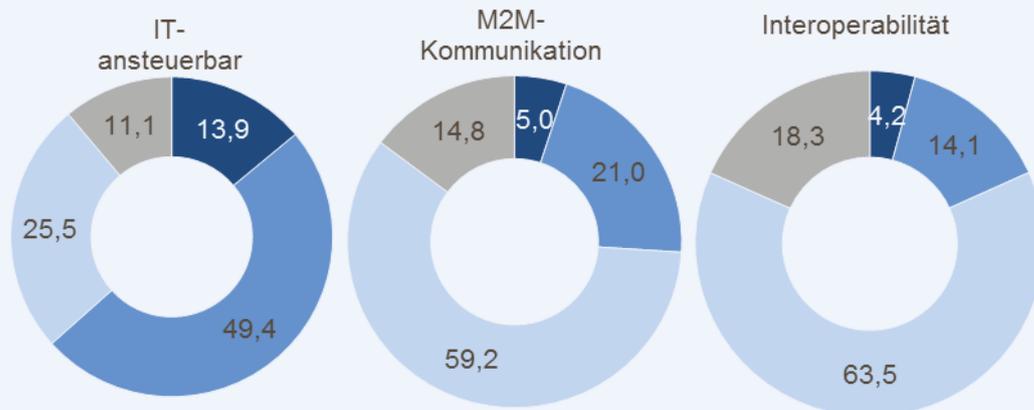
Ein Drittel der Maschinen ist digital angeschlossen – aber viele Unternehmen arbeiten noch mit Maschinen, die nicht vernetzt sind

Betrachtet man die Zukunft der Produktionsmaschinen, zeichnen sich diese durch ihre Intelligenz aus. Dies bedeutet konkret, dass Maschinen über ihre Funktionalitäten, ihren Standort, verbrauchte Ressourcen, Betriebskosten oder die aktuelle Auslastung informiert sind. Durch die Vernetzung untereinander sowohl innerhalb des eigenen Unternehmens als auch über die Unternehmensgrenzen hinaus, reagieren sie eigenständig auf Auftragsänderungen, Ausfälle von Komponenten oder Qualitätsverluste. Durch die Koppelung an andere Produkteinheiten können Maschinen autonom, in Echtzeit und flexibel auf Unregelmäßigkeiten reagieren und somit eine intelligente und optimierte Produktion sichern. Daher wurden die Funktionalitäten des Maschinenparks als weiteres Kriterium zur Messung der Readiness im Bereich Smart Factory herangezogen.

Die Befragung zeigt, dass die Funktionalitäten des Maschinenparks bei den Unternehmen in Nordbayern unterschiedlich stark ausgeprägt sind (Abbildung 4-13). Während knapp zwei Drittel der Unternehmen (63,3 Prozent) ihre Maschinen und Anlagen teilweise oder vollständig über IT ansteuern können, bestätigen dies nur 26 Prozent in Bezug auf die Kommunikation zwischen den Maschinen (M2M) und 18,3 Prozent in Bezug auf die Interoperabilität. Eine vollständige Funktionalität in den Bereichen IT-Ansteuerbarkeit, M2M und Interoperabilität ist mit entsprechend 13,9 Prozent, 5 Prozent und 4,2 Prozent recht gering.

Abbildung 4-13: Maschinenparkfunktionalitäten

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=142



■ Vollständig vorhanden ■ Teilweise vorhanden ■ Nicht vorhanden ■ Keine Angabe

M2M (Machine-to-Machine)-Kommunikation: Automatisierter Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern untereinander.

Interoperabilität: Vernetzung bisher weitestgehend unabhängig funktionierender Systeme für eine Optimierung der Organisation und Steuerung. Dabei wird beispielsweise die Erfassung, Filterung und Auswertung von Daten in Echtzeit ermöglicht und auf mobilen Endgeräten dargestellt.

Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

In der nachfolgenden Fallstudie wird die Sicht eines mittelständischen Zulieferers eingenommen und gezeigt, wie dieser die Transformation zu einem digitalen Unternehmen – indem der Maschinen- und Anlagenpark sukzessive erneuert und digital abgebildet werden – angegangen ist.

Die Zukunft heißt Flexibilität – starre Prozesse sind ein Auslaufmodell

Fallstudie: Mittelgroßer Zulieferer der Automobilindustrie (und weiterer Wirtschaftszweige)

Hintergrund:

Zulieferer können ihren Platz in der Wertschöpfungskette nur sichern, wenn sie Industrie 4.0 in ihrem Unternehmen implementieren. Neben smarten Produkten und Produktionsprozessen eröffnet Industrie 4.0 den Unternehmen die Chance für neue, digitale Geschäftsmodelle, mit denen sie ihre Rolle in der Wertschöpfungskette verlängern können. Viele Faktoren, wie beispielsweise fehlende Standards, unzureichende IT-Sicherheitslösungen und hohe Investitionsanforderungen, hemmen die Unternehmen jedoch noch bei der Umsetzung von Industrie 4.0.

Vorgehen:

Befragung eines mittelständischen Automobilzulieferers, der relevante Aspekte in der Wertschöpfungskette abbildet.

Welche Herausforderungen sehen die Zulieferer im Zuge der Digitalisierung?

Die Unternehmen in Nordbayern stehen zunehmend unter Wettbewerbsdruck. Bedeutende Wettbewerber sind dabei mitunter auch die industrieorientierten Länder aus Mittel- und Osteuropa, allen voran der direkte Nachbar, Tschechien. Konnten diese Wettbewerber in der Vergangenheit vor allem mit geringen Kosten punkten, holen sie auch immer mehr auf der Forschungsebene auf. So gehört beispielsweise die Westböhmische Universität in Pilsen zu einer der finanzstärksten Hochschulen Europas.

Vor dem Hintergrund des zunehmenden internationalen Wettbewerbs können mittelständische Zulieferer ihre Wettbewerbsfähigkeit in Zukunft nur erhalten und weiter ausbauen, wenn sie in der Lage sind, schnell auf Kundenwünsche und Marktanforderungen zu reagieren. Flexibilität ist das A und O. Dabei können flexible Strukturen nur durch eine hohe Innovationsfähigkeit, beispielsweise mit Bezug zu aktuellen Digitalisierungspotenzialen, erreicht werden. Die derzeitige gute Auftragslage hemmt dabei die Transformation, weil viele Unternehmen noch nicht die Notwendigkeit sehen. Aber gerade KMU müssen schnell agieren, da sie sonst im Wettbewerb mit ausländischen Unternehmen auch auf der Innovationsseite überholt werden.

Wie können sich kleinere Zulieferbetriebe im Rahmen von Industrie 4.0 positionieren?

Innovatives Verhalten ist entscheidend, um schnell auf Marktanforderungen und Kundenbedürfnisse reagieren zu können. Häufig sind Innovationen jedoch mit hohem Finanzierungsaufwand und Risiken verbunden, da der Erfolg nicht vorhersehbar ist. Dies betrifft insbesondere Innovationen im Rahmen von Industrie 4.0. Zudem sehen Unternehmen Innovationen im digitalen Bereich oft als Ergänzung zu den bestehenden Strukturen, statt sukzessive die Transformation zu einem digitalen Unternehmen anzustreben, indem der Maschinen- und Anlagenpark sukzessive erneuert und digital abgebildet werden. Hier ist dementsprechend aktives Gestalten und Ausprobieren von hoher Bedeutung, um erfolgversprechende Investments

identifizieren und umsetzen zu können.

Für diesen Transformationsprozess gibt es keine Universallösung; er muss an die jeweiligen Anforderungen der Unternehmen angepasst werden. Der Verlauf ist evolutionär und hat mehrere Dimensionen:

1. **Bereitschaft und visionäres Handeln:** Voraussetzungen für Innovationen sind längerfristige Strategien und die Bereitschaft, sich mit neuen Themen auseinanderzusetzen. Diese Voraussetzungen müssen von der Geschäftsleitung getrieben und von den Mitarbeitern angenommen und gelebt werden. In der Regel dauert es ein bis zwei Jahre, bis die Mitarbeiter die neuen Prozesse und Arbeitsweisen angenommen haben und die neuen Prozesse vollständig integriert sind. Hier ist eine Schritt-für-Schritt-Umstellung anzustreben: Sobald die Mitarbeiter die Vorteile der neuen Prozesse nach erfolgreicher Implementierung erkannt haben, schwindet die Skepsis. Den Umgang mit den Neuerungen kann die Belegschaft durch (interne) Schulungen erlernen. Dabei gilt es, die angestrebten Veränderungen nicht nur an den aktuellen Anforderungen auszurichten, sondern vor allem auf Effizienzverbesserungen abzielen. Letzteres gelingt, indem die Produktionsprozesse durch den Einsatz neuer Technologien transparent und messbar gemacht werden. Beispielfhaft zu nennen ist hier die automatische Lokalisierung via RFID.
2. **Kooperationen:** Oftmals bestehen Unklarheiten zur Wirtschaftlichkeit einzelner Investitionen, insbesondere bei hohen Investitionsvolumina. Deshalb ist es für mittelständische Unternehmen sinnvoll, sich zu Beginn mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zusammenzuschließen, um über Fördermittel erste Testläufe durchführen zu können. Ein Beispiel für solch einen Zusammenschluss ist eine Initiative vom Landkreis Cham, bei der sich ansässige Unternehmen mit der Außenstelle der Technischen Hochschule Deggendorf in Cham zusammengeschlossen haben, um gemeinschaftlich eine Laser-Sinter-Anlage anzuschaffen. Dieser Zusammenschluss wird gefördert durch öffentliche Mittel, entsprechend gering ist die Eigenfinanzierung bei den Unternehmen.
3. **IT-Harmonisierung:** Der digitale Transformationsprozess bedeutet auch die Integration der bestehenden IT-Landschaft. Konkret geht es hier um die Kopplung der Office-Floor- und Shop-Floor-Ebene, also des ERP-Systems mit dem MES-System. Bei der sogenannten vertikalen Integration werden die verschiedenen Unternehmensbereiche verknüpft und Daten durchgängig elektronisch zur Verfügung gestellt, von der Leitebene über die kaufmännische Planung bis zur Feldebene. Diese Integration ist die Basis für die umfassende Kommunikation zwischen Maschinen (M2M) inklusive Prozessplanung. Dieser Schritt erfordert jedoch die Bereitschaft seitens der Softwareunternehmen, die in den unterschiedlichen Systemen anfallenden Daten austauschen zu dürfen. Da verschiedene IT-Lösungen auf Büro- und Produktionsebene genutzt werden, muss eine Gesamtlösung über Schnittstellen beispielsweise zwischen ERP- und MES-Systemen gefunden werden.

4.3.6 Ergebnisse – Smart Operations

Vernetzung spielt bei Industrie 4.0 eine zentrale Rolle

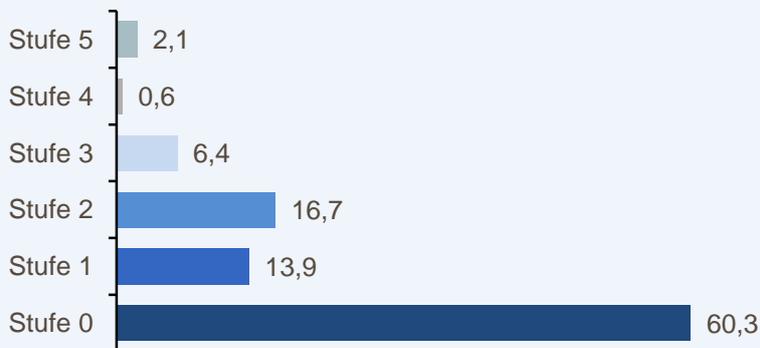
Elementarer Bestandteil für die Realisierung von Industrie 4.0 ist die Vernetzung aller Komponenten und Systeme im Werk. Diese bildet die Grundlage für eine vertikale und horizontale Integration der Wertschöpfungskette – also der unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Vernetzung der physischen und virtuellen Welt. Denn erst durch eine stark vernetzte Produktionsumgebung kann eine flexible Produktionsplanung und -steuerung (Smart Operations) gewährleistet werden. In diesem Zusammenhang liegt der Fokus auf der Integration der diversen unterstützenden IT-Systeme, die derzeit schon im Einsatz – aber meist nicht optimal aufeinander abgestimmt – sind. Die folgenden vier Kriterien fließen in die Ermittlung der Readiness ein:

- Harmonisierung der IT-Infrastruktur durch einheitlichen Informationsaustausch (siehe Abbildung 4-15)
- Nutzung von Cloud-Dienstleistungen
- Einsatz selbstständig reagierender Prozesse (siehe Abbildung 4-16)
- Umsetzungsstand von IT-Sicherheitsmaßnahmen (siehe Abbildung 4-17)

Die Readiness-Messung im Bereich Smart Operations zeigt, dass 60,3 Prozent aller Unternehmen bei der vernetzten Produktionssteuerung noch Außenstehende (Stufe 0) sind. Auf der nur im geringen Umfang vertretenen Stufe 1 (13,9 Prozent) beschäftigen sich die Unternehmen mit IT-Sicherheitslösungen und betriebsintern mit einem einheitlichen Informationsaustausch. 16,7 Prozent aller Unternehmen werden der Stufe 2 zugeordnet. Für eine höhere Positionierung fehlt ein einheitlicher Informationsaustausch mit Lieferanten, Kunden und Partnern. Betriebsintern ist dieser Austausch teilweise implementiert. Mehrere Lösungen für die IT-Sicherheit sind geplant oder werden erarbeitet. Stufe 3 erreichen 6,4 Prozent der Unternehmen. Diese haben sowohl intern als auch extern einen einheitlichen Informationsaustausch. Zudem haben sie IT-Sicherheitslösungen teilweise implementiert und beschäftigen sich mit dem Einsatz von Cloud-Lösungen. Zur Stufe 4 fehlt ihnen der Schritt zur Erprobung von autonom reagierenden Prozessen, also Prozessen, die automatisiert in Echtzeit auf Änderungen der Produktionsbedingungen reagieren. Diese Schwelle haben nur wenige Unternehmen überschritten. So sind auf den Stufen 4 und 5 nur 2,7 Prozent aller Unternehmen vertreten (Abbildung 4-14).

Abbildung 4-14: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Operations

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=178



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

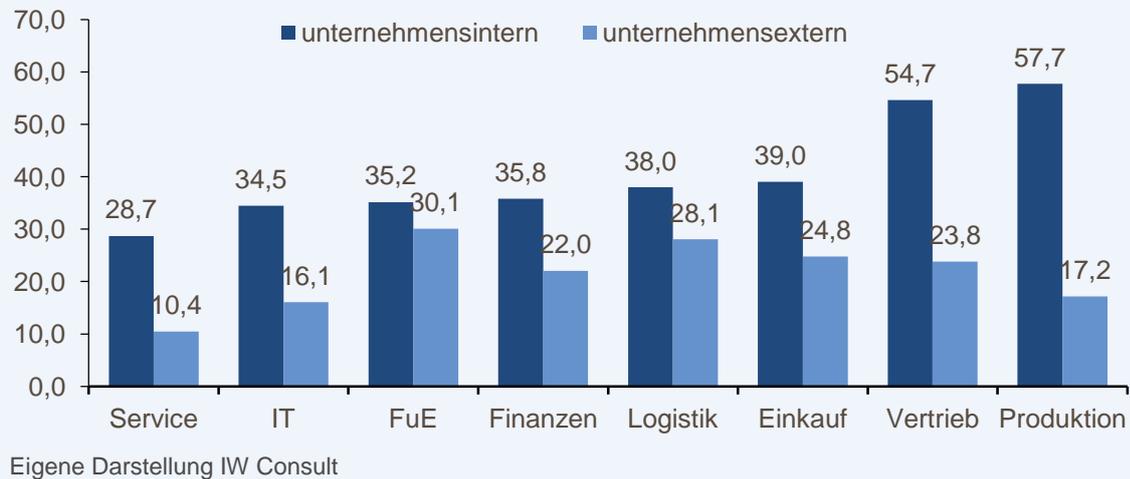
Technische Grundlagen für die Vereinheitlichung der Systemlandschaft sind ausbaufähig

Die Befragung zeigt, dass die nordbayerischen Unternehmen bei der Harmonisierung ihrer IT-Infrastruktur noch Nachholbedarf haben (Abbildung 4-15). Zwar sind sie je nach Unternehmensbereich unternehmensintern relativ stark vernetzt, unternehmensextern besteht allerdings noch viel Potenzial. Denn durch kurze Kommunikationswege und die automatische Einbindung des Einkaufs und Vertriebs in die verschiedenen Prozesse können Kosten gesenkt und Effizienzsteigerungen erreicht werden. Die höchste unternehmensexterne Vernetzung besteht im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE). Dabei beschreibt die unternehmensexterne Vernetzung im Bereich FuE den systemintegrierten Informationsaustausch mit Entwicklungspartnern oder Forschungseinrichtungen. Ein Beispiel für solch eine Vernetzung ist ein Produktlebenszyklus-Managementsystem, das die Konstruktionsdaten eines Produktes mehreren Partnern zur Verfügung stellt und somit eine kollaborative Arbeit an dem Produkt ermöglicht.

