

FORSCHUNGSBEIRAT



Vorstudie zur Entwicklung einer bedarfs- und nutzergerechten Unterstützung von KMU bei der Einführung und Anwendung von Industrie 4.0

Impressum

Herausgeber

acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften
Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München

Projektleitung

Prof. Dr. Angelika C. Bullinger-Hoffmann,
Professur Arbeitswissenschaft und Inno-
vationsmanagement, TU Chemnitz;
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Heinz
Nixdorf Institut, Universität Paderborn

Autoren

Christian Fechtelpeter, Fraunhofer-Institut
für Entwurfstechnik Mechatronik IEM,
Paderborn;
Yvonne Heim, Professur Arbeitswissenschaft
und Innovationsmanagement, TU Chemnitz;
Dr.-Ing. Thomas Löffler, Professur Arbeits-
wissenschaft und Innovationsmanagement,
TU Chemnitz;
Nadine Niewöhner, Fraunhofer-Institut
für Entwurfstechnik Mechatronik IEM,
Paderborn

Projektkoordination

Simone Hornung, acatech

Redaktion

Karola Klatt

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

Tomml – iStockphoto (Titel, S. 8),
ipopba – iStockphoto (S. 4 oben),
Zapp2Photo – iStockphoto (S. 4 unten),
yoh4nn – iStockphoto (S. 11),
kynny – iStockphoto (S. 14),
gorodenkoff – iStockphoto (S. 21),
danchooalex – iStockphoto (S. 24),
Morsa Images – iStockphoto (S. 27, 37)

Stand

März 2019

Druck

MKL Druck GmbH und Co. KG, 48346 Ostbevern



Plattform Industrie 4.0



acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **acatech**

DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN



Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	2
1 Motivation.....	3
2 Zielsetzung.....	4
3 Vorgehensweise.....	5
3.1 Leitfadengestützte Interviews.....	5
3.2 Strukturierung der Befunde.....	6
4 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse.....	7
5 Umsetzungsstand von Industrie 4.0 in KMU.....	9
5.1 Inhalte.....	10
5.2 Formate.....	12
5.3 Akteure.....	14
5.4 Zusammenfassung der Befunde.....	16
6 Hemmnisse bei der Industrie 4.0-Umsetzung und Angebotsnutzung.....	17
6.1 Inhalte.....	17
6.2 Formate.....	22
6.3 Akteure.....	24
6.4 Zusammenfassung der Befunde.....	25
7 KMU-Bedarfe nach Unterstützung im Handlungsfeld Industrie 4.0.....	26
7.1 Inhalte.....	26
7.2 Formate.....	28
7.3 Akteure.....	30
7.4 Zusammenfassung der Befunde.....	31
8 Handlungsfelder und Handlungsoptionen.....	32
8.1 Impulse aus inhaltlicher Sicht.....	33
8.2 Programmstruktur und -administration.....	37
8.3 Handlungsrahmen für Angebote.....	40
8.4 Zielgerichtete Ansprache.....	42
8.5 Kompetenzentwicklung.....	44
8.6 Zusammenfassung.....	46
9 Literaturverzeichnis.....	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zentrale Fragestellungen der Vorstudie.....	4
Abbildung 2: Zielbild der Vorstudie mit den relevanten Analysedimensionen.....	6
Abbildung 3: Übersicht zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand in den Unternehmen.....	9
Abbildung 4: Übersicht der identifizierten Hemmnisse.....	17
Abbildung 5: Übersicht der identifizierten Unterstützungsbedarfe von KMU.....	26
Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der Zusammenführung der Befunde.....	32
Abbildung 7: Fünf Kategorien zur Strukturierung der Handlungsfelder.....	33
Abbildung 8: Visualisierung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Einschätzung ihres Aufwands sowie ihrer Hebelwirkung auf den Innovationserfolg.....	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Handlungsoptionen der Kategorie „Impulse aus inhaltlicher Sicht“.....	36
Tabelle 2: Handlungsoptionen der Kategorie „Programmstruktur und -administration“.....	39
Tabelle 3: Handlungsoptionen der Kategorie „Handlungsrahmen für Angebote“.....	41
Tabelle 4: Handlungsoptionen der Kategorie „Zielgerichtete Ansprache“.....	43
Tabelle 5: Handlungsoptionen der Kategorie „Kompetenzentwicklung“.....	45

1 Motivation

Deutschland steht an der Schwelle zu Industrie 4.0. Fortschreitende Entwicklungen in Schlüsseltechnologien wie dem maschinellen Lernen, den Netzwerk- und Kommunikationstechnologien und der Robotik treiben den Wandel. Wertschöpfungsprozesse werden zunehmend digitalisiert und in dynamischen, flexiblen Wertschöpfungsnetzen realisiert. Die Erweiterung der Marktleistung durch datenbasierte Services ermöglicht integrierte Produkt-Service-Systeme. Diese bilden die Basis zur Umsetzung neuer Geschäftsmodelle. Insgesamt eröffnet die Vielfalt neuer Technologien und Anwendungen erhebliche Innovationspotenziale für Unternehmen. Industrie 4.0 ist somit die Triebfeder zur nachhaltigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und damit für Wohlstand und Beschäftigung in Deutschland. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)¹ der industriellen Produktion gelten als Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Es besteht folglich ein hohes Interesse, dass ihnen der Wandel zu Industrie 4.0 gelingt und sie auch zukünftig erfolgreich in der globalen Wettbewerbsarena agieren.²

Auf dem Weg zu Industrie 4.0 sehen sich insbesondere KMU mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert. So erhöht das vielfältige Spektrum neuer Technologien und Anwendungen die Komplexität. Ferner verschärft die Wettbewerbsintensität auf den globalen Märkten den Handlungsdruck. Produzierende KMU müssen mit knappen Ressourcen in die Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen investieren. Das erfordert den Aufbau von einschlägigen Kompetenzen sowie die Fähigkeit, strategiegeleitet zu agieren. Zugleich sind viele Unternehmen in der aktuellen Hochkonjunkturphase stark im operativen Tagesgeschäft gebunden.

Hier setzen verschiedene Industrie 4.0-Unterstützungsangebote an. Sie verfolgen das Ziel, KMU bei der Transformation in Richtung Industrie 4.0 bedarfsgerecht zu unterstützen. Es sind geförderte Angebote auf Bundes- und Länderebene verfügbar. Beispielhaft seien hier die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) genannt. Ferner finden sich Unterstützungsangebote seitens industrieller Fach- und Branchenverbände in Form von Fachgruppen, Studien, Leitfäden etc. Hochschulen und Forschungseinrichtungen zeigen in Testumgebungen, darunter so genannte Smart Factories, Potenziale von Industrie 4.0-Technologien und ihrer Anwendung. Cluster und Netzwerke greifen in ihrer Arbeit Industrie 4.0 mit diversen Angeboten auf. Zudem bieten Multiplikatoren, zum Beispiel Kammern oder Wirtschaftsförderer, auf regionaler Ebene Industrie 4.0-Unterstützung an, etwa in Form einer Erstberatung. Hinzukommen kommerzielle Angebote, beispielsweise von Beratungsunternehmen, die jedoch nachfolgend nicht betrachtet werden.

Vor diesem Hintergrund kommt es in hohem Maße darauf an, die Angebote der Industrie 4.0-Unterstützung für KMU bestmöglich auf die Bedarfe der Unternehmen abzustimmen. Dafür wurde im Strategiekreis der Plattform Industrie 4.0 sowie in der Projektgruppe Digitalisierung im Mittelstand eine Befragung produzierender KMU angeregt.

1 Vgl. Europäische Union 2003 zur Definition von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Nach dieser Festlegung gilt ein Unternehmen als KMU, das nicht mehr als 249 Beschäftigte hat. Zudem darf es höchstens einen Jahresumsatz von 50 Millionen Euro erwirtschaften oder eine Bilanzsumme von maximal 43 Millionen Euro haben.

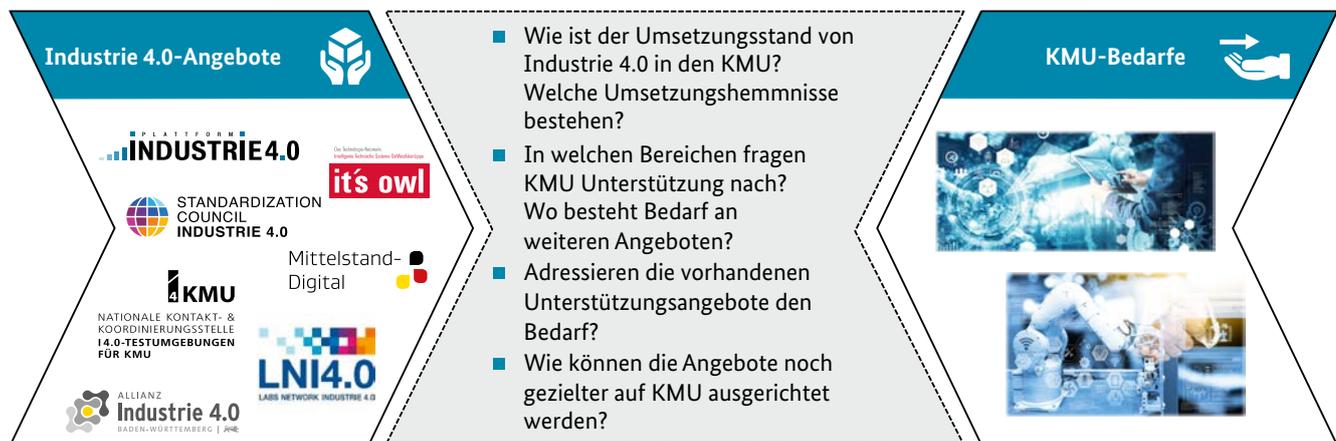
2 Vgl. BVMW 2018; Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, S. 6 ff.

2 Zielsetzung

Die Vorstudie untersucht das Wirkungsfeld zwischen verfügbaren Industrie 4.0-Unterstützungsangeboten und KMU-Bedarfen (vgl. Abbildung 1). Durch eine Befragung von Führungskräften produzierender KMU sollen detaillierte Einblicke in den Industrie 4.0-Umsetzungsstand und die Nutzung von Unterstützungsangeboten gewonnen werden. Ferner sollen bestehende Hemmnisse sowie Bedarfe an einer zielgerichteten Unterstützung identifiziert werden. Dabei wird die Vielfalt produzierender KMU berücksichtigt.

Im Rahmen einer folgenden Synthese gilt es zu klären, ob KMU-Bedarfe durch die vorhandenen Angebote angemessen adressiert werden und ob sich Hebel anbieten, existierende oder zukünftige Angebote noch besser auf KMU auszurichten. Die resultierenden Befunde sind in Handlungsfelder und -optionen zur Unterstützung von KMU auf dem Weg zu Industrie 4.0 zu überführen. Abbildung 1 fasst die zentralen Fragestellungen zusammen.

Abbildung 1: Zentrale Fragestellungen der Vorstudie



Quelle: eigene Darstellung

3 Vorgehensweise

Die Bearbeitung erfolgte in drei Phasen, beginnend mit einer initialen Bestandsaufnahme. In dieser wurden Unterstützungsangebote für Unternehmen identifiziert und existierende Studien³ im Themenfeld gesichtet. Hieraus resultierte ein Überblick über die Unterstützungslandschaft sowie bekannte Industrie 4.0-Hemmnisse. Darauf aufbauend wurden in der zweiten Phase ein Interview-Leitfaden entwickelt und Führungskräfte von Unternehmen befragt. In der dritten Phase wurden die Interviews ausgewertet und Aussagen zu Befunden in den Bereichen Umsetzungsstand, Hemmnisse und Bedarfe verdichtet. Diese bildeten schließlich die Basis zur Erarbeitung der Handlungsoptionen. Nachfolgend wird die Erhebungsmethode der Befragung als Kernelement der Vorstudie näher vorgestellt.