Die Auswertung der Befragungsergebnisse nach Unternehmensgröße (nicht separat abgebildet) zeigt außerdem, dass sowohl der interne als auch der externe Vernetzungsgrad mit steigender Unternehmensgröße in den meisten Fällen zunimmt. Bei der internen Vernetzung liegt dies an dem verbreiteten Einsatz von Enterprise-Ressource-Planning-Systemen zur Unterstützung der Unternehmensprozesse.

Abbildung 4-15: Informationsaustausch nach Unternehmensbereichen

Verarbeitendes Gewerbe; Mehrfachnennungen möglich; Angaben in Prozent; n=102-130

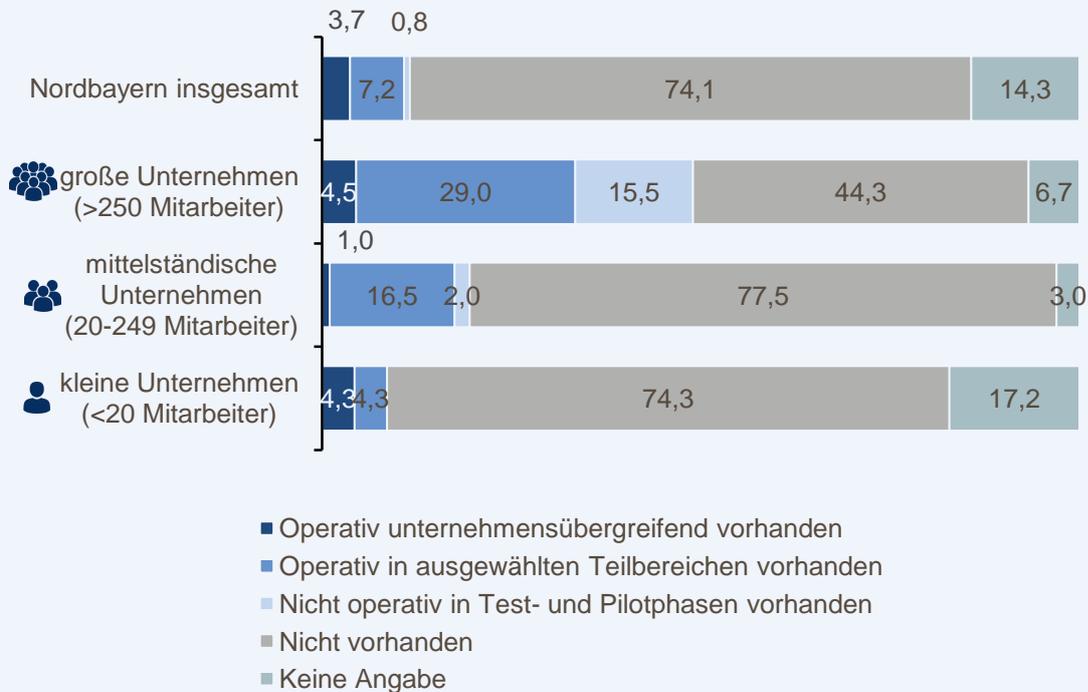


Selbst regelnde Produktion bei jedem fünften Unternehmen in Entwicklung oder im Einsatz

Eine der großen Visionen von Industrie 4.0 ist die sich selbst regelnde Produktion. Daher ist es wenig verwunderlich, dass der Umsetzungsgrad dieser selbstständig reagierenden Produktionsprozesse bei den nordbayerischen Unternehmen noch nicht so weit fortgeschritten ist. Abbildung 4-16 zeigt, dass bei dem Gros der befragten Unternehmen (74,1 Prozent) keine selbstständig reagierenden Produktionsprozesse vorhanden sind. Am fortschrittlichsten sind die Großunternehmen. Immerhin haben 11,7 Prozent aller Unternehmen selbstständig reagierende Produktionsprozesse in Test- und Pilotphasen oder bereits operativ im Einsatz. Der Anteil der nordbayerischen Unternehmen, die selbstständig reagierende Produktionsprozesse unternehmensübergreifend implementiert haben, ist mit 3,7 Prozent äußerst gering.

Abbildung 4-16: Selbstständig reagierende Produktionsprozesse

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=142



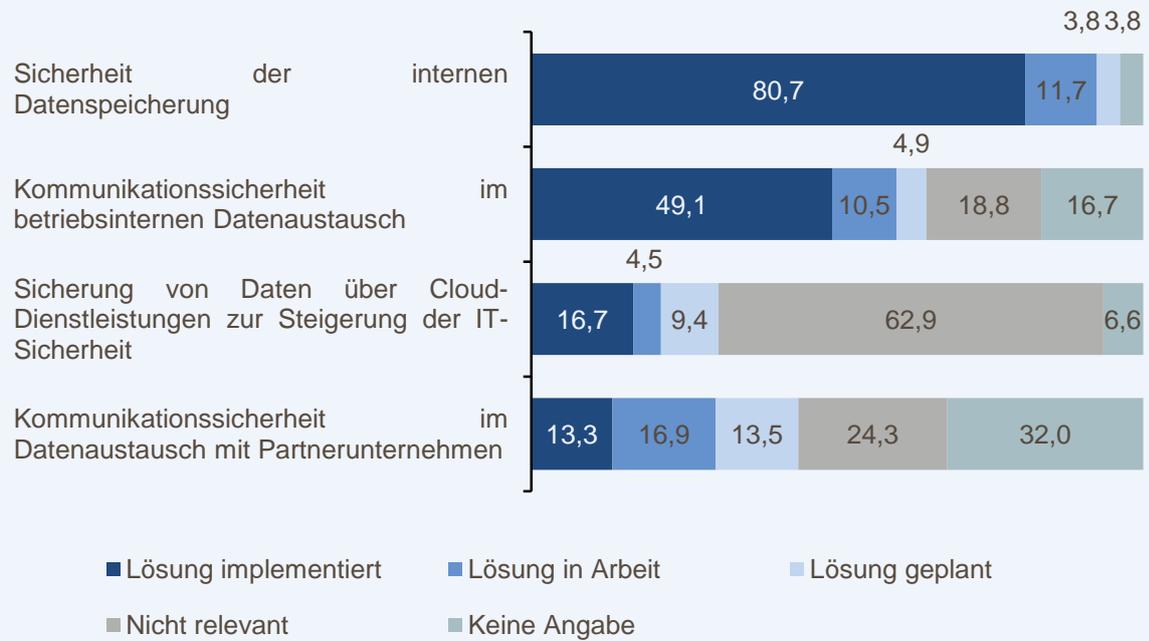
Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

IT-Sicherheitsmaßnahmen überwiegend für interne Zwecke implementiert

Ein Kriterium für die vernetzte und intelligente Produktionssteuerung ist, dass eine hochauflösende Datenbasis und die entsprechenden Systeme zur Aus- und Verwertung der Prozessdaten vorhanden sind. Ein weiteres Kriterium ist aber auch, dass die Sicherheit dieser Daten gewährleistet ist. Daher wird der Umsetzungsstand von IT-Sicherheitslösungen in den nordbayerischen Unternehmen in der Readiness-Messung der Dimension Smart Operations berücksichtigt. Die Befragung bestätigt, dass die Unternehmen einen vorsichtigen Umgang mit Daten hegen (Abbildung 4-17). Bei betriebsinternen Daten und Kommunikationswegen hat etwa jedes zweite Unternehmen bereits Lösungen implementiert (49,1 Prozent). Bei externen Sicherungen und Kommunikationswegen sind sie verhaltener. So halten 62,9 Prozent der Unternehmen die Sicherung von Daten über Cloud-Dienstleistungen für nicht relevant.

Abbildung 4-17: Umsetzungsstand von IT-Sicherheitsmaßnahmen

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=138-141



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

4.3.7 Ergebnisse – Smart Products

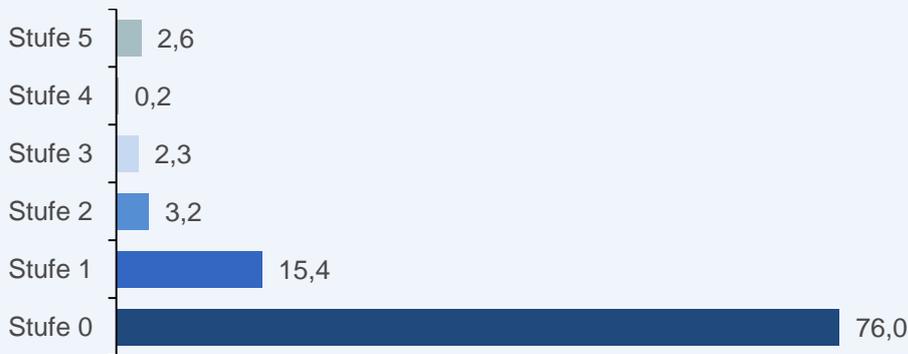
Intelligente Produkte sind Grundlage für Smart Factory und Smart Operations

Viele Funktionen der Smart Factory sowie Nutzenpotenziale von Data-driven Services bauen auf die Verfügbarkeit umfangreicher Informationen über ein jeweiliges Produkt auf. Dies erfordert den Einsatz von Smart Products, physischen Objekten, die mit IKT ausgestattet sind und die ihre Umgebung wahrnehmen, sich untereinander identifizieren und miteinander kommunizieren, um vollständig autonom den Weg durch die Produktion zu finden. Nach Auslieferung beim Kunden schaffen die integrierten Erfassungs- und Interaktionsmöglichkeiten der Smart Products neue Geschäfts- und Dienstleistungsmodelle zwischen Produzenten und Konsumenten.

Zur Ermittlung der Readiness im Bereich Smart Products (Abbildung 4-18) werden die IKT-Zusatzfunktionalitäten von Produkten (siehe hierfür Abbildung 4-19) sowie der Umfang der Datenanalyse aus der Nutzungsphase herangezogen. Die Ergebnisse der Readiness-Messung in der Dimension Smart Products zeigen, dass in Nordbayern 76 Prozent aller Unternehmen keine Produkte mit IT-basierten Zusatzfunktionen besitzen und dementsprechend auch keine Daten in der Nutzungsphase erheben, welche für die Produktentwicklung, Vertriebsunterstützung oder Telemaintenance genutzt werden könnten. Diese Unternehmen werden den Außenstehenden (Stufe 0) zugeordnet. Auf Stufe 1 befinden sich 15,4 Prozent der nordbayerischen Unternehmen (Anfänger). Die Produkte dieser Unternehmen besitzen erste Ansätze einer Zusatzfunktion aus dem Bereich Produktgedächtnis, Selbstauskunft, Vernetzung, Lokalisierung, Assistenzsysteme, Überwachung, Objektinformation oder Automatische Identifikation. Auf Stufe 2 (3,4 Prozent) stellen die Unternehmen ihre Produkte mit ersten Funktionen aus. Zudem erheben sie Daten, nutzen oder analysieren sie aber nicht. Bei den Unternehmen auf Stufe 3 (Erfahrener, 2,3 Prozent) besitzen die Produkte mehrere zusammenhängende Zusatzfunktionen und die Daten aus der Nutzungsphase werden anteilig für die oben beschriebenen Aufgaben genutzt. Auf Stufe 4 (0,2 Prozent) und Stufe 5 (2,6 Prozent) steigen die Datennutzung sowie die Anzahl der Zusatzfunktionen bis zu einem umfangreichen Funktionspaket aus verschiedenen Bereichen.

Abbildung 4-18: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Smart Products

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=178



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

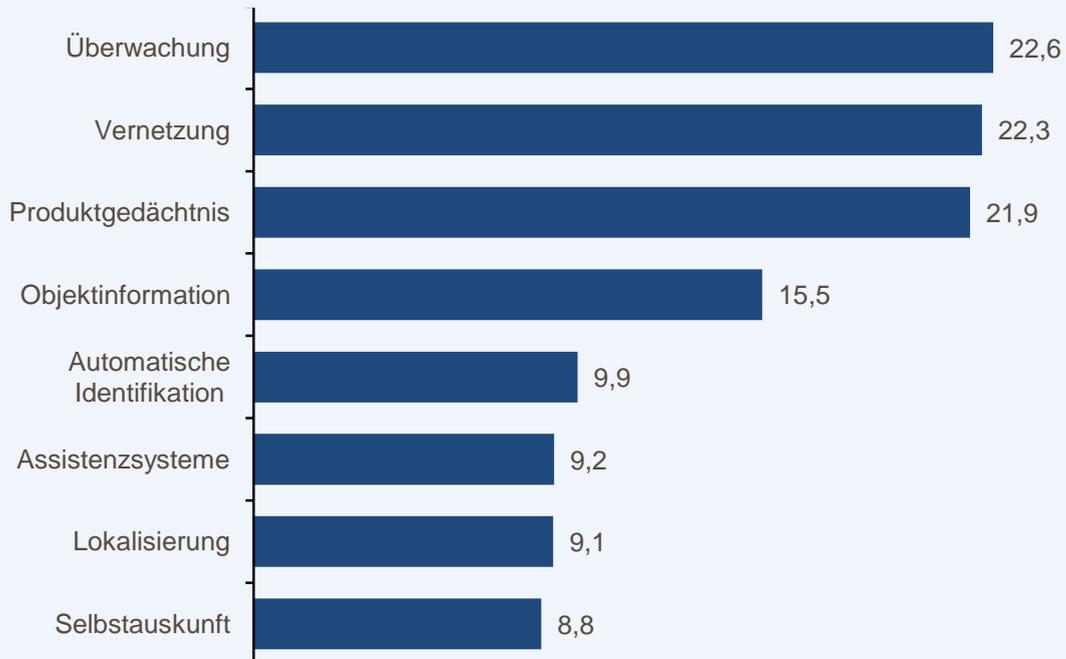
Überwachung und Vernetzung sind unter allen Zusatzfunktionalitäten am weitesten verbreitet

In der Vision von Industrie 4.0 teilt ein selbststeuerndes Werkstück in der Produktion der Maschine mit, welche Arbeitsschritte ausgeführt werden müssen. Das Produkt benötigt dafür Informationen über sich selbst und über geplante sowie bereits durchgeführte Arbeitsschritte. Diese Informationen können mithilfe der Funktionen Objektinformation, Überwachung und Produktgedächtnis gesammelt werden. Dabei bilden die beiden letztgenannten Funktionen die Grundlage für die vorausschauende Instandhaltung. Mit den Produktfunktionalitäten Vernetzung und Selbstauskunft kann das Produkt der Maschine Arbeitsschritte mitteilen. Die Überwachung des ganzen Auftragsfortschritts setzt eine automatische Identifizierbarkeit und Lokalisierbarkeit voraus. In der Unternehmensbefragung wurden die Firmen um eine Einschätzung bezüglich der Zusatzfunktionalitäten ihrer Produkte gebeten (Abbildung 4-19).

In den nordbayerischen Unternehmen werden Produktzusatzfunktionalitäten am häufigsten für Überwachung, Vernetzung und Produktgedächtnis eingesetzt. Am wenigsten verbreitet ist die Selbstauskunft und Lokalisierung von Objekten – 8,8 bzw. 9,1 Prozent der Unternehmen geben an, diese Funktion integriert zu haben. Wer die Vision der Smart Factory umsetzen möchte, wird jedoch um die Lokalisierung von Produkten nicht herumkommen.

Abbildung 4-19: Zusatzfunktionalitäten von Produkten

Verarbeitendes Gewerbe; Mehrfachnennungen möglich; Angaben in Prozent; n=132-137



Eigene Darstellung IW Consult

In der Nutzungsphase bilden die gleichen Funktionalitäten die Grundlage für Data-driven Services, beispielsweise Telemaintenance. Dies setzt aber die Analyse dieser anfallenden Daten voraus. Somit können die Unternehmen Produkte und Lösungsansätze erarbeiten, die genau auf potenzielle Nutzer oder Kunden ausgelegt sind. In einer weiteren Frage (nicht separat abgebildet) wurden die Unternehmen daher gefragt, ob sie die anfallenden Daten aufnehmen und analysieren. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass in Nordbayern zwar 34,2 Prozent der Unternehmen die Daten aufnehmen, bisher jedoch nur 17,8 Prozent aller Unternehmen diese Daten analysieren. Mit 46,3 Prozent nimmt fast die Hälfte der befragten Unternehmen keinerlei Daten in der Nutzungsphase der Produkte auf. Demnach besteht hier noch enormes Potenzial.

4.3.8 Ergebnisse – Data-driven Services

Der Wandel vom reinen Produkthersteller hin zum Lösungsanbieter steckt noch in den Kinderschuhen

Mit Industrie 4.0 lassen sich nicht nur effizientere Prozesse und eine höhere Flexibilität realisieren, sondern auch Geschäftsmodelle neu ausrichten. So ist es einerseits möglich, traditionelle Geschäftsmodelle zu digitalisieren, und andererseits besteht die Chance zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, deren Wertschöpfungsfokus auf der Datenerhebung und -analyse basiert. Disruptive, innovative Geschäftsmodelle gehen im Rahmen von Industrie 4.0 darüber hinaus und zielen insbesondere darauf ab, bestehende Wertschöpfungsketten aufzubrechen und neue Potenziale zu erschließen. Klassisches Beispiel hierfür sind Wartungsverträge mit der Zusage einer vertraglich festgelegten Anlagenverfügbarkeit beim Verkauf einer Maschine. Daran gekoppelt ist eine Auswertung zu erfassender Maschinendaten, welche eine vorrausschauende Instandhaltung ermöglicht.

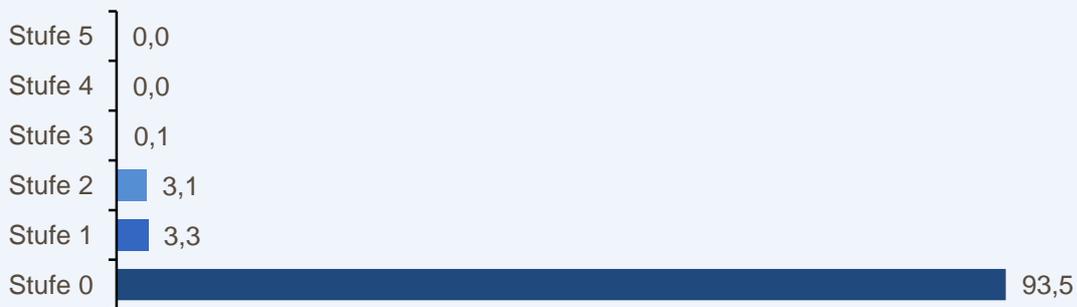
Für die Ermittlung der Readiness in der Dimension Data-driven Services wurden die folgenden drei Kriterien untersucht:

- Angebot datenbasierter Dienstleistungen (siehe Abbildung 4-21)
- Umsatzanteil mit datenbasierten Dienstleistungen
- Anteil der für datenbasierte Dienstleistungen genutzten Daten (siehe Abbildung 4-22)

Das Ergebnis der Befragung zeigt, dass der Großteil der Unternehmen (93,5 Prozent) sich bisher noch nicht mit datenbasierten Dienstleistungen auseinandergesetzt hat. Entsprechend häufig liegen diese Unternehmen auf Stufe 0. Von allen betrachteten Dimensionen des Modells ist der Fortschritt in Richtung Industrie 4.0 im Bereich des datenbasierten Dienstleistungsangebots am geringsten. Lediglich 3,3 Prozent der Unternehmen erreichen in der Dimension Data-driven Services die Stufe 1. Weitere 3,1 Prozent der Unternehmen erfüllen die Kriterien für die Stufe 2. Diese Unternehmen (Stufen 1 und 2) bieten zwar datenbasierte Dienstleistungen an, sind dabei aber nicht mit ihrem Kunden vernetzt und erwirtschaften mit diesem Angebot keinen oder nur einen geringen Umsatzanteil (Abbildung 4-20).

Abbildung 4-20: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Data-driven Services

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=160



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

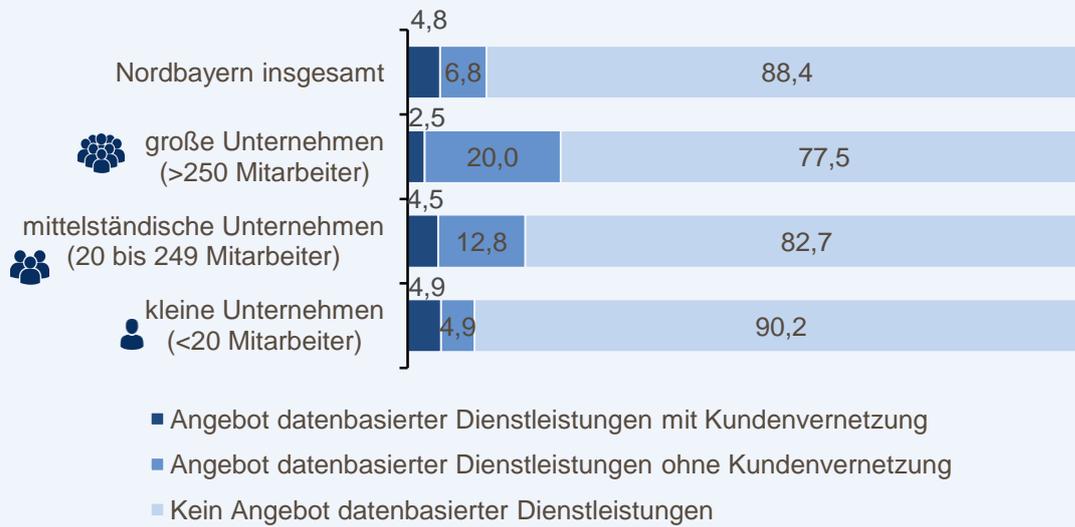
Eigene Darstellung IW Consult

Wenige Unternehmen bieten bereits datenbasierte Dienstleistungsangebote an

Die Befragungsergebnisse in Abbildung 4-21 zeigen, dass 11,6 Prozent der Unternehmen die Potenziale der Data-driven Services für sich bereits entdeckt haben und datenbasierte Dienstleistungen anbieten. Dabei sind 4,8 Prozent aller Unternehmen mit dem Kunden vernetzt. Der bekannte Größenklassentrend ist hier nicht zu beobachten, ganz im Gegenteil: Kleine Unternehmen sind führend, was das Angebot solcher Dienstleistungen mit Kundenvernetzung angeht. Das liegt daran, dass kleine Unternehmen naturgemäß stärker mit Kunden vernetzt sind, da diese spezialisierte Angebote haben. Betrachtet man jedoch den Anteil der Unternehmen, die datenbasierte Dienstleistungen ohne Kundenvernetzung anbieten, wird der bekannte Größenklassentrend auch hier wieder bestätigt.

Abbildung 4-21: Angebot von datenbasierten Dienstleistungen

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=139



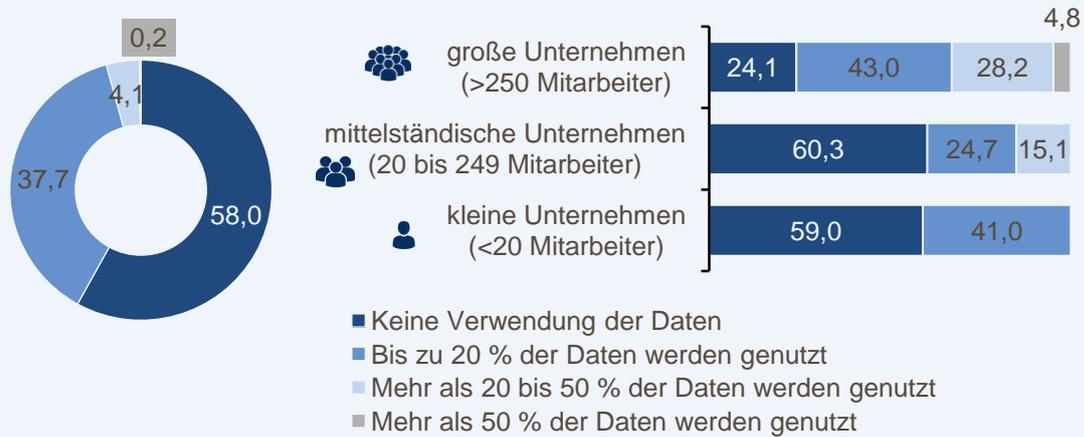
Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

Von den Unternehmen, die Prozessdaten erheben, verwenden 58 Prozent diese Daten nicht weiter. Von den Unternehmen, die solche Daten sammeln, geben 37,7 Prozent an, dass bis zu 20 Prozent der Daten weiterverwertet werden. Bei 4,3 Prozent der Unternehmen werden mehr als 20 Prozent der Daten genutzt. Auch hier lässt sich der bekannte Größenklassenunterschied erkennen. Je größer das Unternehmen, desto größer ist der Anteil der Daten, die für datenbasierte Dienstleistungen genutzt werden (Abbildung 4-22).

Abbildung 4-22: Anteil genutzter Daten im Unternehmen

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=53



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Eigene Darstellung IW Consult

In der nachstehenden vierten Fallstudie wird deutlich, dass sich die Automobilindustrie derzeit in einer Phase fundamentaler Veränderungen befindet. Dabei ermöglicht vor allem die Auswertung großer Datenmengen in Echtzeit nicht nur die Optimierung von bestehenden Prozessen, sondern auch den Aufbau komplett neuer Geschäftsfelder rund um die Mobilität. Große Zulieferbetriebe müssen diesen Wandel aktiv mitgestalten und in Pilotphasen neue Technologien und Geschäftsmodelle testen. Wie Zulieferer auf die Trends in der Automobilindustrie reagieren und wie sie neue Geschäftsmodelle rund um die Digitalisierung realisieren können, wird nachfolgend erörtert.

Zulieferer werden zum Fortschrittmotor in der Automobilindustrie

Fallstudie: Großer Zulieferer der Automobilindustrie

Hintergrund:

Zulieferer können ihren Platz in der Wertschöpfungskette nur sichern, wenn sie Industrie 4.0 in ihrem Unternehmen implementieren. Neben smarten Produkten und Produktionsprozessen eröffnet Industrie 4.0 den Unternehmen die Chance für neue digitale Geschäftsmodelle mit denen sie ihre Rolle in der Wertschöpfungskette verlängern können. Viele Faktoren, wie beispielsweise fehlende Standards, unzureichende IT-Sicherheitslösungen und hohe Investitionsanforderungen, hemmen die Unternehmen jedoch noch bei der Umsetzung von Industrie 4.0.

Vorgehen:

Befragung eines großen Automobilzulieferers, der relevante Aspekte in der Wertschöpfungskette abbildet und strukturelle Repräsentativität hat.

Welche Herausforderungen sehen die Zulieferer im Zuge der Digitalisierung?

In der Automobilindustrie sind derzeit zwei wesentliche Trends mit Blick auf Industrie 4.0 zu erkennen, die Gamechanger-Potenzial haben:

1. **Steigende Bedeutung von Software im Automobil:** Innovationen wie das vernetzte Auto oder das autonome Fahren sowie geänderte Kundenbedürfnisse in Richtung Car-Entertainment führen dazu, dass Software als Unterscheidungsmerkmal eines Autos immer wichtiger wird.
2. **Digitale Geschäftsmodelle:** Die Digitalisierung eröffnet eine neue Welt der kundenorientierten Dienstleistung. Auf Basis von Big-Data-Analysen können die Kundenloyalität verbessert und neue Ertragsquellen identifiziert werden. Basis dafür sind neben Prozessdaten auch Kundendaten, aus denen sich neue Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Mobilitäts- und Car-Sharing-Angebote, ableiten lassen.

Wie können sich große Zulieferbetriebe im Rahmen von Industrie 4.0 positionieren?

Da sich die Anforderungen im Automobilmarkt durch diese Trends ändern, müssen die Zulieferer schnell agieren und entsprechende Lösungen finden. Dabei gilt es, den Wandel aktiv mitzugestalten, die Entwicklungen in mehreren Bereichen zu beobachten (beispielsweise auch im Bereich Elektroauto) und in Pilotphasen neue Technologien und Geschäftsmodelle zu testen. Die großen Zulieferer dienen hierbei als Blaupause. Konkret können die Zulieferer wie folgt auf die Trends reagieren:

- **Aktiv mitgestalten:** Zulieferern kommt bei der steigenden Bedeutung von Software im Automobil eine besondere Bedeutung zu; sie können diese Entwicklungen durch Investitionen in Innovation, Forschung und Entwicklung mitgestalten und entscheidend vorantreiben. Darauf müssen sie sich frühzeitig vorbereiten und ihre Position in der Wertschöpfungskette sichern. Dafür sollten gezielt Mitarbeiter mit den dafür notwendigen Qualifikationen (Softwareentwicklung, Big-Data-Analysen etc.) eingestellt werden.

- **Verantwortlichkeiten festlegen:** Um digitale Geschäftsmodelle entwickeln zu können, benötigen die Unternehmen Führungskräfte, die sich durch ausgeprägte digitale Kompetenzen auszeichnen, sich mit der Zukunft ihrer Märkte befassen, digitale Themen im Unternehmen voranbringen und ihre Mitarbeiter mitnehmen. Chief Digital Officer und andere digital versierte Führungskräfte sind entscheidend für die digitale Transformation von Unternehmen, da sie digitale Themen entwickeln, bündeln und priorisieren.
- **Infrastruktur schaffen:** Aus der technischen Perspektive ist es für die Entwicklung neuer und digitaler Geschäftsmodelle wichtig, Big-Data-Optionen zu nutzen. Daher müssen Unternehmen eigene Industrie-4.0-Strukturen aufbauen. Zudem sind Investitionen in Sicherheitslösungen notwendig. Beispielsweise kann für den Datenaustausch und die digitale Abbildung der Prozesse eine unternehmenseigene Cloud errichtet werden. Auf Basis dieser Daten können dann hybride Lösungen oder neue Geschäftsmodelle entwickelt werden.
- **Innovationen vorantreiben:** Neben Investitionen in die IT-Landschaft sind Investitionen in neue Fertigungstechnologien, wie beispielsweise den 3D-Druck, zu überlegen. Mit der Errichtung eines eigenen (oder gemeinsam mit anderen Unternehmen genutzten) FabShops, bestehend aus einer (oder mehreren) Laser-Sinter-Anlage(n), können Zulieferer additive Fertigungsverfahren in Pilotphasen testen und Anwendungsfälle für ihr Unternehmen identifizieren, die wirtschaftlich sind. Außerdem kann mithilfe des FabShops eine eigene Instandhaltungswerkstatt errichtet werden, die die Individualisierung der Instandhaltung und eine On-Demand-Produktion von Ersatzteilen ermöglicht. Insgesamt empfiehlt es sich, Innovationen breiter zu denken und sich beispielsweise Anregungen aus der Business-to-Consumer-Welt zu holen. Hier agieren mit Apple, Google, Amazon und anderen Unternehmen hochprofessionelle „Digital Natives“, von denen digitale Geschäftsmodelle übertragen werden können. Für den Trend des 3D-Drucks heißt das, dass in Zukunft möglicherweise nicht mehr Produkte verkauft werden, sondern vielmehr Prozessparameter und Werkstoffkartuschen.
- **Auf Trends reagieren:** E-Mobilität ist ein Wachstumsmarkt. Daher müssen die Zulieferer die zunehmende Bedeutung der Wertschöpfungskette Elektro erkennen, um zielgenauer und schneller Produkte und Komponenten für diesen Markt herstellen zu können. Großen Einfluss auf den Erfolg der Elektromobilität haben innovative Dienstleistungen in Mobilität und Logistik sowie die Echtzeitvernetzung bei Industrie 4.0 über Wertschöpfungsketten hinweg. So wird beispielsweise hohes Potenzial in elektrischen Kleintransportern gesehen, die wiederum Teil der Logistikketten von Industrie 4.0 sein werden.