3.1 Leitfadengestützte Interviews

Die Vorstudie hat die Primärerhebung von Einstellungen, Meinungen und Sachauskünften von KMU-Vertreterinnen und -Vertretern sowie Multiplikatoren von Kammern und Wirtschaftsförderern über die Nutzung von und Bedarfe an Industrie 4.0-Unterstützungsangeboten zum Ziel. Entsprechend wurden leitfadengestützte Interviews mit offenen Fragen durchgeführt. Die Interviews dauerten circa 1 bis 1,5 Stunden und umfassten die folgenden Abschnitte:

1. Angaben zum Unternehmen (Anzahl der Beschäftigten, Branche, Automatisierungsgrad der Produktion etc.)
2. Industrie 4.0-Umsetzungsstand im Unternehmen (Stellenwert, Projektbeispiele, Organisation des Transformationsprozesses etc.)
3. Herausforderungen bei der Umsetzung (Hemmnisse in Projekten etc.)
4. Relevanz von Unterstützungsangeboten (genutzte Angebote, Beurteilung von Angeboten, Wünsche an Angebote etc.)
5. Abschluss-Statement

Geführte Interviews wurden stichpunktartig protokolliert und mit dem Einverständnis der Interviewpartner digital aufgezeichnet. Die anonymisierte Auswertung erfolgte in Form eines qualitativen Screenings: Wiederkehrende, sich ergänzende und widersprüchliche Aussagen wurden identifiziert und zusammengeführt. Zudem wurden besonders einprägsame Aussagen separat gesammelt. Diese fließen in Form von Zitaten in den Vorstudienbericht ein.

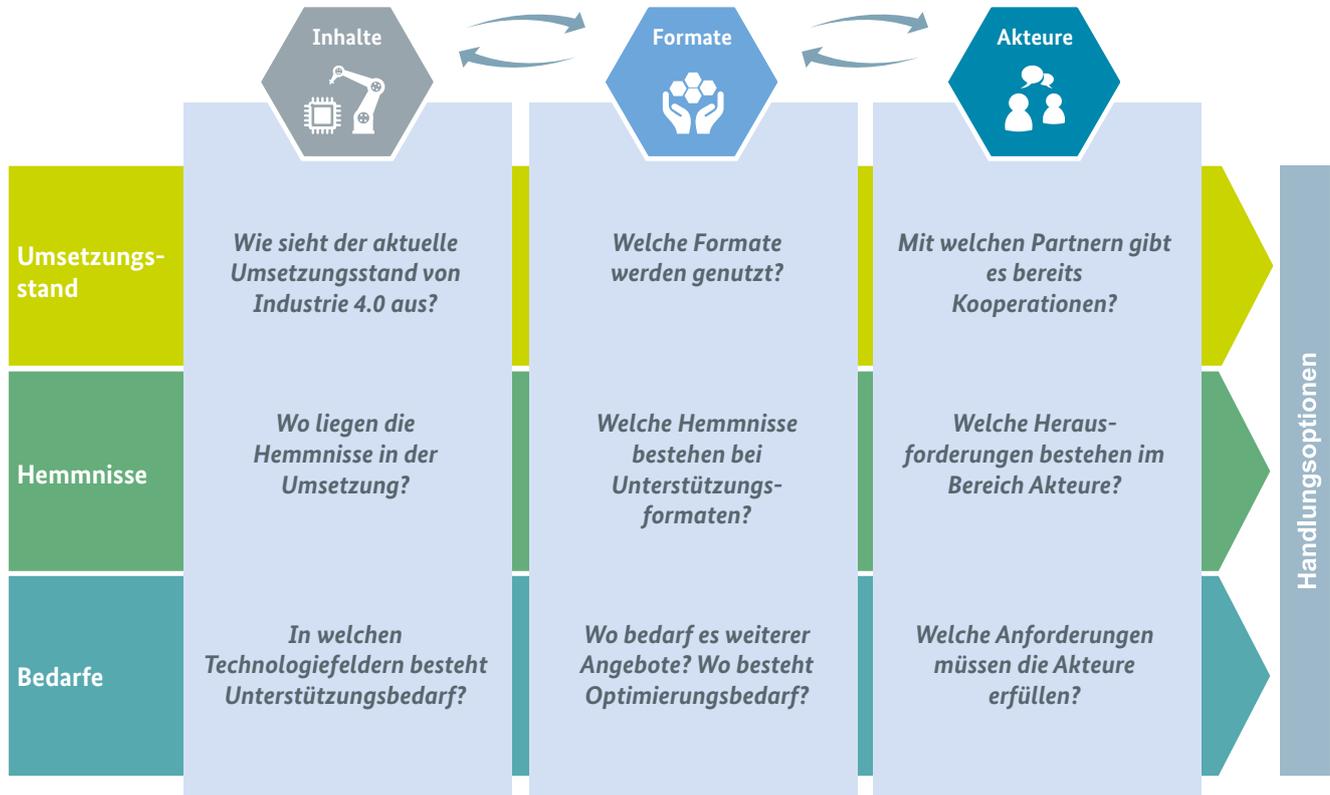
Insgesamt wurden 39 Interviews mit Führungskräften aus KMU des Maschinen- und Anlagenbaus sowie verwandter Branchen geführt. Diese Unternehmen haben ihren Sitz vornehmlich in den untersuchten Schwerpunktregionen Chemnitz-Erzgebirge (Sachsen) und Ostwestfalen-Lippe (Nordrhein-Westfalen). Die Rekrutierung erfolgte direkt durch die Autorinnen und Autoren der Studie sowie in Teilen über Verbände und Branchennetzwerke. Insofern ist diese Vorstudie nicht repräsentativ. Unternehmen, die für Unterstützungsangebote offen sind und Verbänden oder Netzwerken angehören, sind möglicherweise überrepräsentiert. Daher wurden zusätzlich zehn Interviews mit Multiplikatoren von Branchennetzwerken, Kammern und Wirtschaftsförderern geführt. Auf der Basis eines angepassten Leitfadens beantworteten sie die Fragen für die Gesamtheit der von ihnen betreuten KMU.

Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten standen im Fokus der Befragung. Vereinzelt wurden auch Interviews mit Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten geführt. Der Großteil der befragten Unternehmen stuft den eigenen Industrie 4.0-Reifegrad nach dem Modell des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) der „i4.0-Readiness-Messung“⁴ mit „Anfänger“ oder „Fortgeschrittler“ ein. Ein kleinerer Teil bewertet den Fortschritt mit „Erfahrener“ oder „Experte“. Unternehmen, die bisher nur wenig Berührungspunkte mit Industrie 4.0 hatten, wurden – auch bedingt durch die Art der Rekrutierung und der Freiwilligkeit der Teilnahme – nur in Ausnahmen befragt. Dennoch bildet die Stichprobe einen Querschnitt verschiedener Reifegradstufen ab. Die teilnehmenden Unternehmen stellen überwiegend Endprodukte und Komponenten her. Zusätzlich sind Engineering- und produktbezogene Services für viele Unternehmen von Bedeutung.

3 Vgl. unter anderem: agiplan et al. 2015, BMWi 2016, DIHK 2017, Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, IW et al. 2016, Meißner et al. 2017.

4 Vgl. IMPULS-Stiftung des VDMA et al. 2018.

Abbildung 2: Zielbild der Vorstudie mit den relevanten Analysedimensionen



Quelle: eigene Darstellung

Die Erzeugnisse werden in fast allen Unternehmen nach Kundenspezifikation oder in kundenspezifischen Varianten produziert. Während die Teilefertigung einen hohen Automatisierungsgrad aufweist, spielen in der Montage manuelle Tätigkeiten weiterhin eine tragende Rolle.

3.2 Strukturierung der Befunde

Um der Vielschichtigkeit des Wirkungsfelds systematisch zu begegnen, wurden die Aussagen der Befragten für die Analyse in zwei Dimensionen strukturiert (vgl. Abbildung 2). Die erste Dimension bildet den roten Faden der Interviews ab und reicht von Aussagen über den Industrie 4.0-Umsetzungsstand der befragten KMU über Aussagen zu bestehenden Hemmnissen bei der Umsetzung und der Nutzung von Unterstützungsangeboten bis hin zu Äußerungen über Bedarfe an Industrie 4.0-Unterstützung.

Die zweite Analysedimension unterscheidet zwischen Aussagen über Inhalte, Formate und Akteure. Diese Unterscheidung folgt der Annahme, dass eine bedarfs- und nutzergerechte Unterstützung von KMU die passenden Inhalte zur Umsetzung von Industrie 4.0 in attraktiven Formaten durch qualifizierte und engagierte Akteure bereitstellen muss. Zur Klärung einzelner Bedarfe kann es beitragen, die Aspekte dieses Dreiklangs gesondert zu betrachten. Die volle Wirkung des Unterstützungssystems entfaltet sich selbstverständlich erst in ihrer Kombination. Abbildung 2 zeigt somit das Zielbild der Vorstudie. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Befunde der Bereiche Umsetzungsstand, Hemmnisse und Bedarfe gesondert betrachtet.

4 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Die Befunde zum **Industrie 4.0-Umsetzungsstand der KMU** zeigen, dass sich nahezu alle der an der Vorstudie teilnehmenden Unternehmen intensiv mit Industrie 4.0-Technologien und Anwendungen beschäftigen. Es herrscht das Verständnis, sich fortlaufend mit Handlungsoptionen auseinandersetzen zu müssen, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Dabei wollen die befragten Führungskräfte von KMU einen signifikanten Anteil der Lösungsentwicklung in Eigenregie bewältigen und Kompetenzen aufbauen, um mit Partnern auf gleicher Augenhöhe kooperieren zu können.

In vielen KMU werden spezifische Industrie 4.0-Projekte abgewickelt. Von einem Verharren in alten Strukturen kann keine Rede sein. Dennoch kann der Fortschritt unternehmensindividuell sehr variieren. Während Vorreiter bereits Industrie 4.0-Lösungen anbieten oder einsetzen, stehen andere KMU erst am Anfang, erwägen die Umsetzung grundlegender Funktionen oder informieren sich über neue Technologien. Im Hinblick auf die Transformation der Marktleistung hin zu integrierten Produkt-Service-Systemen befinden sich die meisten KMU noch in der Analyse oder experimentieren. Beispielsweise steht die Datennutzung als Grundlage für Dienste vielfach noch am Anfang. Digitalen Geschäftsmodellen wird vor allem eine perspektivische Relevanz beigemessen. Beim Großteil der KMU spielt die digitale vertikale Integration der Wertschöpfung eine wichtige Rolle und mündet in verschiedene Lösungen. Dennoch ist die Mehrheit der KMU von einer durchgängigen Vernetzung noch entfernt. Hinzukommt, dass die längerfristig angelegte Steuerung der Industrie 4.0-Aktivitäten anhand einer Industrie 4.0- beziehungsweise Digitalisierungsstrategie nur bei einigen KMU erfolgt.