4.3.9 Ergebnisse – Mitarbeiter

Bei mehr als der Hälfte der Unternehmen sind die notwendigen Kompetenzen noch nicht vorhanden

Mitarbeiter sind von Industrie 4.0 maßgeblich betroffen, da sich im Zuge der Digitalisierung die Anforderungen an Produktionsarbeiter und das Arbeitsumfeld verändern können. Diese Veränderungen erfordern neue Kompetenzen und Qualifikationen. Unternehmen, die keine geeigneten Mitarbeiter an Bord haben, wird es schwerfallen, bei der digitalen Transformation mitzuhalten. Für Unternehmen wird es daher zunehmend wichtiger, die Mitarbeiter auf diese Veränderungen durch Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen vorzubereiten.

Für die Ermittlung der Readiness in der Dimension Mitarbeiter wurden die Mitarbeiterkompetenzen in unterschiedlichen Bereichen ausgewertet. Die Ergebnisse (Abbildung 4-23) zeigen, dass immerhin 8 Prozent der befragten Unternehmen hier die Stufe des Experten (Stufe 4) erreichen und somit in mehreren Bereichen ausreichende Industrie-4.0-spezifische Kompetenzen (IT-Infrastruktur, Automatisierungstechnik, Datenanalyse, Datensicherheit/Kommunikationssicherheit, Entwicklung oder Anwendung von Assistenzsystemen, Kollaborationssoftware, nicht-technische Kompetenzen wie Systemdenken oder Prozessverständnis) vorweisen können. Jedoch befindet sich mit 75,3 Prozent das Gros der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe auf den Eingangsstufen 0 und 1. Dabei wird von 19,6 Prozent aller Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes die Readiness-Stufe 1 (Anfänger) erreicht. Das heißt, die Mitarbeiter des Unternehmens besitzen in einem relevanten Bereich die nötigen Kenntnisse, jedoch nicht im ausreichenden Maße. Mehr als jedes zweite befragte Unternehmen (55,7 Prozent) scheitert jedoch bereits an dieser Hürde und kann keine der abgefragten Kompetenzen (Stufe 0) vorweisen.

Abbildung 4-23: Industrie-4.0-Readiness in der Dimension Mitarbeiter

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=178



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

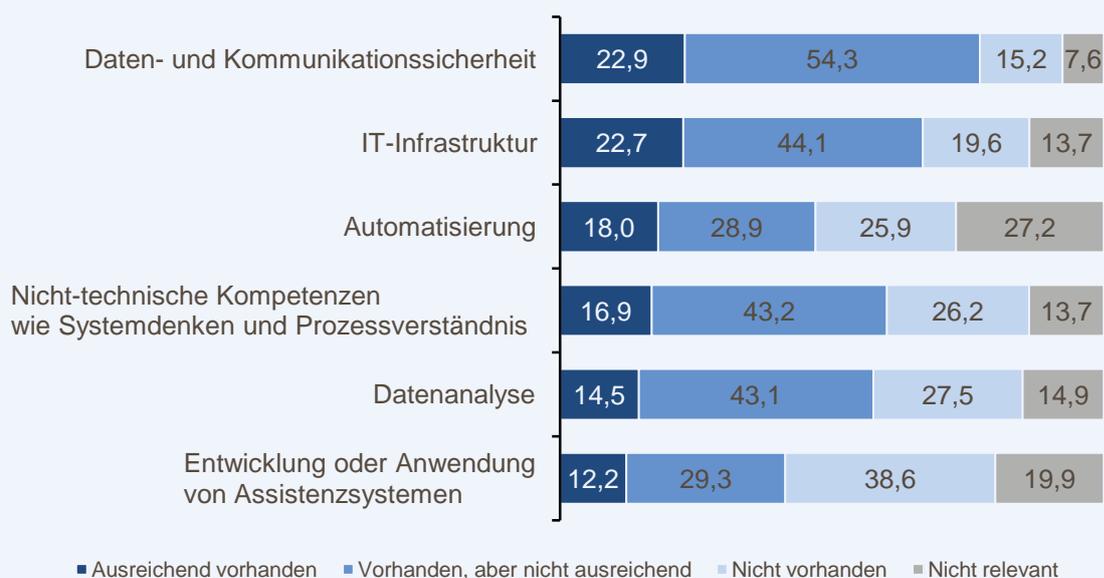
Eigene Darstellung IW Consult

Nachholbedarf bei Industrie-4.0-spezifischen Mitarbeiterkompetenzen

Bei den Mitarbeitern der befragten Unternehmen in Nordbayern sind zwar vielfältige Kompetenzen vorhanden, aber oft nicht in dem für die detaillierte Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten erforderlichen Ausmaß. Je nach Kompetenzbereich schätzt gut ein Achtel (12,2 Prozent) bis ein Fünftel (22,9 Prozent) der Unternehmen die Fachkräftekompetenz in Bezug auf Industrie 4.0 als ausreichend vorhanden ein. Die größten Lücken bestehen bei der Datenanalyse und der Daten- und Kommunikationssicherheit. Hier schätzen 70,6 bzw. 69,5 Prozent der Unternehmen die Mitarbeiterkompetenzen als nicht vorhanden oder nicht ausreichend vorhanden ein (kumulierte Werte); in 15,2 Prozent bzw. 27,5 Prozent aller Unternehmen sind diese Kompetenzen gar nicht vorhanden (Abbildung 4-24).

Abbildung 4-24: Mitarbeiterkompetenzen für Industrie 4.0

Verarbeitendes Gewerbe; Angaben in Prozent; n=136-138



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

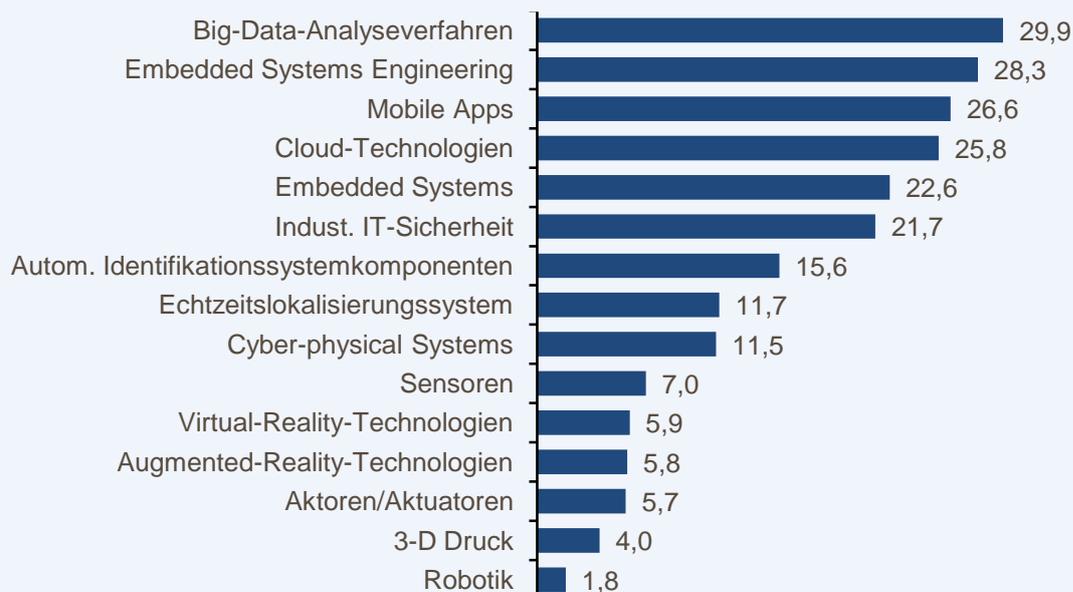
4.4 Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen in Nordbayern

Neben der Anwendersicht wurde in der Befragung auch die Anbietersicht berücksichtigt. Unter den befragten Unternehmen in Nordbayern wurden 28,9 Prozent der Unternehmen als Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen identifiziert. Mit 65,5 Prozent führte der Großteil dieser Unternehmen an, Dienstleistungen im Kontext von Industrie 4.0 anzubieten. Der Anteil der Unternehmen, die angeben, Produkte im Kontext von Industrie 4.0 zu vertreiben, fällt mit 1,3 Prozent verschwindend gering aus. Knapp ein Drittel der Unternehmen (32,6 Prozent) offerieren sowohl Industrie-4.0-relevante Produkte als auch Dienstleistungen.

Die identifizierten Anbieter bieten ein breites Portfolio an Produkten und Dienstleistungen im Kontext von Industrie 4.0 an (Abbildung 4-25). Am weitesten verbreitet ist in Nordbayern das Angebot an Big-Data-Analyseverfahren – drei von zehn befragten Unternehmen bieten diese Dienstleistung an. Bei Industrie 4.0 spielen Daten eine wesentliche Rolle, ihre Bedeutung als Faktor der Wertschöpfung nimmt immer mehr zu, in der digitalen Welt gelten sie als vierter Produktionsfaktor. Bei Big Data geht es darum, die in hohem Umfang zur Verfügung stehenden und unterschiedlich strukturierten Daten in Geschäftsnutzen – also in Smart Data – zu verwandeln. Das funktioniert allerdings nur, wenn es gelingt, die richtigen Informationen aus Big Data zu gewinnen, um auf dieser Basis die richtigen Entscheidungen zu treffen. Diese Analysen generieren erheblichen Mehrwert, denn sie beeinflussen maßgeblich die Unternehmensstrukturen und Geschäftsprozesse.

Abbildung 4-25: Angebotene Industrie-4.0-Lösungen in Nordbayern

Gesamtwirtschaft; Mehrfachnennungen möglich; Angaben in Prozent; n=97



Eigene Darstellung IW Consult

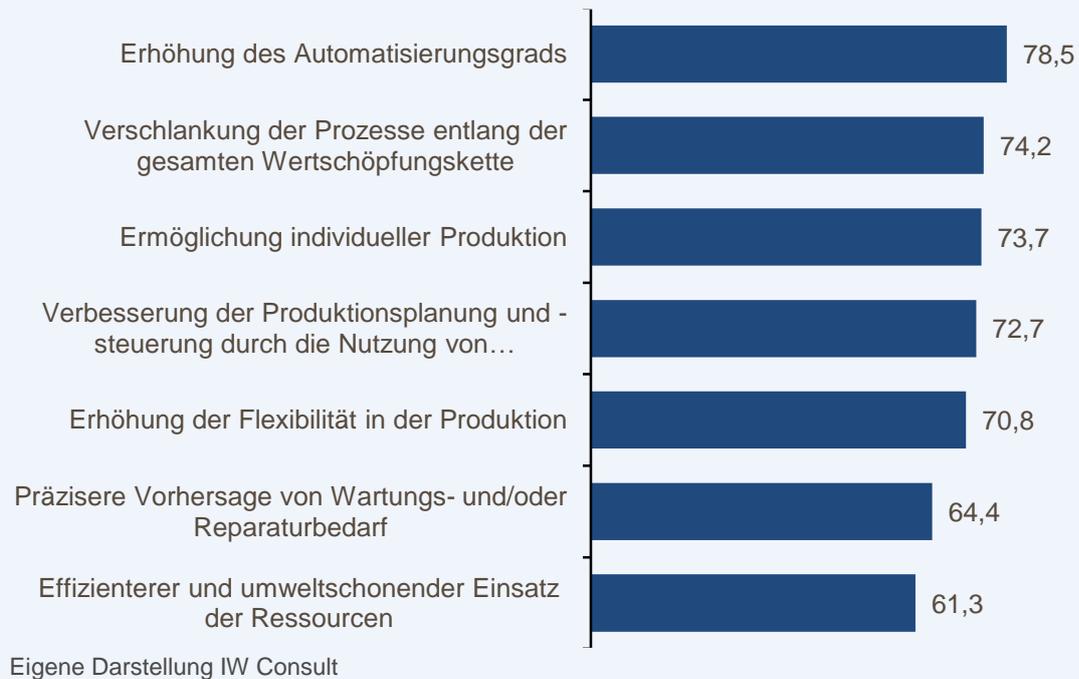
Neben Anbietern von Big-Data-Analyseverfahren finden sich in Nordbayern weitere Anbieter von Software, die für Industrie 4.0 von Relevanz sind. So entwickeln 28,3 Prozent der Unternehmen Software für eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering). Rund ein Viertel der Anbieter offeriert mobile Applikationen und Cloud-Technologien. Mit Lösungen zur industriellen IT-Sicherheit befasst sich gut ein Fünftel der identifizierten Anbieter in Nordbayern.

Weniger stark vertreten sind in Nordbayern Anbieter von Virtual- und Augmented-Reality-Technologien. Auch Hardware-Produkte wie Sensoren, Aktoren, der 3D-Druck und Robotik werden in Nordbayern von relativ wenigen Unternehmen im Kontext von Industrie 4.0 angeboten. Zwar ist die Region Nordbayern nachweislich ein Zentrum für Elektroantriebe und Leistungselektronik. Der Anteil der Unternehmen, die Sensoren und Aktoren herstellen und sich gleichzeitig als Industrie-4.0-Anbieter sehen, fällt aber gering aus.

Produkte und Dienstleistungen im Industrie-4.0-Umfeld heben enorme Potenziale

Die Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen in Nordbayern wurden gebeten anzugeben, welche Vorteile ihre Produkte oder Dienstleistungen bieten. Es zeigt sich, dass das Gros der Anbieter mit seinen Produkten oder Dienstleistungen darauf abzielt, den Automatisierungsgrad bei den Unternehmen zu erhöhen. Drei von vier Unternehmen bieten Lösungen an, mit denen sich Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verschlanken lassen. Eine individuellere Produktion ermöglichen 73,7 Prozent aller Anbieter (Abbildung 4-26).

Abbildung 4-26: Vorteile durch Industrie-4.0-Produkte und -Dienstleistungen
Gesamtwirtschaft; Summe „trifft zu“ und „trifft eher zu“; Mehrfachnennungen möglich;
Angaben in Prozent; n=94-96



Die Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen lassen sich in vier Typen kategorisieren

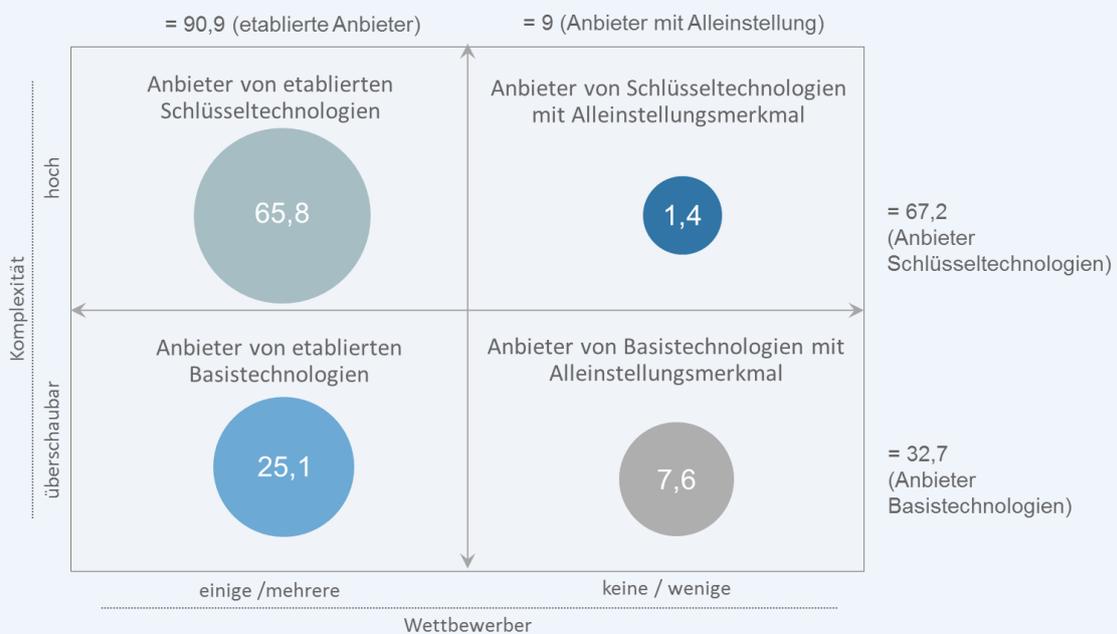
Es wird zwischen vier Typen von Anbietern unterschieden, deren Differenzierung anhand von a) der Intensität des Wettbewerbs und b) der Komplexität der Produkte gemessen am Vernetzungsgrad erfolgt. Diese Differenzierung ermöglicht die Einteilung der Anbieter in vier Gruppen:

- **Anbieter von Schlüsseltechnologien mit Alleinstellungsmerkmalen:** Durch die Industrie-4.0-Lösungen dieser Anbieter steigt die zu beherrschende Komplexität beim Kunden. Dies liegt an einer intensiven Vernetzung mit der Produktionsumgebung vor Ort. Es gibt keine oder wenige Wettbewerber im Markt.
- **Anbieter von etablierten Schlüsseltechnologien:** Durch die Industrie-4.0-Lösungen dieser Anbieter steigt die zu beherrschende Komplexität beim Kunden. Dies liegt an einer intensiven Vernetzung mit der Produktionsumgebung vor Ort. Es gibt bereits einige oder mehrere Wettbewerber im Markt.
- **Anbieter von Basistechnologien mit Alleinstellungsmerkmalen:** Wegen einer eher geringen Vernetzung mit der Produktionsumgebung vor Ort bleibt die zu beherrschende Komplexität beim Kunden überschaubar. Es gibt keine oder nur wenige Wettbewerber im Markt.
- **Anbieter von etablierten Basistechnologien:** Wegen einer eher geringen Vernetzung mit der Produktionsumgebung vor Ort bleibt die zu beherrschende Komplexität beim Kunden überschaubar. Es gibt bereits einige oder mehrere Wettbewerber im Markt.

In Abbildung 4-27 sind die Ergebnisse für die nordbayerischen Anbieter dargestellt. Zwei wesentliche Befunde sind hier zu nennen:

- Die Anbieter sind überwiegend auf Schlüsseltechnologien spezialisiert: Gut zwei Drittel der Anbieter (67,2 Prozent*) haben Schlüsseltechnologien für Industrie 4.0 in ihrem Portfolio. Weitere 32,7 Prozent* der Unternehmen bieten Basistechnologien an.
- Die Anbieter stehen überwiegend im intensiven Wettbewerb: Mit 90,9 Prozent* steht der Großteil der Anbieter in intensivem Wettbewerb. Nur 9 Prozent* der Unternehmen haben hier ein Alleinstellungsmerkmal. Mit 1,4 Prozent fällt dieser Anteil bei den Anbietern von Schlüsseltechnologien besonders gering aus.

Abbildung 4-27: Differenzierte Betrachtung der Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen
Gesamtwirtschaft; Angaben in Prozent; n=67



Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.
Eigene Darstellung IW Consult

* Kumulierte Werte

5 Was Industrie 4.0 im Wege steht – Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0

Das größte Hemmnis in nahezu allen Größenklassen ist die Tatsache, dass der wirtschaftliche Nutzen für die Unternehmen nicht erkenntlich ist (Abbildung 5-1). Einzig im Mittelstand (siehe Abbildung 5-2) sehen die Unternehmen zusätzlich den Mangel an Fachwissen und Fachkräften (56,8 Prozent) als weiteres zentrales Hemmnis neben der Unklarheit des wirtschaftlichen Nutzens (56,6 Prozent). Dies stellt eine fundamentale Hürde für die weitere Umsetzung von Industrie 4.0 bei den nordbayerischen Unternehmen dar. Denn nur, wenn Unternehmen ihre wirtschaftlichen und zukünftigen Vorteile durch Industrie 4.0 erkennen, werden sie die Umsetzung vorantreiben und von den damit verbundenen Wettbewerbsvorteilen profitieren können.

Abbildung 5-1: Industrie-4.0-Hemmnisse in Nordbayern

Gesamtwirtschaft; Summe für „trifft zu“ und „trifft eher zu“; Mehrfachnennungen möglich; Angaben in Prozent; n=286-292



Eigene Darstellung IW Consult

Die weiteren Hemmnisse betreffen vor allem die externen Rahmenbedingungen, wie den mangelnden Breitbandausbau, ungeklärte Rechtsfragen, fehlendes Vertrauen in die Datensicherheit, fehlende Normen und Standards. Dabei besteht ein Unterschied zwischen kleinen und mittelständischen bis großen Unternehmen (Abbildung 5-2):

- Kleine Unternehmen, die tendenziell eine geringere Industrie-4.0-Readiness aufweisen, nennen vor allem externe Faktoren bzw. Rahmenbedingungen – wie die unzulängliche Breitbandinfrastruktur, ungeklärte Rechtsfragen und das fehlende Vertrauen in die Datensicherheit – als Hürden bei der Umsetzung von Industrie 4.0.
- Da mittelständische und große Unternehmen in der Regel bei der Implementierung von Industrie 4.0 weiter sind (siehe Kapitel 4.3.2) als kleine Unternehmen, stehen diese auch vor anderen Herausforderungen. So bezeichnen mittelständische und große Unternehmen häufiger den Kompetenzmangel im Haus oder fehlende Normen und Standards als Hindernisse, die sie davon abhalten, ihre bestehende Industrie-4.0-Readiness weiter auszubauen.

Abbildung 5-2: Top-3-Hemmnisse nach Größenklasse

Gesamtwirtschaft; Summe für „trifft zu“ und „trifft eher zu“; Mehrfachnennungen möglich; n=286-292

| Kleine Unternehmen  | Mittelständische Unternehmen  | Große Unternehmen  |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlicher Nutzen unklar (53,7 Prozent) • Unzulängliche Breitbandinfrastruktur (42,7 Prozent) • Zu viele ungeklärte Rechtsfragen (42,2 Prozent) | <ul style="list-style-type: none"> • Fehlendes Fachwissen / Fachkräfte (56,8 Prozent) • Wirtschaftlicher Nutzen unklar (56,6 Prozent) • Unzulängliche Breitbandinfrastruktur (46,5 Prozent) | <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlicher Nutzen unklar (51,8 Prozent) • Fehlende Normen und Standards (51,7 Prozent) • Fehlendes Fachwissen / Fachkräfte (43,6 Prozent) |

Eigene Darstellung IW Consult

Als geringste Hürde wird in nahezu allen Unternehmen der Punkt unternehmensinterne Bürokratie und Regularien angesehen. Einzig bei den großen Unternehmen ist der Anteil der Unternehmen, die unternehmensinterne Bürokratie und Regularien als Hemmnis beklagen mit 31,6 Prozent vergleichsweise hoch. Dieser Befund erscheint plausibel, da in kleinen und mittelständischen Unternehmen flachere Hierarchien herrschen und entsprechend die bürokratischen Hürden geringer ausfallen als bei den großen Unternehmen. Die Umsetzung scheidet demnach sowohl daran, dass Unternehmen ihre Vorteile durch Industrie 4.0 nicht erkennen als auch an externen Rahmenbedingungen, die noch nicht vollständig auf die Erfordernisse von Industrie 4.0 ausgerichtet sind.

6 Regionaler Handlungsbedarf

Die Ergebnisse der Readiness-Messung in Kapitel 4 bestätigen (siehe Tabelle 6-1), dass Industrie 4.0 in Nordbayern am Anfang steht: Die heutige Industrie 4.0-Readiness der nordbayerischen Industrieunternehmen liegt auf einer Skala von 0 (Außenstehender) bis 5 (Exzellenz) bei 0,44. Den geringsten Readiness-Wert im Vergleich zu den anderen Dimensionen erreichen die Unternehmen in der Dimension Data-driven Services mit 0,10. Damit Industrie 4.0 seine Potenziale voll entfalten kann, müssen Unternehmen und Industrie- und Handelskammern gemeinsam mit Unterstützung der Politik und der Verbände kritische Baustellen in der notwendigen Fortentwicklung zügig beiseite räumen.

Tabelle 6-1: Ergebnisse der Industrie-4.0-Readiness-Messung im Überblick

Verarbeitendes Gewerbe in Nordbayern; in Prozent

| Betrachtungsdimensionen des Reifegradmodells | Ø Readiness | % - Anteil der Unternehmen in den Stufen des Reifegradmodells | | | | | |
|--|-------------|---|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Stufe 0 | Stufe 1 | Stufe 2 | Stufe 3 | Stufe 4 | Stufe 5 |
| Strategie und Organisation | 0,43 | 76,6 | 8,7 | 10,8 | 2,7 | 1,1 | 0,1 |
| Smart Factory | 0,48 | 61,2 | 33,7 | 3,2 | 0,6 | 0,9 | 0,5 |
| Smart Operations | 0,79 | 60,3 | 13,9 | 16,7 | 6,4 | 0,6 | 2,1 |
| Smart Products | 0,43 | 76,0 | 15,4 | 3,2 | 2,3 | 0,2 | 2,6 |
| Data-driven Services | 0,10 | 93,5 | 3,3 | 3,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Mitarbeiter | 0,89 | 55,7 | 19,6 | 13,4 | 3,4 | 8,0 | 0,0 |
| Gesamtbetrachtung | 0,44 | 68,8 | 22,6 | 5,3 | 3,3 | 0,1 | 0,0 |

Abweichungen zu 100 Prozent ergeben sich aus Rundungsdifferenzen.

Ø Readiness: Arithmetischer Mittelwert.

Das folgende Kapitel zeigt den regionalen Handlungsbedarf auf. Dieser richtet sich einerseits an die IHKs und andererseits an Unternehmen und regionale Akteure. Der Handlungsbedarf der IHKs basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen der Unternehmensbefragung. In dieser wurden die Unternehmen gefragt, wie ihre IHK sie bei der Umsetzung von Industrie 4.0 unterstützen können. Die Handlungsfelder an die Unternehmen und regionalen Akteure basieren auf den Erkenntnissen der Fallstudien, der Unternehmensbefragung sowie der Analyse der Stärken und Schwächen Nordbayerns.

6.1 Handlungswünsche der Unternehmen an die IHKs

Die Unternehmen in Nordbayern wurden nach ihren größten Unterstützungsbedarfen durch die IHKs befragt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6-1 dargestellt. Entsprechend der größten Hemmnisse, die die Unternehmen identifizierten (siehe Abbildung 5-1), gaben die Unternehmen in Nordbayern an, sich mehr Beratungs- und Aufklärungsarbeit seitens der IHKs zu wünschen. Dieses Ergebnis liegt in allen Größenklassen auf Rang 1 oder Rang 2. Eine Ausnahme bilden die Großunternehmen. Diese sehen größeren Handlungsbedarf in regionalen Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und zur Kooperationsanbahnung. Der zweitgrößte Wunsch aller befragten Unternehmen in Nordbayern sind regionale Netzwerke.

Abbildung 6-1: Handlungswünsche der Unternehmen an die IHKs

Gesamtwirtschaft; Summe für „trifft zu“ und „trifft eher zu“; Mehrfachnennungen möglich; Angaben in Prozent; n=284-289



Eigene Darstellung IW Consult

Einig sind sich die nordbayerischen Unternehmen aller Größen darin, dass der Wissens- und Technologietransfer mit Bezug zu Industrie 4.0 stärkere Unterstützung seitens der IHKs benötigt (45,7 Prozent). Besonders mittelständische (57,3 Prozent) und große Unternehmen (61,2 Prozent) wünschen sich mehr Initiative in diesem Bereich.

Mittelständische und große Unternehmen wünschen sich zudem mehr Unterstützung bei der Qualifikation von Fach- und Nachwuchskräften (57,7 und 60,5 Prozent), da die Anforderungen durch Industrie 4.0 diese Unternehmen vor neue Herausforderungen stellen.

Abbildung 6-2: Top-3-Handlungswünsche der Unternehmen nach Größenklasse
Gesamtwirtschaft; Summe für „trifft zu“ und „trifft eher zu“; Mehrfachnennungen möglich;
n=284-289

| Kleine Unternehmen  | Mittelständische Unternehmen  | Große Unternehmen  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Beratungsarbeit (49,3 Prozent) • Regionale Netzwerke (46,5 Prozent) • Wissens- und Technologietransfer (44,9 Prozent) | <ul style="list-style-type: none"> • Qualifikation (57,7 Prozent) • Beratungsarbeit (57,5 Prozent) • Wissens- und Technologietransfer (57,3 Prozent) | <ul style="list-style-type: none"> • Regionale Netzwerke (67,6 Prozent) • Wissens- und Technologietransfer (61,2 Prozent) • Qualifikation (60,5 Prozent) |

Eigene Darstellung IW Consult

Die Ergebnisse zeigen, dass die nordbayerischen Unternehmen die ersten Schritte auf dem Weg zu Industrie 4.0 zwar schon gegangen, aber noch nicht am Ziel angekommen sind. Die vielfältigen und komplexen Herausforderungen können jedoch nicht von einzelnen Unternehmen umfassend bewältigt werden. Vielmehr bedarf es gemeinsamer Anstrengungen der regionalen Akteure, Industrie- und Handelskammern, Politik, Verbände, Gewerkschaften und der Wirtschaft, den technologischen und digitalen Wandel zu gestalten. Denn eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 ist nur möglich, wenn diese von möglichst vielen Seiten mitgetragen wird.

Dabei gilt es, den Unternehmen in einem ersten Schritt die Vorteile von Industrie 4.0 für ihre Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit aufzuzeigen und diese in einem zweiten Schritt bei der Überwindung der vielen Hürden im rechtlichen, administrativen und technischen Bereich zu unterstützen. Nachfolgend werden daher Handlungsleitlinien entwickelt, die den regionalen Akteuren, der Politik und den Unternehmen helfen können, diesen Weg zu meistern und Hemmnisse frühzeitig auszuräumen.

6.2 Handlungsbedarf der IHKs

Die Handlungsempfehlungen an die nordbayerischen IHKs sind entsprechend den Handlungswünschen der Unternehmen strukturiert. Bereits heute werden viele Themen von den Innovationsberatern sowie teilweise von der Standortberatung abgedeckt. Zukünftig wird eine noch stärkere Zusammenarbeit der IHKs, beispielsweise in Form gemeinsamer Abstimmung, Planung sowie Durchführung von Veranstaltungen und Kooperationsprojekten empfohlen. Die Strukturen hierfür sind in Form der bereits seit Jahren etablierten Kooperationsprogramme der Geschäftsbereiche „Innovation | Umwelt“ der nordbayerischen IHKs aus Bayreuth, Coburg, Nürnberg, Regensburg und Würzburg-Schweinfurt vorhanden, sollen aber noch weiter vertieft werden.