Viele der befragten KMU nehmen Industrie 4.0-Unterstützungsangebote zur Sensibilisierung oder zur Bedarfs- und Ideenfindung in Anspruch. Mehrere Befragte äußern zudem, dass Formate zur Lösungsumsetzung genutzt werden, und betonen die Attraktivität KMU-spezifischer Förderprogramme wie des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM), der Förderinitiative KMU-innovativ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) oder der Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Ferner äußern die Führungskräfte durchweg eine hohe Nachfrage nach Erfahrungsaustauschformaten, da sie in Bezug auf Industrie 4.0-Anwendungsbeispiele den Erfahrungen anderer KMU eine hohe Bedeutung beimessen. Auch begrüßen einige Befragte Möglichkeiten zum schnellen, praktischen Kennenlernen und Erproben. Dennoch zeigen die Befunde zur Nutzung von Angeboten eine Zurückhaltung gegenüber Industrie 4.0-Demonstrationsumgebungen.

Die teilnehmenden Unternehmen sind für Kooperationen durchweg offen. Es wird deutlich, dass viele KMU regional gut vernetzt sind und bei der Angebotsnutzung Partner in ihrer Nähe favorisieren. Folglich zeichnet sich ab, dass die regionale Ebene ein zentrales Gestaltungsfeld der KMU-Unterstützung zu Industrie 4.0 darstellt. Cluster und regionale Netzwerke werden als besonders nutzbringend wahrgenommen. Diese bilden vielschichtige vitale Innovationsökosysteme für den Austausch mit anderen KMU sowie wissenschaftlichen Einrichtungen und unterstützen die Orchestrierung von Unterstützungsangeboten.

Obwohl viele KMU Industrie 4.0 sehr engagiert angehen, zeichnen sich sowohl bei der Umsetzung als auch bei der Angebotsnutzung **Hemmnisse und Herausforderungen** ab. Nicht alle Hemmnisse treffen gleichermaßen auf jedes Unternehmen zu. Vorderhand werden Herausforderungen bei der Rekrutierung von Fachkräften sowie knappe Ressourcen im Hinblick auf eigene Fachkräfte genannt. Die Beschäftigten müssten neue Kompetenzen aufbauen, sind jedoch im operativen Tagesgeschäft gebunden. Als gravierend nehmen die KMU Hemmnisse im Bereich der Standardisierung wahr, etwa hinsichtlich Schnittstellen. Zugleich existieren Schwierigkeiten im Bereich IT-Sicherheit für cyber-physische Systeme (CPS) und cyber-physische Produktionssysteme (CPPS): So geben mehrere KMU an, nicht über die notwendigen Ressourcen und das Know-how zur Gewährleistung von IT-Sicherheit zu verfügen. Ferner bestehen bei einigen Befragten Unsicherheiten bei der Technologie-, Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsbewertung möglicher Industrie 4.0-Lösungen. Einige Interviewpartner merken dazu an, dass ihnen Vorstellungen für die strategiegelenkte Umsetzung fehlen.

Obwohl viele Befragte bereits Angebote genutzt haben, äußern einige von ihnen Hemmnisse bei der Identifikation von Angeboten und Partnern. Es fällt teils schwer, einen Überblick zu gewinnen. Die verfügbaren Unterstützungsangebote werden zwar als vielfältig, aber kleinteilig und isoliert voneinander wahrgenommen. Zudem verweisen Befragte auf Lücken in der Angebotslandschaft, etwa zur Unterstützung des innerbetrieblichen Wandels in Richtung Industrie 4.0. Das Meinungsbild über geförderte Projektangebote ist geteilt: Während die genannten KMU-spezifischen Förderprogramme als positive Beispiele gelten, sind vorwettbewerbliche Verbundprojekte nach Meinung vieler Interviewpartner eher forschungsgetrieben und zu weit von der Praxis entfernt. Insgesamt sehen viele Befragte Verbesserungsbedarf bei den Rahmenbedingungen geförderter Projektformate. Auch werden aufwendige und langwierige



Antragsprozesse der hohen Dynamik des Wandels nach Einschätzung der Befragten nicht gerecht. Zu denken geben auch die Aussagen, die auf eine gewisse „Berührungsangst“ bei potenziellen Hochschulpartnern hindeuten, Kooperationen mit KMU einzugehen.

Mehrheitlich sind die Befragten der Meinung, dass KMU ein vielfältiges Unterstützungsangebot vorfinden. Dennoch bestehen **noch nicht abgedeckte Bedarfe** der Industrie 4.0-Unterstützung. So formulieren mehrere Führungskräfte den Wunsch nach einer Übersicht aktueller und zukünftiger Standards. Um Bestandsanlagen fit für Industrie 4.0 zu machen, bedarf es nach Aussage einiger Befragter zusätzlicher Unterstützung. Vielfach bestehen Bedarfe im Bereich der Kompetenzentwicklung für Industrie 4.0. Dies betrifft etwa die Unterstützung zur Entwicklung anwendungs- und systemspezifischer Kompetenzen oder Angebote, die für interdisziplinäre Schnittstellenfunktionen qualifizieren. Außerdem werden Angebote nachgefragt, um alle Beschäftigten in den Transformationsprozess einzubinden.

Viele Befragte wünschen sich Projektangebote, die eine Umsetzung konkreter, praxisorientierter Industrie 4.0-Aufgabenstellungen fördern. Bevorzugt werden Vorhaben mit geringer Vorlaufzeit und einer Umsetzungszeit von einigen Monaten. Der Wunsch nach einer Verminderung des administrativen Aufwands bei geförderten Angeboten ist grundsätzlich hoch. Mehrere Interviewpartner geben neue Impulse zur Gestaltung von Formaten: Sie wünschen sich eine höhere Flexibilität, um Förderangebote ausgehend von der vereinfachten Beantragung einer Initialphase schrittweise nutzen zu können. Mehrere Befragte betonen,

dass eine finanzielle Förderung nicht zwingend notwendig ist. Vielmehr kann die indirekte Unterstützung durch den Zugang zu Know-how und Kapazitäten von Hochschulen oder Forschungseinrichtungen, wie in manchen Angeboten der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren möglich, einen wichtigen Beitrag leisten. Gefordert wird zudem eine auf KMU ausgerichtete Ansprache in den Informationsdokumenten zu Unterstützungsangeboten. Die Programmbeschreibungen und ähnliche Dokumente sollten adressatengerechter formuliert werden. Weiterhin zeichnet sich der Bedarf ab, zusätzlich zur Orchestrierung auf regionaler Ebene die vertikal gerichtete Abstimmung zwischen nationalen und regionalen Industrie 4.0-Aktivitäten weiter zu verbessern.

Aus den Befunden zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand, den Hemmnissen bei der Umsetzung und Angebotsnutzung sowie den Bedarfen an die Industrie 4.0-Unterstützung zeichnen sich Hebel ab, existierende oder zukünftige Angebote noch besser auf KMU auszurichten. Diese wurden im Zuge einer Synthese in **Handlungsfelder und -optionen** überführt. Es wurden 19 Handlungsfelder ermittelt. Diese enthalten insgesamt 45 Handlungsoptionen, die den Gestaltungsraum der KMU-Unterstützung umreißen. Die prägnante Beschreibung der Optionen erfolgt in den Kapiteln 8.1 bis 8.5. Ferner visualisiert ein Portfolio in Kapitel 8.6 eine Einschätzung der Optionen in den Dimensionen „Aufwand“ und „Hebelwirkung auf den Innovationserfolg“. Aus der Darstellung zeichnet sich eine erste Priorisierung der Handlungsoptionen ab. Im Anschluss an diese Vorstudie gilt es, diese Ergebnisse gegebenenfalls weiterzuentwickeln und zu konsistenten Handlungskonzeptionen mit hoher Wirkung zu bündeln.

5 Umsetzungsstand von Industrie 4.0 in KMU

Die Grundlage für eine bedarfsgerechte KMU-Unterstützung im Handlungsfeld Industrie 4.0 bildet die Kenntnis des aktuellen Umsetzungsstands in den Unternehmen. Daher wurden die Führungskräfte in den Interviews unter anderem gefragt:

- Welchen Stellenwert hat Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen im Arbeitsalltag? Ist es eher ein randständiges oder ein sehr präsent Thema?
- Welche Themen und Anwendungspotenziale interessieren Sie besonders?
- Haben Sie bereits erste Schritte zur Umsetzung von Industrie 4.0 eingeleitet?
- Welche Unterstützungsangebote haben Sie in Anspruch genommen?

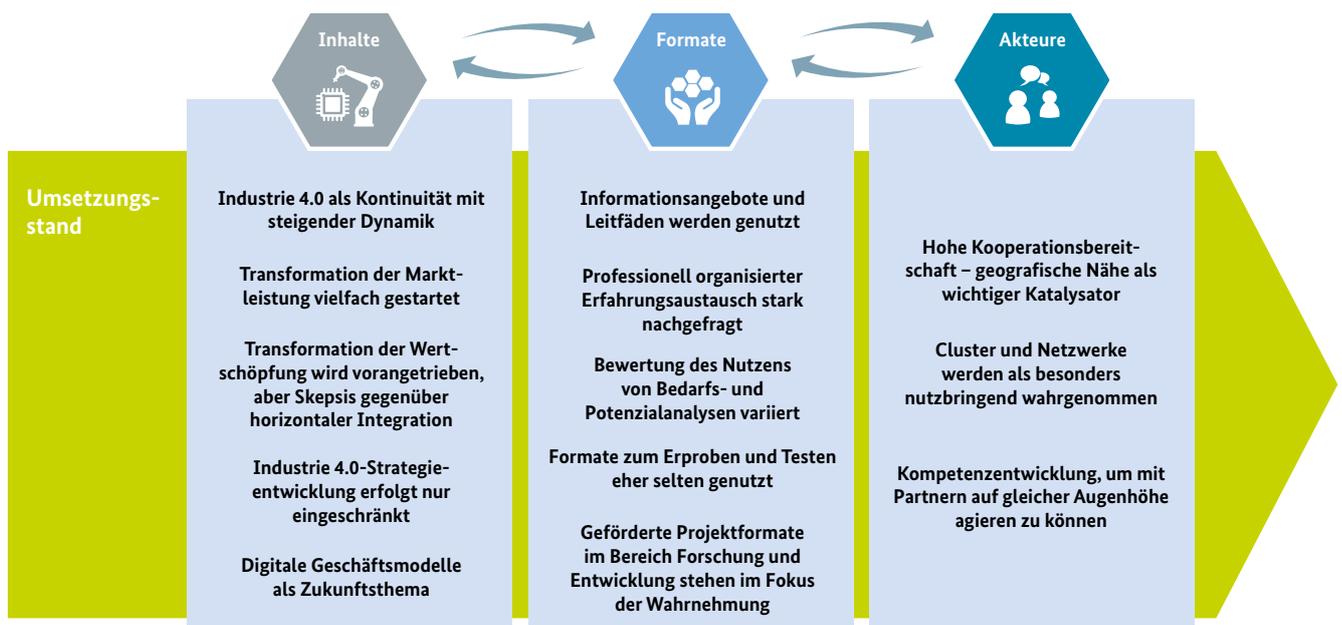
Nahezu alle KMU, die an der Vorstudie teilgenommen haben, sind kurz- bis mittelfristig an der Nutzung von Industrie 4.0-Technologien interessiert oder arbeiten bereits an der Umsetzung eigener Lösungen. Die Befragten sehen sich

auf vielfältige Weise mit Industrie 4.0 konfrontiert, setzen jedoch unterschiedliche Prioritäten. In diesem Zusammenhang wird in den meisten Interviews zwischen der Transformation der Wertschöpfung hin zu digital gestützten Entwicklungs-, Produktions- oder Vertriebsprozessen und der Transformation der eigenen Produkte, etwa durch die Implementierung datenbasierter Services, unterschieden.