Beratungsarbeit

Mit der technologieorientierten Innovationsberatung nehmen die IHKs im Rahmen ihrer hoheitlichen Aufgabe das Gesamtinteresse der ihnen zugehörigen Gewerbetreibenden ihres Bezirkes wahr. Sie bietet den IHK-Mitgliedern eine kostenfreie, neutrale und zuverlässige Hilfestellung bei der Bewältigung der betrieblichen Fortentwicklung und beinhaltet Industrie-4.0-relevante Themen (zum Beispiel Big Data, Robotik, RFID, 3D-Druck). Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der aktuell vorliegenden Umfrage sollte Know-how mit Bezug zum wirtschaftlichen Nutzen sowie zu neuen Geschäftsmodellen im Bereich Industrie 4.0 vorgehalten werden. Die bestehenden Beratungsprojekte in den Bereichen IT-Sicherheit und Wirtschaftskriminalität sollten verlängert, ausgebaut und mit einem eigenen Schwerpunkt „Industrial IT-Security“ erweitert werden.

Gemäß ihrem gesetzlichen Auftrag bietet die IHK-Organisation kostenlose Leistungen in Form einer Aufschluss- bzw. Einstiegsberatung an. Für tiefer gehenden Beratungsbedarf können Spezialisten hinzugezogen bzw. empfohlen werden. Ein belastbares und neutrales Wissen über die Anbieterkompetenzen in der Region – konkret in Nordbayern – sind dafür Voraussetzung. Zukünftig sollte dieses Erfahrungswissen noch stärker als bisher durch IT-Technologien unterstützt werden. Beispiele sind Expertendatenbanken nach dem Vorbild des IHK-Umweltfirmeninformationssystems (UMFIS; www.umfis.de), die der gezielten Suche für Geschäftspartner aus dem Umwelt- und Energiesektor dient, sowie regionale Suchmaschinen, semantische Suchmethoden oder der Einsatz maschineller Lernverfahren.

Regionale Netzwerke

In Nordbayern haben Unternehmen seit vielen Jahren Zugriff auf ein breites Angebot an Netzwerken des IHK-Geschäftsbereich „Innovation | Umwelt“. Die IHK-Netzwerke bieten Fachvorträge zu aktuellen Themen, vermitteln Praxis-Tipps für den Berufsalltag, präsentieren Best-Practice-Beispiele und bieten neutrale Plattformen, um sich mit neuen Impulsen zu versorgen und neue Kontakte zu knüpfen. Man kann sich austauschen und neue Geschäftsbeziehungen aufbauen. Beispiel: Die Initiative Automation Valley Nordbayern (AVN) ist ein Netzwerk für Anbieter und Anwender der Automatisierungstechnik, das von der IHK Nürnberg für Mittelfranken in Kooperation mit den anderen nordbayerischen IHKs aus Aschaffenburg, Bayreuth, Coburg, Regensburg und

Würzburg-Schweinfurt getragen wird. Neben den rund 300 Mitgliedern sind weitere rund 1.000 Unternehmen, Hochschulen, FuE-Einrichtungen und Multiplikatoren in die Netzwerkarbeit eingebunden. Die mitwirkenden Unternehmen stellen rund 50.000 Arbeitsplätze in Nordbayern. Im Rahmen von Kooperationsforen und IHK-AnwenderClubs wird der regionale Mittelstand flächendeckend in den Technologietransfer eingebunden. Angeboten werden unter anderem Kooperationsforen zur Projektanbahnung, Wissens- und Erfahrungsaustausch zu aktuellen Trends mit Firmenbesichtigungen, ein IHK-Blog „Automation“ mit Informationen zu Trends, regionalen Projekten, Akteuren und Veranstaltungen (www.ihk-nuernberg.de/blogs/automation), Aktivitäten zur internationalen Markterschließung und internationale Kooperationen im Bereich 4.0 mit der Region Saitama/Japan, der Industrie-4.0-Initiative MADE/Dänemark und der Region Eindhoven (Provinz Nordbrabant).

Das Automation Valley Nordbayern (AVN) ist seit Jahren die führende nordbayerische Plattform im Bereich Industrie 4.0. Es besteht eine intensive Zusammenarbeit mit dem Cluster Mechatronik & Automation, der für eine bayernweite, branchenübergreifende und interdisziplinäre Vernetzung von Innovationskompetenz im Bereich der Mechatronik und Automation steht. Die bislang schon sehr intensive Netzwerkarbeit sollte zukünftig noch stärker als bisher auf mittelständische Anwender nicht nur der Automatisierungstechnik, sondern aller Industrie-4.0-relevanten Technologien erweitert werden.

Wissens- und Technologietransfer

Technologietransfer ist die Umsetzung von neuem technologischem Wissen in marktfähige Produkt- und Verfahrensinnovationen. Damit ist der Technologietransfer neben dem unternehmensinternen Erfindergeist eine der elementaren Antriebskräfte für wirtschaftliches Wachstum. Die IHKs aus Nordbayern helfen Unternehmen, Forschungs- und Entwicklungsergebnisse aufzugreifen und möglichst rasch zu marktfähigen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen zu entwickeln. In enger Zusammenarbeit mit den Transferstellen der Forschungseinrichtungen konzentriert sich die Hilfestellung auf die

- problemstellungsorientierte Kontaktvermittlung zu Hochschulen, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen,
- Anbahnung gemeinsamer Forschungs- und Entwicklungsprojekte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen,
- Unterstützung von FuE-Instituten bei der Suche nach Unternehmen, die an FuE-Projekten und -ergebnissen interessiert sind,
- Erfindungsberatung einschließlich Patent-, Gebrauchsmuster- und Markenschutz.

Eine wichtige Voraussetzung für den regionalen Technologie- und Wissenstransfer ist die fundierte Kenntnis der Technologieanbieter sowie der Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Hier bietet das Transfer-Portal der bayerischen Universitäten und Hochschulen (baydat) eine landesweite Unterstützung. Ergänzend könnte ein regionaler Kompetenzatlas zu Industrie-4.0-relevanten Technologien nützlich sein. Um insbesondere mittelständische Unternehmen für das Thema zu gewinnen, wird eine Aufstellung von regionalen Best-Practice-Beispielen empfohlen.

Informations- und Aufklärungsarbeit

Regionale Informations- und Aufklärungsarbeit gehört zu den Kernaufgaben der IHK-Organisation. In allen nordbayerischen IHK-Bezirken wurden in den letzten Jahren zahlreiche Informationsveranstaltungen zum Themenkreis Industrie 4.0 angeboten. Vor dem Hintergrund der erhobenen Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0 sollten zukünftige Informationsveranstaltungen verstärkt den wirtschaftlichen Nutzen aufgreifen und mittelstandsgerecht aufbereitet werden, beispielsweise durch die Vorstellung von Best-Practice-Lösungen. Weiter sollten mittelständische Unternehmen zweckdienlich über mögliche Geschäftsmodelle informiert werden.

Qualifikation

In einer digitalisierten Wirtschaft entstehen des Weiteren neue Qualifizierungsanforderungen. Die Unternehmen sind sich dessen zunehmend bewusst: Im IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung (DIHK, 2016b) aus dem Jahr 2016 sehen mehr 34 Prozent der Betriebe im Bereich der Sicherheit der IT-Infrastruktur einen vordringlichen Qualifizierungsbedarf. An die Frage zur IT-Sicherheit knüpft die Frage nach dem Bedarf für Qualifizierungen zum Thema Datenschutz nahtlos an. Hier ist fast die Hälfte der befragten Unternehmen der Meinung, dass in Zukunft ein Qualifizierungsbedarf ihrer Fachkräfte bestehen wird. Das Prozess-Know-how sowie die Prozessgestaltung sind für die Unternehmen ebenfalls wichtige Qualifizierungsthemen (54 Prozent). Damit könnten zukünftige IHK-Weiterbildungen beispielsweise folgende Themen verstärkt aufgreifen:

- Daten-/Wissensschutz,
- Vernetzung/Kooperation/Lieferketteneinbindung und
- Individuelle Kundenansprache.

Ausbau regionaler FuE-Infrastruktur

Forschung und Entwicklung in Hochschulen, anwendungsorientierte FuE-Institutionen sowie Unternehmen mit hoher technologischer Leistungsfähigkeit sind für ein nachhaltiges Wachstum in Nordbayern – gerade im Bereich Industrie 4.0 – unabdingbar. Die IHKs formulieren Infrastruktur- und Technologieziele, beispielsweise im Rahmen des Entwicklungsleitbildes für Wachstum und Beschäftigung (WaBe) der Metropolregion Nürnberg. Zur Konzept- und Projektentwicklung organisieren die IHKs im Geschäftsbereich „Innovation | Umwelt“ hierzu Strategiekreise und Workshops.

Der Aufbau regionaler Netzwerke mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und den Entscheidungsträgern aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für eine abgestimmte Ausbaustrategie der FuE-Infrastruktur, auch in den Bereichen Digitalisierung/Industrie 4.0. Die nordbayerischen IHKs haben die notwendige Legitimation und Kompetenz, solche Netzwerke ins Leben zu rufen und gleichsam zu betreiben. Hier sollten die Kammern darauf hinarbeiten, weitere Netzwerke zwischen Unternehmen, FuE und der Politik auf- und auszubauen. Vorbild könnte hierbei die Interessengemeinschaft Hochschulen (igh) der IHK Nürnberg für Mittelfranken sein.

Regionale Interessensvertretung für Industrie 4.0

Damit Industrie 4.0 gelingt, müssen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung jetzt gemeinsam die richtigen Weichen stellen. Der gesetzliche Auftrag und die Mitgliedschaft aller gewerblichen Unternehmen verpflichten und legitimieren die IHK-Organisation in besonderer Weise, Position für das Gesamtinteresse der Wirtschaft zu beziehen. Aufgrund der geäußerten Hemmnisse (siehe Abbildung 5-1) sollte bei der Interessensvertretung ein besonderes Augenmerk auf leistungsfähige digitale Infrastrukturen, die Sicherstellung einer hohen Daten- und Informationssicherheit, die Qualifizierung der Mitarbeiter, die Unterstützung und Finanzierung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie auf die Vernetzung der Marktteilnehmer untereinander gelegt werden. Beispiel: Positionspapier „Leistungsfähige Breitbandversorgung ist Basis für eine starke Wirtschaft“ der IHK Nürnberg für Mittelfranken vom 15. Dezember 2015.

Start-ups/Unternehmensansiedlungen im Bereich Industrie 4.0 fördern

Junge Unternehmen setzen wichtige Impulse, um die Digitalisierung in allen Unternehmensbereichen voranzutreiben und wirtschaftlich nutzbar zu machen. Die IHK-Organisation engagiert sich in vielfältiger Weise für Gründer in Form von Beratungsangeboten, Vorgründungs-Coachings, Seminaren und Gründerpreisen. Darüber hinaus unterstützen die nordbayerischen IHKs die Initiative „Gründerland.Bayern“ des Bayerischen Wirtschaftsministeriums, um Gründungen und Netzwerke speziell im Bereich Digitalisierung zu fördern. Dieses Engagement sollte fortgesetzt und gemäß den regionalen Schwerpunkten ausgebaut werden.

Auch bei Unternehmensansiedlungen bieten die IHKs professionelle Unterstützung: Unternehmer und Investoren finden auf dem Standortportal der bayerischen Industrie- und Handelskammern (SISBY), das 1998 in Kooperation mit dem Bayerischen Wirtschaftsministerium online ging, umfassende Informationen zu Gewerbeflächen im Freistaat (zum Beispiel Verkehrsanbindung, Gewerbesteuerhebesatz, aktueller Stand des Bebauungsplans, wichtige Ansprechpartner in der Verwaltung). Interessenten können dort auf komfortable Weise verschiedene Standorte vergleichen und frühzeitig herausfinden, wo Mitbewerber, Zulieferer oder interessante Kooperationspartner ansässig sind.

6.3 Handlungsfelder an die Unternehmen und regionalen Akteure

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung, den Fallstudien sowie der Analyse der Stärken und Schwächen Nordbayerns wurden sechs zentrale Handlungsfelder abgeleitet, die die Umsetzung von Industrie 4.0 erleichtern und vorantreiben können. Die Handlungsableitungen in diesem Unterkapitel richten sich sowohl an die Unternehmen in der Region als auch an regionale Akteure. Es zeigt sich, dass nicht nur technische Fragen dabei zu lösen sind, sondern auch wettbewerbsrechtliche und kulturelle.

Pilotierung – Mehr Raum für Innovationen schaffen

Motivation:

Industrie 4.0 ist ein Innovationsthema, das viele Unternehmen bereits erkannt haben. Dennoch zeigt die Befragung, dass die Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen von Industrie 4.0 derzeit die größte Herausforderung für die Unternehmen in Nordbayern ist. Das liegt daran, dass sich bisher nur wenige Unternehmen intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigt haben und die Digitalisierungsthemen für viele Produktionsunternehmen relativ komplex erscheinen. So haben den Befragungsergebnissen zufolge bisher erst 15 Prozent der Unternehmen Pilotinitiativen in Fachabteilungen gestartet. Daher sind stärkere Anstrengungen in den Bereichen Aufklärung, Beratung und Stärkung der Akzeptanz dringend erforderlich.

Ausgestaltung:

Neben Pilotprojekten in einzelnen Unternehmensbereichen können Unternehmen auch in forschungsnahen Testumgebungen eigene Industrie-4.0-Lösungen praxisnah erproben, um daraus ihren wirtschaftlichen Nutzen abzuleiten. Beispielhaft zu nennen ist hier das Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. des Fraunhofer IIS am Standort Nürnberg, das eine anwendungsnahe Entwicklungs- und Evaluationsumgebung für Technologien und Dienstleistungen aus den Bereichen Lokalisierung, Identifikation, Navigation und Kommunikation bietet. Partner und Kunden können das Zentrum für eigene Tests nutzen und bei Erprobungen von neuen Produkten und Entwicklungen direkt dabei sein, um sich von Funktion und Praxistauglichkeit zu überzeugen (Fraunhofer IIS, 2016). Das Leitprojekt „Technologien und Lösungen für die digitalisierte Wertschöpfung“ beim Fraunhofer IIS sollte im Rahmen von Bayern Digital zu einem nordbayerischen Testlab für den gesamten Lebenszyklus von intelligenten Produkten ausgebaut werden.

Zudem soll 2018 eine zukunftsweisende Fabrikationsanlage für Industrie 4.0 am Süddeutschen Kunststoffzentrum (SKZ) in Würzburg in Betrieb gehen, die mit modernsten Konstruktions-, Design- und Visualisierungsmitteln eine Entwicklungsumgebung mit Modellcharakter darstellen und weltweit einzigartig sein wird (SKZ, 2016). Für kleine und mittelständische Unternehmen (maximal 250 Mitarbeiter, unter 50 Millionen Euro Umsatz) ist die Teilnahme an der vom BMBF geförderten Initiative zur Förderung von KMU „Industrie-4.0-Testumgebungen“ anzuraten. Bei dieser Maßnahme werden Pilotanwendungen gefördert, durch die eine Nutzung von vorhandenen Industrie-4.0-Testumgebungen ermöglicht wird. Ziel ist es, kleine und mittelständische Unternehmen bei der

Anpassung an digitalisierte Prozesse und bei der Forschung und Entwicklung von neuen digitalen Produkten zu unterstützen (BMBF, 2016b).