„Wir unterscheiden zwischen Industrie 4.0 für unser Produkt und Industrie 4.0 in unserer Produktion, wobei wir mit unserer Produktpalette angefangen haben und jetzt in die Produktion gehen.“

Beispielsweise beschreibt ein Anbieter von Regelventilen, dass die Digitalisierung der Produkte wenig fortgeschritten sei, da das Unternehmen vorrangig als Produzent für andere Unternehmen agiere. Im Hinblick auf die Wertschöpfung werde die Digitalisierung hingegen stetig vorangetrieben. Die befragten Führungskräfte sehen in Industrie 4.0 eine Zukunftssicherung für ihre Unternehmen und erkennen die Herausforderungen bei der facettenreichen Umsetzung. Abbildung 3 gibt einen Überblick zum aktuellen Umsetzungsstand in den befragten Unternehmen.

Abbildung 3: Übersicht zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand in den Unternehmen



Quelle: eigene Darstellung

5.1 Inhalte

Nachfolgend werden die Befunde zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand in der Dimension Inhalte erläutert. Diese gliedern sich in fünf Abschnitte (vgl. Abbildung 3).

Industrie 4.0 als Kontinuität mit steigender Dynamik

Aus den Interviews werden unterschiedliche Perspektiven auf das Handlungsfeld Industrie 4.0 deutlich. Während einige Befragte die umwälzenden neuen Möglichkeiten durch die Vernetzung physischer Maschinen über das Internet betonen, ordnet der Großteil der Befragten die Transformation in den kontinuierlich stattfindenden Prozess der Digitalisierung ein. Vor diesem Hintergrund werden Lösungen und Projekte, die Teilaspekte vernetzter Produkte oder der vernetzten Produktion betreffen, als Industrie 4.0-Lösungen verstanden. Beispiele hierfür sind Assistenzsysteme in der Produktion, die Umsetzung einer vorausschauenden Wartung für ein System oder die Datendurchgängigkeit auf Basis neuer Kommunikationsprotokolle.

„Industrie 4.0 ist bei uns ein permanentes Thema. Unabhängig davon schauen wir als Unternehmen schon lange, wie und wo uns die Digitalisierung helfen kann, Prozesse zu beschleunigen, zu vereinfachen oder transparenter zu gestalten.“

„Das hat bei uns einen sehr hohen Stellenwert. Konkrete Projekte unter dem Namen Industrie 4.0 führen wir seit etwa drei Jahren durch.“

Die Mehrheit der befragten KMU setzt sich bereits intensiv mit Industrie 4.0-Technologien und Anwendungsmöglichkeiten auseinander. In vielen Unternehmen werden spezifische Industrie 4.0-Projekte abgewickelt. Hiermit verbunden ist die Wahrnehmung einer deutlich zunehmenden Dynamik des Wandels. Es herrscht das Verständnis, sich fortlaufend mit Handlungsoptionen auseinandersetzen zu müssen, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben.

Die Interviewpartner berichten übereinstimmend, dass es erheblich vom Einsatz bestimmter Schlüsselpersonen abhängt, wie stark die Transformation vorangetrieben wird. Verantwortliche Personen stammen in der Regel aus den Reihen der Geschäftsführung oder leiten Entwicklungsabteilungen wie die Elektronikentwicklung oder die Automation. Die Organisation erfolgt neben dem Alltagsgeschäft – neue Stellen werden in der Regel nicht geschaffen. Bei einigen KMU haben sich interdisziplinäre Teams aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen etabliert, die als erste Instanz im Prozess der Umsetzung agieren. Eine weitere wichtige Voraussetzung sehen die Befragten im hohen Engagement und der Verpflichtung der Führungsebene: Die Begeisterung und der Wille, Industrie 4.0 zu gestalten, müsse aus den leitenden Funktionen in die weiteren Hierarchieebenen kommuniziert werden.

Transformation der Marktleistung vielfach gestartet

Ein Großteil der befragten KMU beschäftigt sich mit der Transformation der Marktleistung hin zu Smart Products⁵ und Smart Services⁶. Der Umsetzungsstand variiert jedoch, unter anderem bedingt durch die Position des Unternehmens in der Wertschöpfungskette, der Kundennachfrage oder der Technologie- und Innovationsorientierung des Unternehmens. Vorteile sehen die KMU insbesondere in der Möglichkeit, die eigenen Produkte durch datenbasierte Services weiter zu verbessern und noch kundenindividueller auszurichten. Anwendungsfälle sind unter anderem eine vereinfachte Inbetriebnahme, die vorbeugende Instandhaltung, eine Maschinen- und Prozessüberwachung oder die Erhöhung der Prozesstransparenz, um andere Teilsysteme der Anlage, nachgelagerte Prozesse oder Leitsysteme in Kenntnis zu setzen. Von einem Verharren in alten Strukturen kann keine Rede sein. Vielmehr befinden sich viele KMU in einer Analysephase oder leisten Grundlagenarbeit. So wird etwa durch die Integration von Sensorik und Speichersystemen die Basis zur Datensammlung und -auswertung gelegt.

- 5 „Smart Products sind physische Objekte, die mit IKT ausgestattet sind. Dadurch sind sie eindeutig identifizierbar und können mit ihrer Umwelt interagieren. Sie erfassen ihre Umwelt und den eigenen Zustand über Sensorik und bieten unterschiedliche Zusatzfunktionen im betrieblichen Kontext an.“ (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 68).
- 6 Unter Smart Services werden über das Internet individuell konfigurierte Pakete aus Produkten, Dienstleistungen und Diensten verstanden (vgl. Arbeitskreis Smart Service Welt/acatech 2015). Diese Services umfassen zum Beispiel prädiktive Dienstleistungen aus der Ferne oder auch neue Geschäftsmodelle wie den Handel mit Produktionskapazitäten oder -daten (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 68).

„Unsere Tätigkeiten sind aktuell Grundlagenarbeit, um in nachfolgenden Schritten Lösungen wie eine vorausschauende Wartung ermöglichen zu können. Es geht darum, grundlegende Architekturen zu schaffen, zum Beispiel SPS-Systeme (Systeme zur speicherprogrammierbaren Steuerung, Anm. d. Red.), die bis ins Detail auswertbar sind, oder Software- und Datenarchitekturen, auf denen man später aufsetzen kann. Primär geht es auch darum, sich keine Wege zu verbauen.“

„Aktuell wird die vollständige Datendurchgängigkeit unserer Produkte von unseren Kunden noch nicht verlangt. Zwar spricht jeder darüber, aber unsere Kunden aus dem Maschinen- und Anlagenbau sind scheinbar noch nicht so weit. Aber wenn wir erst anfangen, wenn unsere Kunden die Lösungen anfragen, dann ist es zu spät.“

Die Befunde spiegeln die Heterogenität der KMU wider: Vorreiter bieten bereits Lösungen an, zum Beispiel eine intelligente dezentrale Antriebstechnik für die Intralogistik, oder führen erweiterte Machbarkeitsanalysen durch. Andere Befragte erwägen erst noch die Umsetzung grundlegender Funktionen oder informieren sich über Nutzenpotenziale. Entwicklungen in Richtung künstlicher Intelligenz und autonomer Systeme werden nur von einzelnen der befragten KMU verfolgt. Die Mehrheit hegt aktuell noch Zweifel, ob die Ansätze auf die eigenen Aufgabenstellungen übertragbar sind.

Transformation der Wertschöpfung wird vorangetrieben, aber Skepsis gegenüber horizontaler Integration

Beim Großteil der teilnehmenden KMU spielt die vertikale Integration eine wichtige Rolle. Hier liegt der Fokus auf der schrittweisen Erschließung. Es sind schon verbreitet IT-Systeme im Einsatz, unter anderem Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Execution System (MES) oder Systeme zur Qualitätsverfolgung. Viele Befragte äußern den Anspruch, unternehmensintern eine durchgängige Digitalisierung erreichen zu wollen. Als vordringliche Anwendungsfälle werden etwa die digital gestützte Auftragssteuerung und -abwicklung, eine durchgehende CAD-CAM-Integration, eine bedarfsgerechte Qualitätssicherung während des Fertigungsprozesses, Montage-Assistenzsysteme oder Cockpit-Applikationen zur Visualisierung genannt.

„An den Montagearbeitsplätzen erhalten die Mitarbeiter produktabhängige Hinweise. Wenn der Auftrag ins System eingestellt ist und ausgedruckt wird, werden mehrere Barcodes aufgeklebt. Dann scannt die Produktionsleitung den Auftrag für die entsprechende Produktionslinie ein. Anschließend werden automatisch die notwendigen Daten auf die Arbeitsplätze geladen. Das Vorgehen ist sehr prozesssicher und ermöglicht ein schnelles Anlernen von neuem Personal.“



Von einer durchgängigen Vernetzung ist die überwiegende Mehrheit allerdings noch entfernt. Zwar werden Daten automatisierter Produktionsprozesse vielfach bereits gesammelt, allerdings ohne weitere Verwendung oder Diagnose. Einige Befragte geben an, verschiedene digitale Insellösungen geschaffen zu haben. Dies birgt allerdings die Gefahr von Medienbrüchen und Inkompatibilitäten. Mehrere KMU-Vertreterinnen und -Vertreter schildern Unsicherheiten, in welchen Wertschöpfungsbereichen Industrie 4.0 wirtschaftlichen Nutzen bringt. Auch die Frage, an welcher Stelle mit dem Wandel begonnen werden soll, beschäftigt KMU. Hinzu kommt Klärungsbedarf, wie sich Lösungen in bestehende Prozesse und Infrastrukturen integrieren lassen und in welchem Umfang Bestandsanlagen modernisiert werden können.

Die unternehmensübergreifende horizontale Integration spielt in der Umsetzung von Industrie 4.0 bei den befragten KMU eher eine untergeordnete Rolle. Beispielsweise herrscht Skepsis gegenüber dominanten Marktteilnehmern wie Plattformen oder einer zu engen Vernetzung mit großen Kunden oder Lieferanten. Zudem amortisiert sich die vollständige digitale Integration über die Lieferkette nach Ansicht vieler Befragter bei kleinen Stückzahlen und einer Vielzahl von Kunden und Lieferanten in der Regel nicht. Einige der Führungskräfte kritisieren, dass manche Kunden Digitalisierung als Einbahnstraße begreifen: Als Lieferant müsse man Ausschreibungen, Auftragsbestätigungen und Rechnungen von den Portalen dieser Kunden beschaffen, eine direkte Vernetzung mit den eigenen IT-Systemen bleibe aber verwehrt. Was die Nutzung von Plattformen oder die Ausprägung flexibler Wertschöpfungsnetze anbetrifft, ist der Umsetzungsstand folglich bei den meisten KMU wenig fortgeschritten.

Industrie 4.0-Strategieentwicklung erfolgt nur eingeschränkt

Aus den geführten Interviews ergibt sich ein heterogenes Bild hinsichtlich der längerfristig angelegten Steuerung der Industrie 4.0-Aktivitäten in den Unternehmen: Einige Befragte verfolgen eine Industrie 4.0- beziehungsweise Digitalisierungsstrategie. Umsetzungsmaßnahmen bauen aufeinander auf und Fachleute unterschiedlicher Fachdisziplinen werden in Entscheidungsprozesse eingebunden.

Im Gegensatz dazu fehlt bei vielen der teilnehmenden KMU eine solche Strategie, sodass Entscheidungen ausschließlich von der Intuition und Erfahrung einzelner Akteure abhängen. Im Übergang zur Dimension der Formate berichten einzelne Befragte von genutzten Unterstützungsangeboten⁷, die jedoch regional begrenzt sind oder sich auf Orientierungsleitfäden beschränken. Bei Letzteren wird eine ordnende Moderation, kritische Diskussion oder kooperative Lösungsfindung vermisst.

Digitale Geschäftsmodelle als Zukunftsthema

Aus den geführten Interviews geht hervor, dass sich einige KMU mit Potenzialen und Gestaltungsmöglichkeiten digitaler Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit Industrie 4.0 beschäftigen. So besteht beispielsweise Interesse an Betreibermodellen und den dafür notwendigen Änderungen am System oder es werden Auswirkungen digitaler Plattformen auf das eigene Geschäft abgeschätzt. Allerdings wird den neuen Geschäftsmodellen vor allem eine perspektivische Relevanz beigemessen – die Umsetzung ist in den befragten KMU bisher kaum fortgeschritten. So werden Smart Services vorderhand als Veredelung der bisherigen Marktleistung und den daran geknüpften bestehenden Geschäftsmodellen betrachtet.

Einige Befragte äußern außerdem Vorbehalte gegenüber digitalen Geschäftsmodellen. Diese liegen insbesondere in Sicherheitsbedenken aktueller Datenspeicherungs- und Übertragungstechnologien. Auch Fragen bezüglich der Gewährleistung und Haftung bei etwaigem Datenverlust lassen manche Unternehmen Abstand nehmen.

5.2 Formate

In diesem Kapitel werden die Befunde der Interviews zu den genutzten KMU-Unterstützungsformaten beschrieben. Diese gliedern sich in fünf Abschnitte (vgl. Abbildung 3).

Informationsangebote und Leitfäden werden genutzt

Ein Großteil der Interviewpartner gibt an, regelmäßig an Informationsveranstaltungen oder Fachkonferenzen teilzu-

⁷ Diese Vorstudie konzentriert sich auf frei verfügbare (zum Beispiel Leitfäden, Methodenbaukästen) und geförderte Angebote (zum Beispiel Angebote der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren). Angebote von Dienstleistungsunternehmen wurden nicht betrachtet.

nehmen. Diese adressieren in den vergangenen Jahren und auch aktuell sehr häufig Industrie 4.0 oder die digitale Transformation. Solche Veranstaltungen werden von den meisten Befragten allerdings nicht direkt als Industrie 4.0-Unterstützung wahrgenommen. Auf überregionaler Ebene werden unter anderem Veranstaltungen und Fachkonferenzen des VDMA, des Bundesverbands Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Bitkom) oder des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) nachgefragt. Auf regionaler Ebene werden Veranstaltungen von Netzwerken, Wirtschaftsförderern, Kammern oder Akteuren aus der Wissenschaft genutzt. Wichtige Kriterien für die Auswahl von Angeboten sind neben einer professionellen Organisation der unmittelbare Bezug auf KMU und die Darstellung von konkreten Anwendungsbeispielen. Auch bevorzugen viele Führungskräfte ihnen bekannte Angebote.

„Ich bin regelmäßig auf Informationsveranstaltungen, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Man knüpft Kontakte und bekommt neue Ideen.“

Zudem nutzen einige der befragten KMU verfügbare Leitfäden, zum Beispiel den „Leitfaden Industrie 4.0“ des VDMA⁸. Wichtige Merkmale sind hier ebenfalls eine hohe Anwendungsorientierung sowie die Aktualität der Inhalte.

Professionell organisierter Erfahrungsaustausch stark nachgefragt

Die befragten Führungskräfte schildern durchgängig, dass sie in Bezug auf Industrie 4.0-Anwendungsbeispiele insbesondere den Erfahrungen anderer KMU eine hohe Bedeutung beimessen. Die Führungskräfte schätzen den Erfahrungsaustausch zu umgesetzten Lösungen und Herausforderungen bei der Umsetzung. Folglich werden Erfahrungsaustauschformate von den teilnehmenden Unternehmen stark nachgefragt. Auch die befragten Multiplikatoren berichten von großem Interesse für eigene Angebote in dieser Richtung. Als notwendige Voraussetzungen werden allerdings eine professionelle Organisation und Moderation angesehen. Als wertvoll werden in diesem Zusammenhang auch Besichtigungen anderer Unternehmen wahrgenommen,

um „Lösungen zum Anfassen“ kennenzulernen – natürlich unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrads, um keine sensiblen Informationen preiszugeben.

Bewertung des Nutzens von Bedarfs- und Potenzialanalysen⁹ variiert

Hinsichtlich der Erfahrungen mit Potenzial- und Bedarfsanalysen ergeben die geführten Interviews ein geteiltes Meinungsbild. Einige der Befragten bemängeln einen zu geringen Nutzen für den betriebenen Aufwand oder eine mangelnde Anschlussfähigkeit nach der Durchführung. Andere KMU-Führungskräfte bezeichnen die Formate hingegen als wesentlichen Grundstein für verschiedene Industrie 4.0-Aktivitäten in ihren Unternehmen. Bei ihnen beschränkt sich die Kritik auf die zu geringe Verfügbarkeit der Angebote. Genutzt werden neben Analyseangeboten der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren auch die in einigen Bundesländern verfügbaren Gutscheinmodelle, beispielsweise der Digitalisierungsgutschein Analyse und Bewertung in NRW und in geringerem Ausmaß der BMWi-Innovationsgutschein (go-Inno). Nur einzelne Führungskräfte geben an, Angebote zur detaillierten Bestimmung des eigenen Industrie 4.0-Reifegrads, zum Beispiel über den acatech Maturity Index, genutzt zu haben.

Insbesondere Analyseangebote der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren werden in den Interviews positiv bewertet. Als Vorteile werden genannt: Praxis- und Technologienähe, eine kurze Vorlaufzeit, kaum formale Aufwände und passende Anknüpfungsformate nach der Durchführung. Einige der Befragten bekräftigen die Notwendigkeit eines systematischen Vorgehens.

Formate zum Erproben und Testen eher selten genutzt

Im Zuge der Interviews bekundeten viele Führungskräfte Interesse daran, neue Technologien schnell und praxisnah kennenzulernen. Hierfür bestehen Möglichkeiten zur kooperativen Erprobung in Industrie 4.0-Testumgebungen, die etwa an Hochschulen oder Forschungsinstituten betrieben werden. Allerdings haben nur wenige der teilnehmenden

8 Vgl. VDMA Forum Industrie 4.0 et al. 2015.

9 Hierunter verstehen die Autoren Analyseangebote mit einem Umfang von wenigen Tagen, in deren Rahmen unternehmensspezifische Industrie 4.0-Bedarfe oder -Potenziale aufgedeckt werden. Die Angebote können auf die Marktleistung, das Geschäftsmodell oder die Wertschöpfung ausgerichtet sein. Beispiele finden sich etwa in den Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren. Neben der Identifikation von konkreten Handlungsoptionen verfolgen die Angebote die Zielsetzung, mögliche Hemmschwellen vor Industrie 4.0 abzubauen und KMU für Einsatzmöglichkeiten zu sensibilisieren.



KMU weitreichende Nutzungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel die Integration einer eigenen Maschine in eine verfügbare Testumgebung, in Anspruch genommen. Stattdessen beschränken sich die Erfahrungen auf Informationsveranstaltungen, Demonstrationen oder Fachworkshops. Möglicherweise besteht ein zusätzlicher Informationsbedarf über verfügbare Testumgebungen und deren Angebote oder es bedarf zusätzlicher Anreize für die Nutzung.

Geförderte Projektformate im Bereich Forschung und Entwicklung stehen im Fokus der Wahrnehmung

Mehrere Befragte geben an, bereits KMU-spezifische Förderprogramme im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE), wie das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), die Förderinitiative KMU-innovativ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) oder Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) in Anspruch genommen zu haben. Diese Programme haben aufgrund ihres langjährigen Bestehens und ihres Erfolgs einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Bei den teilnehmenden KMU liegt ein Schwerpunkt auf ZIM-Projekten.

Die genannten Programme werden von den Befragten als attraktive Unterstützung wahrgenommen. In Kooperation mit Hochschulen, Forschungsinstituten und anderen Unternehmen können innovative Lösungen umgesetzt und Know-how aufgebaut werden. Als vorteilhaft werden die thematische Offenheit sowie die Möglichkeit der kontinuierlichen Einreichung von Anträgen wahrgenommen. Obwohl die genannten Programme nicht explizit auf Industrie 4.0 zielen, werden sie dennoch in der Vorstudie berücksichtigt. Allerdings sehen einige Unternehmensvertreterinnen und -vertreter sowie befragte Multiplikatoren bei ZIM Anpassungsbedarf im Hinblick auf die Umsetzung von Digitalisierungsprojekten – zum Beispiel in Bezug auf stark softwareorientierte Innovationen.

Einige Interviewpartner geben an, auch in größere Verbundvorhaben auf Bundes- oder Landesebene involviert gewesen zu sein. Einigkeit besteht bei den Angeboten auf EU-Ebene: Diese werden als administrativ aufwendig und wenig auf KMU zugeschnitten wahrgenommen.

„In einem Verbundprojekt arbeiten wir mit zwei Forschungspartnern zusammen. Es geht darum, Informationen über das Produkt zusammenzustellen, das auf unserer Maschine produziert wird. Es wird versucht, die große Datenmenge visuell mit Algorithmen darzustellen und Muster zu erkennen. Ich bin gespannt, inwiefern sich das praxistauglich im Betrieb umsetzen lässt.“

5.3 Akteure

In diesem Kapitel werden die Befunde zum Umsetzungsstand in der Dimension Akteure vorgestellt. Diese sind in drei Abschnitte gegliedert (vgl. Abbildung 3).

Hohe Kooperationsbereitschaft – geografische Nähe als wichtiger Katalysator

Nahezu alle Befragten geben an, für Kooperationen mit externen Akteuren offen zu sein, da dies unter anderem den Zugang zu Know-how erleichtert. Zudem steigt die Bedeutung von Kooperationen im Handlungsfeld Industrie 4.0 nach Aussage vieler Befragter. Als bevorzugte Partner werden neben Kunden, Zulieferern und Dienstleistern von vielen KMU-Führungskräften auch Hochschulen und Forschungsinstitute zur Umsetzung von FuE-Vorhaben im Handlungsfeld Industrie 4.0 genannt.

Eine zentrale Rolle spielt die geografische Nähe zum Partner: Regionale Kooperationen werden bevorzugt, weil die als wichtig empfundene direkte Kommunikation vor Ort mit weniger Aufwand verbunden ist. Nichtsdestotrotz pflegen die KMU mehrheitlich auch überregionale Partnerschaften. Weiterhin nennen die Führungskräfte eine gemeinsame Vertrauensbasis als ausschlaggebend. Daher werden insbesondere bei FuE-Vorhaben Kooperationsbeziehungen favorisiert, die über einen längeren Zeitraum gewachsen sind.

Der Großteil der Befragten hat gute Erfahrungen mit Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen gemacht. Zum einen entwickelt sich aus längerfristigen Kontakten häufig eine vertrauensvolle Partnerschaft, zum anderen bieten sich gute Möglichkeiten für den Zugang zu Know-how oder die Rekrutierung von Fachkräften. Im Zuge der Kooperation wird der implizite Know-how-Transfer sowie der Blick über den Tellerrand von vielen Befragten als gleichwertig mit den Projektergebnissen angesehen. Auf etwaige Probleme in der Zusammenarbeit wird in Kapitel 6 näher eingegangen.

Cluster und Netzwerke werden als besonders nutzbringend wahrgenommen

Viele Befragte berichten von einer Beteiligung in Clustern und Netzwerken. Das Rollenverständnis reicht dabei von der passiven Teilnahme bis hin zum aktiven Treiben. Mehrere Interviewpartner betonen, dass sie das Umfeld und die Angebote von Clustern, Netzwerken und vergleichbaren Initiativen häufig in Anspruch nehmen und positiv bewerten. Genannt wurden zum Beispiel das Spitzencluster Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it's OWL), die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren Digital in NRW und Chemnitz oder das Cluster Mechatronik und Automation in Bayern.