Digitaler Optimismus – Digitalisierung angehen und investieren

Motivation:

Industrie 4.0 ist ein Strategiethema, welches unternehmensweite Veränderungen und Investitionen erfordert. Daher ist es wichtig, dass dieses Thema von der obersten Führungsebene erkannt, auf die Agenda gesetzt und mit hoher Priorität in das Unternehmen hineingetragen wird. Die Befragungsergebnisse haben jedoch gezeigt, dass in vielen nordbayerischen Unternehmen noch keine konkreten Strategien zur Umsetzung von Industrie 4.0 bestehen. Hier ist ein Kulturwandel nötig; Industrie 4.0 muss in der Unternehmensspitze verankert werden.

Ausgestaltung:

Da bei der digitalen Transformation weitreichende Veränderungen in kurzer Zeit umgesetzt werden müssen, wird Industrie 4.0 nicht allein als Bottom-up aus den Fabrikhallen umsetzbar sein (Westerman et al., 2014). Unternehmen, die einen Paradigmenwechsel erfolgreich herbeiführen möchten, benötigen zudem Top-down-Ansätze. Eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 und durchgängigen Engineering-Prozessen benötigt auch Managementkonzepte, aus denen neue Geschäftsmodelle und -prozesse abgeleitet werden können. Ausgehend von der Unternehmensstrategie lassen sich so Maßnahmen erarbeiten, die schrittweise umgesetzt werden können. Wie eine aktuelle Studie der IW Consult für die Personalberatung Egon Zehnder zeigt, setzen zwei Drittel der befragten Unternehmen ihre digitale Strategie sowohl Top-down als auch Bottom-up um. Für die Studie wurden ausschließlich CEOs und Aufsichtsratsvorsitzende von 78 der umsatzstärksten Unternehmen aus Deutschland befragt (Egon Zehnder/IW Consult, 2016).

Industrie 4.0 erfordert eine interdisziplinäre und ganzheitliche Sichtweise. Daher bietet sich eine bereichsübergreifende Task Force an, in der Mitarbeiter verschiedener Unternehmensbereiche und Hierarchieebenen im Dialog stehen und den Kulturwandel in Unternehmen durch die Festlegung von Zielen für Industrie 4.0 vorantreiben. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Einstellung eines Digital Managers oder Chief Digital Officers, der für die digitale Transformation in einem Unternehmen verantwortlich ist.

Fachkräftesicherung – Strategien zur Kompetenzentwicklung zukunftsorientiert ausrichten

Motivation:

Die neuen Technologien im Rahmen von Industrie 4.0 verändern nicht nur die bestehenden Produktionsprozesse und Wertschöpfungsmodelle, sondern auch die Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen an die Belegschaft. Die Befragungsergebnisse haben gezeigt, dass die notwendigen Kompetenzen in vielen nordbayerischen Unternehmen gar nicht oder nicht ausreichend vorhanden sind. Zudem stellen mögliche Umsetzungs- und Akzeptanzbarrieren für Unternehmen ein erhebliches Risiko bei der Implementierung von Industrie 4.0 dar.

Ausgestaltung:

Die Region Nordbayern ist groß und heterogen – so gibt es sowohl ländliche Räume wie Ostoberfranken oder die Oberpfalz als auch verstädterte Regionen und Agglomerationen wie den Großraum Erlangen-Nürnberg, Regensburg oder Würzburg (siehe ausführlich Kapitel 3). Aufgrund dieser Heterogenität sind die Anforderungen unterschiedlich und es ergeben sich verschiedene Wege, dem Kompetenzmangel 4.0 zu begegnen.

Während Unternehmen in verstädterten Regionen Fachkräfte durch Kooperationen mit Hochschulen gewinnen können, spielt für ländlich geprägte Räume die Attraktivität der Region eine wesentliche Rolle beim Wettbewerb um Fachkräfte. Hier können sowohl regionale Akteure als auch die Unternehmen vor Ort Maßnahmen ergreifen, die die Attraktivität erhöhen und im Zuge dessen die Abwanderung stoppen. Eine Möglichkeit für Unternehmen im ländlichen Raum zur Steigerung ihrer Attraktivität ist eine verstärkte Innovations- und Internationalisierungstätigkeit (Kempermann / Bahrke / Millack, 2013). Die Ausweitung der sozialen Leistungen kann ebenfalls die Attraktivität der Unternehmen erhöhen. Beispiele hierfür sind die Eröffnung (unternehmensübergreifender) Betriebskittas oder das Angebot von Gesundheitswochen (Kempermann / Bahrke / Millack, 2013).

Um die Abwanderung von Jugendlichen aufzuhalten gilt es, die Berufs- und Studienorientierung zu stärken und Ausbildungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten zu schaffen (Kempermann / Bahrke / Millack, 2013). Unternehmensintern können sich Firmen dem Kompetenzmangel bezüglich des Themas Industrie 4.0 annehmen, indem sie offen gegenüber der Schaffung neuer Berufsfelder, wie beispielsweise eines Data Scientist sind und Qualifizierungsmaßnahmen bei der bestehenden Belegschaft starten. Bei der Qualifizierung der Belegschaften ist es wichtig, die bestehenden Angebote in der Aus- und Weiterbildung inhaltlich in Richtung Industrie 4.0 und Digitalisierung zu erweitern.

Digital Innovation Hub Nordbayern – nordbayerische Stärken der Vernetzung intensivierenMotivation:

Industrie 4.0 wächst durch Innovationen. Diese sind nicht nur wesentliche Voraussetzung für die Zukunftssicherheit von Unternehmen und Regionen, sondern auch für das Gelingen von Industrie 4.0. Die Erfahrung zeigt, dass diese häufig erst durch Kooperationen zwischen Forschungsinstituten und Unternehmen über Branchen- und Technologiegrenzen hinweg entstehen. Kooperationen sind also der branchenübergreifende Motor für Innovationen der Digitalisierung.

Ausgestaltung:

Nordbayern verfügt über ein starkes Forschungsumfeld mit Industrie-4.0-Bezug. Hier gilt es, vor allem die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu stärken. Dieser Cross-Innovations-Ansatz stärkt die Innovationskraft von Unternehmen nachhaltig, da er radikale Innovationen begünstigt, ein größeres Differenzierungspotenzial liefert und dadurch ein schnelleres Wachstum ermöglicht. Vorhandene Cluster wie das Automation Valley Nordbayern bieten gute Voraussetzungen, um den Standort als Hot-Spot für Industrie 4.0 zu positionieren.

Tradition trifft Digitale Modernität – Gründungshub Industrie 4.0 weiter ausbauen

Motivation:

Häufig konzentrieren sich Unternehmen ausschließlich auf inkrementelle Innovationen, also die schrittweise Verbesserung und Weiterentwicklung von bestehenden Produkten, Dienstleistungen, Prozessen oder Geschäftsmodellen. Im Zuge der Digitalisierung stellen sich schnell verändernde Märkte und neu in den Markt dringende Mitbewerber Unternehmen jedoch unter erheblichen Innovationsdruck – sie stoßen an die Grenzen dessen, was mit inkrementeller Innovation möglich ist. Daher brauchen Unternehmen eine langfristig ausgelegte Wachstumsstrategie, die eine disruptive Innovationskultur berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um Innovationen, mit denen Unternehmen entscheidende Trends setzen und neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entwickeln können.

Ausgestaltung:

Unternehmen können intern eine Grundlage für disruptive Innovationen schaffen, indem sie kleine Teams innerhalb des Unternehmens wie Start-ups agieren lassen. Um disruptive Innovationen im Unternehmen zu etablieren, können auch Anstöße von außen hilfreich sein, beispielsweise durch die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Ökosystemen, die Start-ups hervorbringen (Gausemeier et al., 2016). Vor diesem Hintergrund ist es positiv zu bewerten, dass in Nordbayern fünf digitale Gründerzentren errichtet werden. Hier gilt es, die bereits gute Basis in Nordbayern noch weiter auszubauen.

Weichenstellung – Rahmenbedingungen und Infrastruktur für Industrie 4.0 müssen stimmen

Motivation:

Die Umsetzung von Industrie 4.0 wird nicht nur durch unternehmensinterne Faktoren gebremst, sondern hängt in erheblichem Maße von der Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen ab. Die Verbesserungen dieser und der Infrastruktur sind ein wirtschaftspolitisches Thema. Demnach ist die Politik hier in vielen Punkten gefordert.

Ausgestaltung:

Zu den Aufgaben der politischen Akteure gehört die Anpassung und Weiterentwicklung der rechtlichen Grundlagen, ohne zusätzliche Bürokratie zu schaffen. Darüber hinaus kann die Politik unterstützend wirken, indem sie sichere Systemarchitekturen aufbaut und damit die Datensicherheit erhöht. Weiterhin ist die Politik gefordert, eine flächendeckende Breitbandinfrastruktur zu gewährleisten und sich für einheitliche Industriestandards auf europäischer und internationaler Ebene einzusetzen, da vor allem Letztere die Grundlage für die horizontale und vertikale Vernetzung der Wertschöpfungsketten sind.

Literaturverzeichnis

Acatech, 2013, Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, o. O.

A.T. Kearney, 2015, 3D-Printing: A Manufacturing Revolution, o. O.

Bayerisches Landesamt für Statistik, 2016, Außenhandel: Land, Aus- und Einfuhr, Monate, Jahre,
<https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/data?operation=ergebnistabelleDiagramm&option=diagramm&levelindex=2&levelid=1451998134925&downloadname=51000-002z> [5.1.2016]

BayStartUP, 2016, Die neuen digitalen Gründerzentren in Bayern,
<http://www.baystartup.de/blog/baystartup-blog/2016/07/08/die-neuen-digitalen-gr%C3%BCnderzentren-in-bayern/> [17.10.2016]

BCG – Boston Consulting Group, 2015a, Industry 4.0 – The future of productivity and Growth in Manufacturing Industries, o. O.

BCG, 2015b, Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Trough 2025?, o. O.

Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien / **Prognos**, 2013, Digitale Arbeitswelt, Gesamtwirtschaftliche Effekte, Berlin, Basel

Bitkom, 2016, USA und Deutschland sind bei Industrie 4.0 weltweit führend, Presseinformation vom 20.4.2016, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/USA-und-Deutschland-sind-bei-Industrie-40-weltweit-fuehrend.html> [3.6.2016]

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2013, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, Bonn

BMBF, 2016a, Nachqualifizierung, Projekte vor Ort, Bamberg, <http://www.perspektive-berufsabschluss.de/de/166.php> [20.9.2016]

BMBF, 2016b, Bekanntmachung, Richtlinie zur Förderung von KMU „Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0“, Bundesanzeiger vom 26.4.2016, Bonn, <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1181.html> [20.9.2016]

- BMVI** – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015, Breitbandatlas, http://www.zukunft-breitband.de/Breitband/DE/Breitbandatlas/BreitbandVorOrt/breitband-vor-ort_node.html [4.12.2015]
- BMWi** – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015, Monitoring zu ausgewählten wirtschaftlichen Eckdaten der Kultur- und Kreativwirtschaft 2014, Kurzfassung, Berlin
- Bonin, Holger / Terry, Gregory / Zierahn, Ulrich**, 2015, Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim
- BR** – Bayerischer Rundfunk, 2016, 3,3 Millionen für Breitbandausbau, Lichtgeschwindigkeit für Pottenstein, <http://www.br.de/nachrichten/oberfranken/inhalt/dobrindt-breitbandausbau-pottenstein-100.html> [12.10.2016]
- Broy, Manfred**, 2010, Cyber-Physical Systems – Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme, Berlin, Heidelberg
- Brzeski, Carsten / Burk, Inga**, 2015, Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, Economic Research, April, Frankfurt am Main
- Bundesagentur für Arbeit**, 2015, SV-Beschäftigte nach Qualifikation am Arbeitsort 1998–2015, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit**, 2016a, Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte nach Branchen, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit**, 2016b, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Altersgruppen 1995–2015, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit**, 2016c, Arbeitslosenquote 1998–2015, Nürnberg
- Bundesagentur für Arbeit**, 2016d, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte 1998–2015, Nürnberg
- Deinlein, Joachim**, 2013, Tragfähigkeit von Geschäftsmodellen der New Economy: das Beispiel elektronische B-to-B-Märkte, Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag
- Deloitte Digital / Heads!**, 2015, Überlebensstrategie „Digital Leadership“, o. O.
- Deutsche Bank Research**, 2014, Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor, o. O.

DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag, 2016a, DIHK-Gründerreport 2016, Gründungsinteresse sinkt auf neuen Tiefpunkt, Berlin

DIHK, 2016b, Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun, Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, Berlin

DPMA – Deutsches Patent- und Markenamt, 2016, Neue Rekordzahlen bei deutschen Marken und Patenten - starke Nachfrage nach Patenten aus Japan und nach eingetragenen Designs aus China, Pressemitteilung vom 02.03.2016,

<https://presse.dpma.de/presSESERVICE/pressemitteilungen/aktuellepressemitteilungen/02032016/index.html> [12.10.2016]

Dubmill, Edd, 2012, What is big data? An introduction to the Big Data landscape, in: O'Reilly (Hrsg.), Planning for Big Data. A CIO's Handbook to the Changing Data Landscape, Sebastopol (CA)

Egon Zehnder / IW Consult – Institut der der Deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH, 2016, Digitales Deutschland? CEOs und Aufsichtsratsvorsitzende sagen, wo wir stehen und was uns jetzt nach vorne bringt, München

EMC, 2014, The digital universe of opportunities: Rich data and the increasing value of the internet of things, International Data Corporation, o. O.

EPA – Europäisches Patentamt, 2016, Annual Report 2015 - European patent applications, https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/annual-report/2015/download-centre_de.html [14.10.2016]

Eurostat, 2015, Enterprises using radio-frequency identification (RFID) instrument, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tin00126&language=en> [2.12.2015]

FAZ – Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2015, Airbus setzt auf 3D-Druck: Flugzeugteile aus dem Drucker, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/airbus-setzt-auf-3d-druck-flugzeugteile-aus-dem-drucker-premium-aerotech-13750240.html> [12.12.2015]

FES – Friedrich Ebert Stiftung, 2016, Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand, Bonn

Florida, Richard, 2012, The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday life, New York

Fraunhofer IAO – Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, 2013, Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart

Fraunhofer IIS – Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, 2016, Standorte und Testumgebungen, <http://www.iis.fraunhofer.de/de/profil/standorte/linkhalle.html> [20.9.2016]

Frey, Carl B. / Osborne, Michael A., 2013, The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?, University of Oxford, Oxford

Friedman, Thomas L., 2006, Die Welt ist flach. Eine kurze Geschichte des 21. Jahrhunderts, Frankfurt am Main

Gausemeier, Jürgen / Klocke, Fritz/ Dülme, Christian / Eckelt, Daniel / Kabasci, Patrick / Kohlhuber, Martina / Schön, Nico / Schröder, Stephan / Wellensiek, Markus, 2016, Industrie 4.0. Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung, Paderborn, Aachen

Hammermann, Andrea / Stettes, Oliver, 2015, Beschäftigungseffekte der Digitalisierung. Erste Eindrücke aus dem IW-Personalpanel, in: IW-Trends, 42. Jg., Nr. 3, S. 77–94, Köln

IHK Nürnberg – Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken, 2016, Allianz pro Fachkräfte, <http://www.ihk-nuernberg.de/blogs/allianz-pro-fachkraefte/> [20.9.2016]

IHK Regensburg, 2015, Standortumfrage 2015, Regensburg

IHK Bayreuth, 2015, Ergebnisse für Oberfranken, IHK-Standortumfrage 2015, Bayreuth

IW Consult, 2014, Export digital. Die Bedeutung des Internets für das deutsche Auslandsgeschäft, Studie im Auftrag der Google Germany GmbH, Köln

IW Consult, 2016, Städteranking 2016, Deutsche Großstädte im Vergleich, Köln

IW Consult / Economica / Fraunhofer ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2016, Der Weg in die Gigabit Gesellschaft. Wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert, Köln

IW Consult / FIR – Forschungsinstitut für Rationalisierung, 2015, IW Consult und FIR an der RWTH Aachen, Industrie-4.0-Readiness, Köln, Aachen

IW Köln – Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 2015, MINT-Herbstreport 2015. Regionale Herausforderungen und Chancen der Zuwanderung, Köln

IW Köln / IW Consult, 2016, Wohlstand in der digitalen Welt. Erster IW-Strukturbericht, Köln

Kempermann, Hanno / **Bahrke**, Michael / **Millack**, Agnes, 2013, Die Zukunft des ländlichen Raums – Industrie und Fachkräfteversorgung, Problemlage – Handlungsfelder, Köln

Krüger, Ralf E., 2015, Airbus: Flugzeugteile aus dem 3D-Drucker, Deutsche Presseagentur, 14.8.2015, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/airbus-setzt-auf-3d-druck-flugzeugteile-aus-dem-drucker-premium-aerotech-13750240.html> [5.1.2016]

McKinsey, 2015, Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector, o. O.