„Die Mitarbeit in Clustern und Netzwerken gewinnt im Industrie 4.0-Zeitalter eine noch größere Bedeutung. So bekommt man etwa aufgezeigt, was technologisch alles möglich ist. Die Mitarbeit beziehungsweise das Profitieren von Clustern muss allerdings über einen längeren Zeitraum wachsen. Der Nutzen entsteht durch den Austausch mit anderen Unternehmen, die die gleiche Größe, die gleichen Herausforderungen haben.“

Nach Aussage vieler Befragter bieten Cluster und Netzwerke eine sehr gute Plattform für den Erfahrungsaustausch mit anderen KMU und für die Durchführung von gemeinsamen

Industrie 4.0-Projekten. Insgesamt gewinnen Cluster nach Einschätzung mehrerer Interviewpartner an Bedeutung. Es entstehen vielschichtige Innovationsökosysteme mit Kooperationsbeziehungen auf unterschiedlichen Ebenen und mit verschiedenen Zielsetzungen. So bieten sich auch weniger kooperationserfahrenen Unternehmen gute Möglichkeiten zur Partizipation. Dies wird beispielsweise durch Aussagen von befragten Führungskräften bestätigt, die in den vergangenen Jahren über Clusterstrukturen erstmalig Kontakt zu Hochschulen oder Forschungsinstituten aufgebaut haben.

„Hier gibt es Cluster mit einer hohen Reichweite. Hier kann die Unterstützungskette gut abgebildet werden. Es ist ein Geben und Nehmen. Das KMU fragt nach Unterstützung, zum Beispiel nach Partnermatching, und der Clustermanager vermittelt entsprechend. Zu einem späteren Zeitpunkt sucht der Clustermanager vielleicht einen Ort für eine Factory-Tour oder einen Vortragenden für eine Präsentation und kommt dann wieder auf das Unternehmen zu. Und so werden KMU Schritt für Schritt in das System eingebunden beziehungsweise das Cluster wächst.“

Kompetenzentwicklung, um mit Partnern auf gleicher Augenhöhe agieren zu können

Mehrere Befragte schildern trotz bestehender Herausforderungen bei der facettenreichen Umsetzung den Anspruch, einen signifikanten Anteil der Entwicklung von Industrie 4.0-Lösungen in Eigenregie zu bewältigen. Andere Interviewpartner vertreten die Meinung, dass es nicht in allen Technologiebereichen im Handlungsfeld Industrie 4.0 möglich und wirtschaftlich ist, eigene Expertise aufzubauen. Deshalb wird auf fachspezifisches Wissen externer Partner wie zum Beispiel Implementierungsdienstleister zurückgegriffen.

„Wir möchten Herr unserer Daten sein und die darauf aufbauenden Lösungen auch weitestgehend eigenständig umsetzen oder zumindest mit Partnern auf Augenhöhe agieren. Die Zielsetzung ist: So viel, wie nur geht, selber machen, um auch Abhängigkeiten zu vermeiden.“

Nach Aussage vieler Befragter streben die KMU an, ihre Kompetenzen mindestens so weit zu entwickeln, dass eine Kooperation mit externen Partnern auf gleicher Augenhöhe möglich ist. Der Lernprozess erfolgt in der Regel durch „Learning by Doing“. Zu lösende Herausforderungen und neue Fragestellungen ergeben sich häufig aus konkreten Aufträgen oder Projekten. Folglich werden Kompetenzen

anwendungsfallsspezifisch aufgebaut. Ferner wird in den Interviews wiederholt angemerkt, dass zwar Lösungen zugekauft werden können, aber Industrie 4.0 in jedem Fall einen Wandel im Unternehmen erfordert.

5.4 Zusammenfassung der Befunde

Die Befunde zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand der KMU zeigen, dass sich nahezu alle der an der Vorstudie teilnehmenden Unternehmen intensiv mit Industrie 4.0-Technologien und -Anwendungen beschäftigen. Es herrscht das Verständnis, sich fortlaufend mit Handlungsoptionen auseinandersetzen zu müssen, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Dabei wollen die befragten Führungskräfte von KMU einen signifikanten Anteil der Lösungsentwicklung in Eigenregie bewältigen und Kompetenzen aufbauen, um mit Partnern auf gleicher Augenhöhe kooperieren zu können.

In vielen KMU werden spezifische Industrie 4.0-Projekte abgewickelt. Von einem Verharren in alten Strukturen kann keine Rede sein. Dennoch kann der Fortschritt unternehmensindividuell sehr variieren. Während Vorreiter bereits Industrie 4.0-Lösungen anbieten oder einsetzen, stehen andere KMU erst am Anfang, erwägen die Umsetzung grundlegender Funktionen oder informieren sich über neue Technologien. Im Hinblick auf die Transformation der Marktleistung hin zu integrierten Produkt-Service-Systemen befinden sich die meisten KMU noch in der Analyse oder experimentieren. Beispielsweise steht die Datennutzung als Grundlage für Dienste vielfach noch am Anfang. Digitalen Geschäftsmodellen wird vor allem eine perspektivische Relevanz beigemessen. Beim Großteil der KMU spielt die digitale vertikale Integration der Wertschöpfung eine wichtige Rolle und mündet in verschiedene Lösungen. Dennoch

ist die Mehrheit der KMU von einer durchgängigen Vernetzung noch entfernt. Hinzukommt, dass die längerfristig angelegte Steuerung der Industrie 4.0-Aktivitäten anhand einer Industrie 4.0- beziehungsweise Digitalisierungsstrategie nur bei einigen KMU erfolgt.

Viele der befragten KMU nehmen Industrie 4.0-Unterstützungsangebote zur Sensibilisierung oder zur Bedarfs- und Ideenfindung in Anspruch. Mehrere Befragte äußern zudem, dass Formate zur Lösungsumsetzung genutzt werden, und betonen die Attraktivität KMU-spezifischer Förderprogramme wie des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM), der Förderinitiative KMU-innovativ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) oder der Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Ferner äußern die Führungskräfte durchweg eine hohe Nachfrage nach Erfahrungsaustauschformaten, da sie in Bezug auf Industrie 4.0-Anwendungsbeispiele den Erfahrungen anderer KMU eine hohe Bedeutung beimessen. Ferner begrüßen einige Befragte Möglichkeiten zum schnellen, praktischen Kennenlernen und Erproben. Dennoch zeigen die Befunde zur Nutzung von Angeboten eine Zurückhaltung gegenüber Industrie 4.0-Demonstrationsumgebungen.

Die teilnehmenden Unternehmen sind für Kooperationen durchweg offen. Es wird deutlich, dass viele KMU regional gut vernetzt sind und bei der Angebotsnutzung Partner in ihrer Nähe favorisieren. Folglich zeichnet sich ab, dass die regionale Ebene ein zentrales Gestaltungsfeld der KMU-Unterstützung zu Industrie 4.0 darstellt. Cluster und regionale Netzwerke werden als besonders nutzbringend wahrgenommen. Diese bilden vielschichtige vitale Innovationsökosysteme für den Austausch mit anderen KMU sowie wissenschaftlichen Einrichtungen und unterstützen die Orchestrierung von Unterstützungsangeboten.

6 Hemmnisse bei der Industrie 4.0-Umsetzung und Angebotsnutzung

Obgleich viele Unternehmen Industrie 4.0 sehr engagiert angehen und Projekte erfolgreich umsetzen, zeigen die geschilderten Erfahrungen der befragten KMU-Führungskräfte, dass bei der Umsetzung unterschiedliche Herausforderungen und Hemmnisse auftreten können. Diverse Angebote verfolgen daher die Zielsetzung, KMU zu unterstützen. Doch auch die Nutzung dieser Industrie 4.0-Angebote kann für KMU eine Herausforderung darstellen. Daher erfordert die Weiterentwicklung der KMU-Unterstützung eine umfassende Kenntnis vorhandener Hemmnisse. Die Interviewpartner wurden unter anderem gefragt:

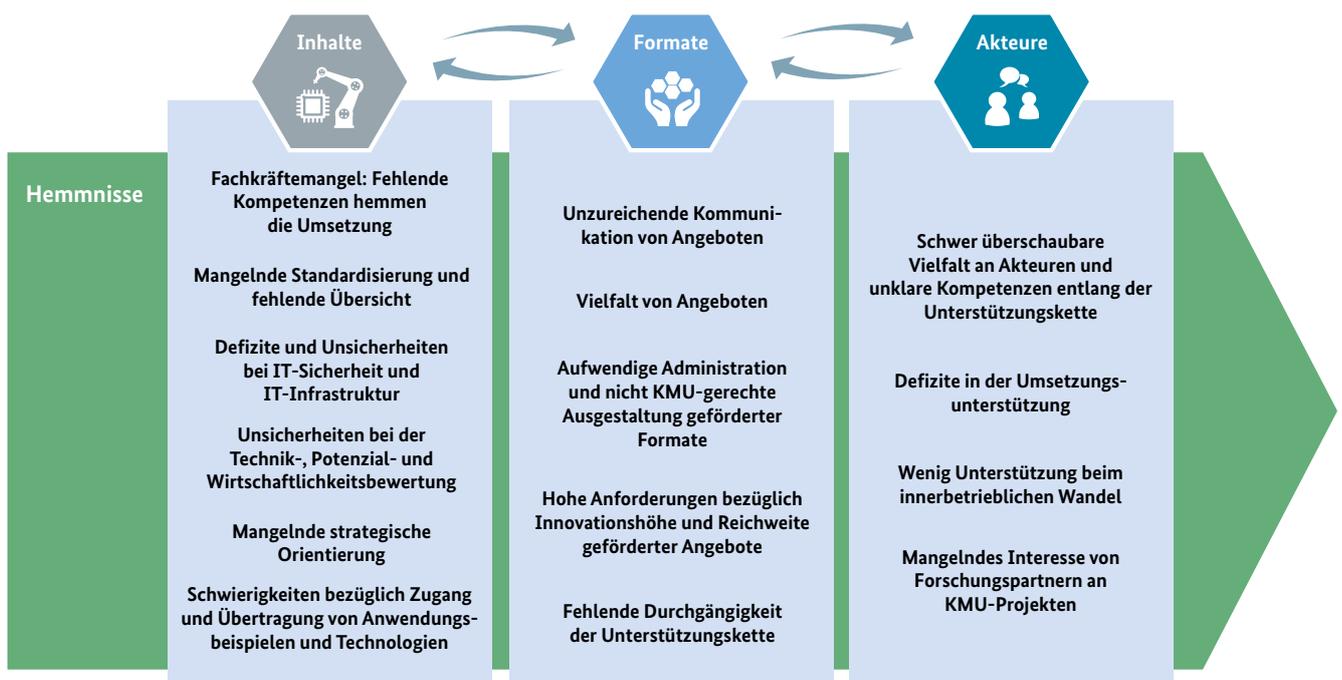
- In welchen für Industrie 4.0 spezifischen Bereichen bestehen für Sie Herausforderungen?
- Können Sie ein Beispiel geben von einer Umsetzungs-idee oder einem Vorhaben, das letztendlich nicht weiterverfolgt wurde? Woran lag das?
- Haben Sie in der Vergangenheit Unterstützungsangebote in Anspruch genommen? Falls nein, was hinderte Sie daran?

Aus den geführten Interviews zeichnen sich Hemmnisse und Herausforderungen sowohl bei der Industrie 4.0-Umsetzung als auch bei der Angebotsnutzung ab. Dabei unterscheiden sich die wahrgenommenen Hemmnisse von KMU zu KMU, und nicht alle Hemmnisse treffen gleichermaßen auf jedes Unternehmen zu. Zugleich kann die Ausprägung eines Hemmnisses von Unternehmen zu Unternehmen variieren. Die geäußerten Hemmnisse decken sich in weiten Teilen mit den Ergebnissen vorhandener Studien, die im Rahmen der Bestandsaufnahme ausgewertet wurden. Aus der Zusammenführung resultiert ein Gesamtbild, welches in die eingeführten Dimensionen Inhalte, Formate und Akteure strukturiert wird (vgl. Abbildung 4).

6.1 Inhalte

Nachfolgend werden die identifizierten Hemmnisse in der Dimension Inhalte erläutert. Diese gliedern sich gemäß Abbildung 4 in sechs Abschnitte.

Abbildung 4: Übersicht der identifizierten Hemmnisse



Quelle: eigene Darstellung

Fachkräftemangel: Fehlende Kompetenzen hemmen die Umsetzung

Produzierende KMU stehen vor der Herausforderung einer steigenden Bedeutung von Software in ihren Produkten und ihrer Produktion. Hieraus resultieren komplexe Systeme, deren Beherrschung hohe Anforderungen an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stellt. In diesem Zusammenhang wird der Mangel an Fachkräften sowie die Gewinnung von qualifiziertem Nachwuchs durch verschiedene Studien als Hemmnis aufgezeigt.¹⁰ Dies wird von mehreren Unternehmensvertreterinnen und -vertretern im Rahmen der Interviews bestätigt. Beispielsweise wird nach qualifiziertem Personal in den Bereichen Softwarearchitekturen oder Mustererkennung in der Datenanalyse gesucht.¹¹ Einige KMU-Führungskräfte berichten, dass der Kompetenzaufbau zwar in Teilen durch die Beschäftigten selbst möglich ist, aber die verfügbare Personalkapazität bei der großen Vielfalt an Technologien nicht ausreicht. Andere Befragte äußern, dass sie Aufgaben in den genannten Bereichen derzeit nicht über eigene Kompetenzen abdecken können und sowohl Kooperationen als auch Qualifizierungsangebote notwendig sind.

„Unsere Kapazitäten sind nicht ausreichend. Es benötigt viel Zeit, um sich in die Themen einzuarbeiten. Die Vielfalt im Bereich Software und Datenbanken ist nahezu unüberschaubar und es kommt immer mehr hinzu.“

„In den Themenfeldern Softwarearchitekturen und Data Science fehlen Kompetenzen – hier sind Kooperationen notwendig.“

„Die Geschwindigkeit der Veränderungen hat deutlich zugenommen. Wenn wir eine Entwicklung starten, involvieren wir beispielsweise Lead-User, und dann nimmt das teilweise eine Dynamik an, bei der wir schwer hinterherkommen und dann das Tempo drosseln müssen.“

„KMU sind für viele Absolventen oder junge Berufserfahrene aus den IT-Bereichen nicht attraktiv. Ganz anders sieht das bei jungen Start-ups aus.“

Es lässt sich festhalten, dass die hohe Geschwindigkeit der Veränderung und die Vielfalt neuer Technologien und Anwendungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 eine Heraus-

forderung für KMU darstellen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen neue Kompetenzen aufbauen, sind jedoch gleichzeitig aufgrund der guten wirtschaftlichen Lage und der damit verbundenen hohen Auslastung im Tagesgeschäft gebunden. Die Umsetzung von Pilotvorhaben auf dem Weg zu Industrie 4.0 gleicht somit einem Balanceakt. Zusätzlich wird diese Herausforderung durch den wahrgenommen hohen Aufwand für Digitalisierungsprojekte sowie Schwierigkeiten bei der Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsbewertung verstärkt.

„Die Entwickler können sich nicht nur mit neuen Technologien beschäftigen, die haben Tagesgeschäft abzuwickeln; da fehlen natürlich Kapazitäten.“

„An Ideen mangelt es in keiner Weise, aber wir schaffen es zum Teil nicht, diese umzusetzen.“

Ein weiteres Hemmnis sehen einige der Befragten in der hohen Interdisziplinarität der Lösungen. Industrie 4.0 erfordere neben disziplinspezifischen Kenntnissen das Verständnis über korrespondierende Disziplinen. Es ist ein übergreifendes Systemdenken notwendig. Hier fehlt es an Kompetenzen und Möglichkeiten zur Weiterqualifizierung der Beschäftigten. Insgesamt zeichnet sich aus den Interviews ein Mangel an Unterstützung bei der Gewinnung neuer und der Qualifizierung vorhandener Fachkräfte ab. Es fehlt nach Aussage einiger Befragter an Angeboten, die den Zugang zu externem Know-how und Kapazitäten wirksam unterstützen.

„Wir brauchen dringend interdisziplinäre Fachkräfte, die sich mit der IT-Infrastruktur und Datenhaltung und -verarbeitung auskennen und gleichzeitig den Produktionsprozess verstehen.“

Mangelnde Standardisierung und fehlende Übersicht

Wesentliche Nutzenpotenziale von Industrie 4.0 ergeben sich trotz der zunehmenden Funktionalität der Einzelsysteme häufig erst aus der Vernetzung von Komponenten und Systemen. Dies setzt harmonisierte Schnittstellen voraus, die sich nach Möglichkeit an internationalen Normen und Standards orientieren. Vor dem Hintergrund weitreichender Versprechungen von Industrie 4.0 wie Interoperabilität,

10 Vgl. BMWi 2016, S. 69; Commerzbank AG 2015, S. 16; DIHK 2015, S. 4; DIHK 2017, S. 14 f; IW et al. 2016, S. 35.

11 Vgl. DIHK 2015, S. 4; Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, S. 11; Meißner et al. 2017, S. 608.

Vernetzung und Migrationsfähigkeit¹² sehen viele der befragten KMU in diesem Bereich Defizite. Mehrere der untersuchten Studien bestätigen diese Auffassung.¹³ Daraus resultieren Schwierigkeiten hinsichtlich der Auswahl und Implementierung von Standards für die eigenen Produkte sowie der Entscheidung über die Integration von Lösungen in die eigene Produktion. So ergeben sich Herausforderungen, wenn Anbieter entscheiden müssen, welche Schnittstellen sie ihren Kunden offerieren, um eine einfache Integration der Maschine gewährleisten zu können. Kaum ein Kunde sei bereit, aufwendige Schnittstellen- und Anpassungsprogrammierungen angemessen zu vergüten. Diese sind jedoch nach Auffassung der KMU-Führungskräfte derzeit noch notwendig. Auf Anwenderseite zeichnet sich in Teilen noch größere Verunsicherung ab: Welche Möglichkeiten der Standardisierung existieren überhaupt? Was muss zwingend nachgerüstet werden? Wie lassen sich Kosten und Nutzen der Standardisierung verlässlich kalkulieren?

Nach Wahrnehmung der Interviewpartner schreitet die Standardisierung für Industrie 4.0 zwar voran, aktuell stellen jedoch die unzureichende Kompatibilität von Schnittstellen und uneinheitliche Datenformate Herausforderungen dar. Eine Vielfalt an proprietären Lösungen unterschiedlicher Komponentenhersteller erschwert die Datendurchgängigkeit und somit den Aufbau vernetzter Systeme. Zudem wird auch eine fehlende Unterstützung bemängelt, etwa im Hinblick auf die Auswahl und Implementierung der Schnittstellen. Insgesamt stellen die Schwierigkeiten einen Unsicherheitsfaktor dar, der die Umsetzung von Industrie 4.0 in KMU hemmen kann.

„Teilweise ist noch nicht klar, welcher Standard oder welche Schnittstelle sich durchsetzt. Man möchte sich jetzt keine Wege für die Zukunft verbauen, deswegen fällt die Auswahl schwer.“

„Unsere Kunden fragen explizit nach Standardschnittstellen an unseren Maschinen, da sie sicherstellen müssen, dass die Maschinen darüber an die bestehende Infrastruktur schnell angeschlossen werden können.“

„Bei der Auswahl von Aktoren, Sensoren und Automatisierungskomponenten müssen wir darauf achten, dass diese in Richtung Kommunikationsstandards zukunftsfähig sind. Wir versuchen auch Standards zu nutzen. OPC-UA, IO-Link in der Feldebene sind da positive Beispiele.“

Defizite und Unsicherheiten bei IT-Sicherheit und IT-Infrastruktur

Im Bereich der IT-Sicherheit existieren erhebliche Hemmnisse bei der Umsetzung von Industrie 4.0 in KMU. Manche Führungskräfte beklagen Bedenken ihrer Kunden und ihre mangelnde Bereitschaft, Daten zu sammeln und den externen Zugriff darauf zuzulassen. Die Angst vor dem Verlust sensibler Unternehmensdaten ist bei Kunden groß. Dies kann die Umsetzung innovativer Services verhindern, obwohl die Technologien nach Aussage der befragten Führungskräfte ausreichend entwickelt sind. Mehrere Studien unterstreichen ein mangelndes Vertrauen in die IT-Sicherheit und eine hohe Verunsicherung im Bereich des Datenschutzes.¹⁴

„Zwar besteht bei den Kunden ein hohes Interesse an digitalen Technologien, jedoch stehen diesem Interesse oft unzureichende vorhandene Grundlagen gegenüber. Häufig haben Kunden ihre Maschinen nicht im Netzwerk, wünschen sich aber Ferndiagnose und -wartung.“

Sowohl einige Anwender als auch Anbieter unter den befragten KMU geben an, nicht über die notwendigen Ressourcen und das Know-how zur Gewährleistung von IT-Sicherheit zu verfügen. So bestehen Herausforderungen im Hinblick auf die Entwicklung sicherer Softwaresysteme, die Aufrechterhaltung des Schutzes über den Produktlebenszyklus, die Identifikation von Sicherheitsrisiken und die daran anknüpfende Erarbeitung von Schutzmaßnahmen.

Eine weitere Rolle können Hemmnisse im Bereich der IT-Infrastruktur spielen. Hier verweisen die befragten Führungskräfte auf hohe notwendige Investitionen, zum Beispiel für die Nachrüstung von Maschinenparks, in Verbindung mit der Schwierigkeit, die Wirtschaftlichkeit der Industrie 4.0-Lösungen zu bewerten. Weitere Herausforderungen bestehen

12 Vgl. Geisenberger/Broy 2012.

13 Vgl. Meißner et al. 2017, S. 608; IW et al. 2016, S. 35; Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, S. 12.

14 Vgl. IW et al. 2016 S. 35ff.; BMWi 2016, S. 69; Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, S. 5; Meißner et al. 2017, Siemens 2018, S. 9.

beim Management von fragmentierten IT-Infrastrukturen und hinsichtlich der Verknüpfung von Business- und Shopfloor-IT. Auch bei der durchgängigen Vernetzung des Unternehmens werden offenbar Hemmnisse aufgrund fehlender Standards wahrgenommen.