Metcalfe, Robert, 2013, Metcalfe's Law after 40 Years of Ethernet, in: Computer, Bd. 46, Nr. 12, S. 26–31, o. O.

Moore, Gordon E., 1965, Cramming more components onto integrated circuits, in: Electronics, Bd. 38, Nr. 8, S. 114–117, o. O.

Roland Berger, 2014, Industry 4.0: The new industrial revolution. How Europe will succeed, München

Roland Berger, 2015, Die digitale Transformation der Industrie – Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist, München, Berlin

SKZ – Süddeutsches Kunststoffzentrum, 2016, Industrie 4.0. Von der Vision in die Praxis, <http://www.skz.de/de/newsaktuelles/5834.Industrie.-Von-der-Vision-in-die-Praxis.html> [20.9.2016]

Sneed, Annie, 2015, Digitale Revolution, Moores Gesetz - seit 50 Jahren ungebrochen, <http://www.spektrum.de/news/moores-gesetz-seit-50-jahren-ungebrochen/1347443> [18.10.2016]

Statista, 2015, Prognose zum weltweiten Umsatz mit RFID-Transpondern bis zum Jahr 2020 (in Milliarden US-Dollar), <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/295354/umfrage/umsatzprognose-auf-dem-weltmarkt-fuer-rfid-tags/> [5.1.2016]

Statistisches Bundesamt, 2015, Allgemeinbildende Schulen, Fachserie 11, Reihe 1, Schuljahr 2014/2015, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2016, Ausgaben für Forschung und Entwicklung, Wiesbaden

StMWi – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2014, Industrierbericht Bayern 2014, München

StMWi, 2016, Programm zur Förderung von Gründerzentren, Netzwerkaktivitäten und Unternehmensneugründungen im Bereich Digitalisierung,

<https://www.gruenderland.bayern/gruenderzentren/foerderprogramm-digitale-gruenderzentren/>
[15.10.2016]

Techconsult, 2013, Industrie 4.0 – Vernetzung braucht IT-Sicherheit, Kassel

The Economic Complexity Observatory, 2014, Wirtschaftliche Komplexität Ranking (2013),
<http://atlas.media.mit.edu/de/rankings/country/> [5.1.2016]

vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, 2015, Die digitale Infrastruktur Bayerns 2014 – Anforderungen der Unternehmen, München

vbw, 2016a, Versorgungsgrad der digitalen Infrastruktur in Bayern, München

vbw, 2016b, Standort Bayern: Unternehmerperspektiven 2016, München

Westerman, George / **Bonnet**, Didier / **McAfee**, Andrew, 2014, Leading Digital. Turning Technology into Business Transformation, Boston

Wolter, Marc I. / **Mönnig**, Anke / **Hummel**, Markus / **Schneemann**, Christian / **Weber**, Enzo / **Zika**, Gerd / **Helmrich**, Robert / **Maier**, Tobias / **Neuber-Pohl**, Caroline, 2015, Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft, Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, IAB-Forschungsbericht, Nr. 08/2015, Nürnberg

World Economic Forum, 2016, The Future of Jobs, Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, Cologny, Genf

ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2015, Zeitreihen der Gründungsintensitäten 2005-2014, Mannheim

Anhang

Zur Ermittlung der Industrie-4.0-Readiness wurden für jede der sechs Dimensionen (Strategie und Organisation, Smart Factory, Smart Operations, Smart Products, Data-driven Services und Mitarbeiter) Kriterien formuliert, die erfüllt sein müssen, um in die jeweils nächsthöhere Readiness-Stufe zu gelangen (siehe Kapitel 4.3). Demnach beinhaltet jede der sechs Readiness-Stufen festgelegte Mindestanforderungen, ohne deren Erfüllung eine Stufe als nicht erreicht gilt. Das Einordnungsschema soll nachfolgend anhand der Dimension Strategie und Organisation veranschaulicht werden.

In der Dimension Strategie und Organisation wurden die die folgenden drei Kriterien untersucht:

- Umsetzungsstand der Industrie-4.0-Strategie (siehe Abbildung 4-10)
- Investitionsaktivität in Bezug auf Industrie 4.0
- Einsatz eines Technologie- und Innovationsmanagements

Um zu ermitteln welche Readiness-Stufe ein Unternehmen in der Dimension Strategie und Organisation erreicht, werden die Antworten zu diesen drei Kriterien ausgewertet. Ein Beispiel:

- Unternehmen X (Strategie in Umsetzung, Investitionen in zwei Bereichen, Technologie- und Innovationsmanagement in einem Bereich) erreicht Stufe 2: Eine Strategie befindet sich in Umsetzung. Zudem gibt es in einem der Unternehmensbereiche ein systematisches Technologie- und Innovationsmanagement. Demnach erfüllt das Unternehmen die Mindestanforderungen für Stufe 3 bei zwei der drei Kriterien. Die dritte Mindestanforderung für das Erreichen der Stufe 3 wären Investitionen in die Umsetzung von Industrie 4.0 in drei Unternehmensbereichen. Da das Unternehmen jedoch angibt, dass es bisher nur in zwei Bereichen investiert, fällt es auf Stufe 2 zurück.

| Dimension Strategie und Organisation – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-------|---|---|---|---|---|---|
| Frage | | | Stufe | | | | | | |
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Wie würden Sie den Umsetzungsstand Ihrer Industrie-4.0-Strategie beurteilen? | Umsetzungsstrategien | Keine Strategie | x | X | | | | | |
| | | Pilotinitiative | | | | | | | |
| | | In Arbeit | | | | | | | |
| | | Formuliert | | | X | | | | |
| | | Umsetzung | | | | X | X | | |
| | | Umgesetzt | | | | | | X | |
| In welchen Unternehmensbereichen haben Sie in den letzten beiden Jahren in die Umsetzung von Industrie 4.0 investiert? | Investitionsbudget | Forschung und Entwicklung | | x | | | | | |
| | | Produktion und Fertigung | | | | | | | |
| | | Einkauf | | | | | | | |
| | | Logistik | | | | x | x | x | x |
| | | Vertrieb | | | | | | x | x |
| | | Service | | | | | | | |
| | | IT | | | | | | | |
| Gibt es in den folgenden Bereichen Ihres Unternehmens ein systematisches Technologie- und Innovationsmanagement? | Innovationsmanagement | IT | | | | | | | |
| | | Prozesstechnologie | | | | | | | |
| | | Produktentwicklung | | | | x | x | | |
| | | Services | | | | | | | |
| | | Ein einheitliches bereichsübergreifendes Management | | | | | | x | |

Dimension Smart Factory – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell

| Frage | | | Stufe | | | | | |
|--|-----------------------------|--|-------|-------------------|--|--|--|--|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wie schätzen Sie Ihren Maschinenpark in Hinblick auf folgende Funktionalitäten ein? | Maschinenpark | Maschinen/Anlagen sind über IT ansteuerbar | Nein | min. 1x teilweise | min. 2x teilweise | 1x vollständig | min. 1x vollständig, 1x teilweise | min. 1x vollständig, 2x teilweise oder 2x vollständig und 1x teilweise |
| | | M2M: Kommunikation zwischen den Maschinen | Nein | | | | | |
| | | Interoperabilität | Nein | | | | | |
| Erfassen Sie bereits Maschinen- und Prozessdaten in der Produktion? | Digitales Abbild der Fabrik | Ja (vollständig) | | | | | | x |
| | | Ja (teilweise) | | | X | X | X | |
| | | Nein | x | X | | | | |
| Welche der folgenden Systeme nutzen Sie? Besitzt das jeweilige System eine Schnittstelle zum führenden System? | IT-Systeme | Manufacturing Execution System | | min. 1x (Nutzung) | min. 2x (Nutzung) min. 1x (Schnittstelle) | min. 3x (Nutzung) min. 2x (Schnittstelle) | min. 3x (Nutzung) min. 3x (Schnittstelle) | min. 4x (Nutzung) min. 4x (Schnittstelle) |
| | | Enterprise Resource Planning | | | | | | |
| | | Produkt Lifecycle Management | | | | | | |
| | | Produktdatenmanagement | | | | | | |
| | | Produktionsplanungs- und Steuerungssystem | | | | | | |
| | | Betriebsdatenerfassung | | | | | | |
| | | Maschinendatenerfassung | | | | | | |

| Dimension Smart Operations – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Frage | | | Stufe | | | | | |
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In welchen Bereichen gibt es bereits einen einheitlichen Datenaustausch? | Informationsaustausch | Intern | Kein Bereich | min. 1 Bereich | min. 3 Bereiche | min. 4 Bereiche | min. 5 Bereiche | min. 6 Bereiche |
| | | Extern | Kein Bereich | Kein Bereich | Kein Bereich | min. 1 Bereich | min. 2 Bereiche | min. 3 Bereiche |
| Gibt es bei Ihnen Produktionsprozesse, die automatisiert in Echtzeit auf Änderungen der Produktionsbedingungen reagieren? | Selbstständig reagierende Prozesse | Ja, operativ unternehmensübergreifend | | | | | | x |
| | | Ja, operativ in ausgewählten Teilbereichen | | | | | | |
| | | Ja, nicht operativ in Test- und Pilotphasen | | | | | x | |
| | | Nein | X | X | X | X | | |
| Wie weit sind Sie mit Ihren Lösungen zur IT-Sicherheit? | IT- Sicherheit | Sicherheit der internen Datenspeicherung | | | | | | |
| | | Sicherung von Daten über Cloud-Dienstleistungen | | | | | | |
| | | Kommunikationssicherheit im betriebsinternen Datenaustausch | | min. 1x geplant | | | | |
| | | Kommunikationssicherheit im Datenaustausch mit Partnerunternehmen | | | min. 2x geplant oder 1x in Arbeit | 2x implementiert oder 3x in Arbeit | 3x implementiert | 4x Lösung implementiert |
| Nutzen Sie Dienstleistungen aus der Cloud? | Cloud-Nutzung | Software aus der Cloud | | | | | | |
| | | Zur Datenauswertung | Nein | Nein | Nein | min. 1x geplant | min. 1x ja | min. 2x ja |
| | | Zur Datenspeicherung | | | | | | |

Dimension Smart Products – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell

| | | | Stufe | | | | | |
|--|------------------------|---|-------|---|---|---|---|---|
| Frage | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Analysieren Sie die erfassten Daten aus der Nutzungsphase? | Nutzung der Daten | Ja | | | | X | X | X |
| | | Nein, wir nehmen zwar Daten auf, analysieren sie aber nicht | | | x | | | |
| | | Nein, wir nehmen in der Nutzungsphase keine Daten auf | X | X | | | | |
| Bietet Ihr Unternehmen Produkte an, die über folgende Zusatzfunktionalitäten verfügen? | Zusatzfunktionalitäten | Produktgedächtnis | | | | | | |
| | | Selbstauskunft | | | | | | |
| | | Vernetzung | | | | | | |
| | | Lokalisierung | | | | | x | x |
| | | Assistenzsysteme | | x | x | x | x | x |
| | | Überwachung | | | | | | |
| | | Objektinformation | | | | | | |
| | | Automatische Identifikation | | | | | | |

| Dimension Data-driven Services – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------|-------|----|--------|--------------|----------|---------|
| Frage | | | Stufe | | | | | |
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wie hoch ist der Anteil der in der Nutzungsphase erfassten Daten, mit denen Sie datenbasierte Dienstleistungen anbieten? | Anteil genutzter Daten | Angabe in Prozent | 0 | 0 | 0<x<20 | 20<x<50 | 20<x<50 | 50<x |
| Die gewonnenen Prozessdaten in der Produktion und in der Nutzungsphase ermöglichen neue Dienstleistungen. Bieten Sie solche Dienstleistungen an? | Datenbasierte Dienstleistungen | Ja, mit Kundenvernetzung | | | | | x | x |
| | | Ja, ohne Kundenvernetzung | | x | x | x | | |
| | | Nein | x | | | | | |
| Wie hoch ist der Anteil dieser datenbasierten Dienstleistungen an Ihrem Umsatz? | Umsatzanteil | Angabe in Prozent | 0 | <1 | 1–2,5 | Min. 2,5–7,5 | Min. 7,5 | Min. 10 |

| Dimension Mitarbeiter – Kriterien für das Industrie-4.0-Readiness-Modell | | | | | | | | |
|--|-------------|--|-------------------------|--------------------------------------|--|---|---|---|
| Frage | | | Stufe | | | | | |
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wie schätzen Sie die Kompetenzen Ihrer Mitarbeiter in Bezug auf die zukünftigen Erfordernisse im Rahmen von Industrie 4.0 ein? | Kompetenzen | IT-Infrastruktur | Nicht vorhanden überall | 1x vorhanden, aber nicht ausreichend | 2x vorhanden, aber nicht ausreichend oder 1x ausreichend | 2x vorhanden, aber nicht ausreichend und 1x ausreichend oder 2x ausreichend | 3x vorhanden, aber nicht ausreichend und 1x ausreichend oder 3x ausreichend | 4x ausreichend vorhanden und 1x vorhanden, aber nicht ausreichend |
| | | Automatisierungstechnik | | | | | | |
| | | Datenanalyse | | | | | | |
| | | Daten- und Kommunikationssicherheit | | | | | | |
| | | Entwicklung oder Anwendung von Assistenzsystemen | | | | | | |
| | | Nicht technische Kompetenzen wie Systemdenken und Prozessverständnis | | | | | | |

Ansprechpartner für die Inhalte

IHK zu Coburg

Rico Seyd
Schloßplatz 5
96450 Coburg
09561 7426-46
seyd@coburg.ihk.de
www.coburg.ihk.de



IHK Nürnberg für Mittelfranken

Dr.-Ing. Robert Schmidt
0911 1335-299
robert.schmidt@nuernberg.ihk.de
Dr. Ronald Künneth
0911 1335-297
ronald.kuenneth@nuernberg.ihk.de
Ulmenstraße 52
90443 Nürnberg
www.nuernberg.ihk.de/industrie40



IHK für Oberfranken Bayreuth

Dr. Wolfgang Bühlmeier
0921 886-114
buehlmeier@bayreuth.ihk.de
Peter Wilfahrt
0921 886 470
wilfahrt@bayreuth.ihk.de
Bahnhofstr. 25
95444 Bayreuth
www.bayreuth.ihk.de



IHK Regensburg für Oberpfalz/Kelheim

Thomas Genosko
0941 5694-201
genosko@regensburg.ihk.de
Sabrina Schmid
0941 5694-299
schmidsa@regensburg.ihk.de
D.-Martin-Luther-Str. 12
93047 Regensburg
www.ihk-regensburg.de



IHK Würzburg-Schweinfurt

Oliver Freitag
0931 4194-327
freitag@wuerzburg.ihk.de
Frank Albert
0931 4194-352
frank.albert@wuerzburg.ihk.de
Mainaustr. 33-35
97082 Würzburg
www.wuerzburg.ihk.de