Die Aussagen der Befragten zur Nutzung von Clouds variieren stark. Während einige KMU ihre Datenhaltung vollständig über die Cloud abwickeln und von den Vorteilen der Cloud-Nutzung überzeugt sind, besteht bei anderen Unternehmen eine eher ablehnende Haltung. Ferner stellt eine unzureichende Breitbandanbindung für einige der befragten Führungskräfte ein erhebliches Problem dar. Sie befürchten, Marktleistungsinnovationen – basierend auf der Datensammlung, -auswertung und -nutzung – nicht umsetzen zu können. Das Hemmnis des unzureichenden Breitbandausbaus wird auch in vielen Studien genannt.¹⁵

Unsicherheiten bei der Technologie-, Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsbewertung

Aus den geführten Interviews wird deutlich, dass die adäquate Bewertung von Technologien oder von Potenzialen möglicher Industrie 4.0-Lösungen KMU vor Herausforderungen stellen kann. Ursächlich hierfür können mangelnde Erfahrungen und fehlendes Know-how in relevanten Technologiefeldern sein. Ebenso bemängeln einige der befragten KMU-Führungskräfte einen unzureichenden Reifegrad mancher Technologien für den Praxiseinsatz. Es ergeben sich Unsicherheiten, die strategische Entscheidungen erschweren und so die Umsetzung verzögern können. Infolgedessen kommen erfolgversprechende Lösungen trotz großem Interesse über die Idee- und Konzeptphase nicht hinaus.

„Wir haben in den relevanten Technologiefeldern nur eine geringe Vorerfahrung. Dementsprechend hoch sind Risiko und Unsicherheit. Beispielsweise wissen wir nicht, welche quantifizierbaren Potenziale konkret mit der Datenauswertung verbunden sind. Wir vermuten natürlich Potenziale, aber auch die Berechnung eines konkreten Business Case ist schwierig. Und wir wissen nicht, ob die Datenauswertung und Fusion der Daten – so wie wir uns das vorstellen – überhaupt klappt.“

„Entscheidungen über Technologierichtungen, die wir einschlagen, werden zusehends schwieriger. Aber zu warten, bis sich eine neue Plattform oder ein neuer Standard herauskristallisiert, ist auch keine Option für uns, denn dann wären wir mit unserer Entwicklung zu spät dran. Es herrscht im Vorfeld also eine große Unsicherheit, das ist eine zentrale Herausforderung.“

Die Unsicherheiten haben nach Aussage der Führungskräfte unterschiedliche Ursachen: Es besteht oft eine Vielfalt an Optionen, manche Lösungen entfalten erst durch Skaleneffekte den vollen Nutzen, oder die Umsetzung erfordert nur bedingt abschätzbare Grundlagentätigkeiten. Insbesondere die Ungewissheit darüber, welche Technologien tatsächlich praxistauglich und zukunftsicher sind, führen zu zurückhaltendem Verhalten. Häufig ist der wirtschaftliche Nutzen potenzieller Lösungen schwer zu bewerten. Das bestätigen auch vorliegende Studien.¹⁶ So stellt die Bewertung von Zwischenschritten auf dem Weg zu vollständig ausgeprägten Lösungen KMU vor Herausforderungen. Nach Aussage einiger Führungskräfte sind Kunden teilweise nicht bereit, den Aufwand angemessen zu vergüten, oder es ist schwierig, die Wirtschaftlichkeit der neuen Lösungen Kunden gegenüber zu belegen.

„Wir versuchen nach wie vor, Industrie 4.0-Projekte umzusetzen. Es fällt uns schwer zu bewerten, ob eine Lösung wirklich praxistauglich ist und ob der Kunde tatsächlich bereit ist, dafür Geld in die Hand zu nehmen.“

Des Weiteren zeichnet sich die Tendenz ab, dass bestehende geförderte Unterstützungsangebote die Bedarfe der KMU zur Technologie-, Potenzial und Wirtschaftlichkeitsbewertung nicht in vollem Umfang decken. Beispielsweise äußern Befragte, dass verfügbare Industrie 4.0-Selbstchecks nur einen ersten Einstieg darstellen. Das unternehmensspezifische Entwickeln von Handlungsoptionen und deren Umsetzungsplanung erfordert jedoch eine detaillierte Analyse der Geschäftsstrategie, der Unternehmensprozesse, der Marktleistung und des Geschäftsmodells. Hier berichten einige KMU von genutzten Angeboten der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren. Anderen Unternehmen sind diese Angebote unbekannt oder es wird auf die limitierte Verfügbarkeit hingewiesen. Inwieweit kommerziell verfügbare Angebote in diesem Handlungsbereich von KMU genutzt werden, ist in der Vorstudie nicht untersucht worden.

15 Vgl. DIHK 2015, S. 4; DIHK 2017, S. 15.

16 Vgl. Schröder et al. 2015, S. 13 ff.; IW et al. 2016, S. 35 f.; Koch et al. 2014.



Mangelnde strategische Orientierung

Für viele KMU stellen sich die folgenden Fragen: Wie wollen wir uns in der Wettbewerbsarena von morgen positionieren? Wo soll mit der Umsetzung von Industrie 4.0 begonnen werden? Wie lässt sich der Wandel ins Tagesgeschäft integrieren? Einige Führungskräfte merken dazu an, dass ihnen konkrete Vorstellungen für die strategiegeleitete Umsetzung im eigenen Unternehmen fehlen. So fällt es den Befragten offenbar schwer, Handlungsoptionen zu erkennen und zu priorisieren. Mehrere Studien führen eine mangelnde Industrie 4.0-Strategieorientierung ebenfalls als potenzielles Hemmnis auf.¹⁷

„Häufig wird etwas angefangen und dann an einer anderen Stelle weitergemacht, so dass ein Flickenteppich entsteht. Das ist eine Gefahr und daher braucht man eine Strategie.“

Insbesondere bei langfristigen, schrittweise aufeinander aufbauenden Entwicklungen kommt der systematischen Entscheidungsfindung auf Basis einer Industrie 4.0-Strategie eine hohe Bedeutung zu.¹⁸ Ansätze wie der „Digitalisie-

rungsfahrplan in fünf Schritten“¹⁹ des BMWi schaffen eine erste Orientierung. Für einen Teil der Führungskräfte sind formulierte Richtlinien und Wegweiser jedoch nicht ausreichend. Sie wünschen sich einen Blick von außen und einen moderierten Austausch mit einem Partner auf Augenhöhe. Geförderte Angebote, die hier ansetzen, werden als potenziell wertvoll eingestuft, sind den Führungskräften sowie den befragten Multiplikatoren jedoch in dieser Form nicht bekannt.

Schwierigkeiten bezüglich Zugang und Übertragung von Anwendungsbeispielen und Technologien

Von vielen Befragten wird großes Interesse an Beispielen erfolgreicher Umsetzungen von Industrie 4.0 bekundet. Die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren bilden nach Aussage einiger KMU-Führungskräfte eine erste gute Anlaufstelle. Dennoch fehlt das Wissen, wo sie darüber hinaus Zugang zu konkreten Anwendungsfällen in hoher Darstellungstiefe und regionaler Nähe erhalten können. Ein weiteres Hemmnis sehen einige der befragten KMU darin, gelungene

17 Vgl. Meißner et al. 2017, S. 608; Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016, S. 4 f.; Siemens 2018, S. 9.

18 Vgl. IW et al. 2016, S. 51.

19 Vgl. BMWi 2018.

Lösungsansätze aus Anwendungsbeispielen auf das eigene Unternehmen zu übertragen. Ursächlich hierfür kann fehlendes Know-how sein, aber auch der hohe Spezialisierungsgrad der Best Practices sowie der eigenen Anwendungsfälle. Im Hinblick auf die eigene Produktion kann die Übertragbarkeit in KMU durch ältere Bestandsmaschinen erschwert werden. Auch die Integration von Industrie 4.0-Lösungen in manuelle Tätigkeiten wird von den befragten Führungskräften als besondere Herausforderung gesehen. So müssen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre routinierten Arbeitsabläufe ändern und die Neuerungen sind häufig mit hohen Investitionen verbunden. Weiterhin gaben mehrere Interviewpartner an, dass es vorhandenen Anwendungsbeispielen von Forschungseinrichtungen teilweise an Reife mangelt, um sie mit angemessenem Aufwand in die Unternehmenspraxis überführen zu können.

„Die Best-Practice-Beispiele anderer Unternehmen sind interessant. Aber wir haben Schwierigkeiten, diese auf uns zu übertragen. Wo sollen wir mit der Umsetzung beginnen?“

6.2 Formate

Von den Befragten wurden verschiedene Hemmnisse in der Dimension Formate geäußert. Es resultieren fünf Abschnitte, die nachfolgend vorgestellt werden (vgl. Abbildung 4).

Unzureichende Kommunikation von Angeboten

Von Unterstützungsangeboten zu Industrie 4.0 hat die Mehrheit der befragten Unternehmen bereits Gebrauch gemacht. Diese umfassen frei verfügbare sowie geförderte Angebote und reichen von Informationsangeboten über Potenzialanalysen bis hin zu Umsetzungsprojekten. Allerdings äußern einige Befragte Schwierigkeiten bei der Identifikation geeigneter Angebote und bemängeln die Möglichkeiten zur Recherche geförderter Angebote. Auch wird die adressatengerechte Kommunikation der Angebote teilweise kritisch gesehen: Beschreibungen seien lang, kompliziert und häufig wissenschaftlich, sodass sich KMU in Teilen nicht angesprochen fühlen oder sich nicht an die Antragstellung heranwagen. Auch Missverständnisse und Formfehler in der Beantragung könnten darauf zurückgeführt werden.

„Angebote können mit Sicherheit besser und zielgerichteter kommuniziert werden, aber die KMU sind auch in der Pflicht, sich zu informieren und die Bedarfe zu artikulieren.“

Vielfalt von Angeboten

Unumstritten existiert eine große Bandbreite an Unterstützungsangeboten rund um Industrie 4.0. Allerdings äußern mehrere der interviewten Führungskräfte Hemmnisse im Zuge der Bewertung, welche der vielen vorhandenen Angebote für sie interessant und geeignet sein könnten. Es fällt ihnen offenbar schwer, die Angebotsvielfalt zu strukturieren und im Hinblick auf die eigenen Aufgaben und Umsetzungsideen zu priorisieren. Diese Wahrnehmung wird durch Aussagen der befragten Multiplikatoren gestützt. Einige KMU-Vertreterinnen und -Vertreter haben gute Erfahrungen mit regionalen Anlaufstellen gemacht, beispielsweise von Multiplikatoren, Clustern oder den Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren. Dennoch zeichnet sich anhand der Hemmnisse der Bedarf nach einer strukturierten Gesamtübersicht ab, der es KMU und weiteren involvierten Akteuren ermöglicht, effizient geeignete Angebote zu identifizieren, anhand definierter Kriterien zu vergleichen und somit besser einzuordnen.

„Es gibt unheimlich viele Angebote, auf denen Industrie 4.0 steht – es besteht die Herausforderung, für sich bewerten zu können, welche der Angebote wirklich von Interesse sein könnten.“

Aufwendige Administration und nicht KMU-gerechte Ausgestaltung geförderter Formate

Der Nutzen und die Eignung geförderter Projektangebote werden von den Befragten unterschiedlich bewertet. Während KMU-spezifische Programme wie ZIM, KMU-innovativ oder IGF-Projekte vielfach als attraktiv wahrgenommen werden, sind vorwettbewerbliche Verbundprojekte nach Meinung vieler Befragter eher forschungsgetrieben und zu weit von der Praxis entfernt. KMU-Vertreterinnen und -Vertreter weisen darauf hin, dass sie nicht warten können, bis ein passendes Förderprogramm für ihren Handlungsbedarf ausgeschrieben wird. Obgleich themenoffene Förderprogramme bestehen, sind diese nicht für jede Umsetzungs-idee geeignet. Nach Aussage von Führungskräften von KMU, die bereits in themenbezogene Verbundvorhaben involviert waren, erfordert die Beteiligung einen gewissen Weitblick, um die eigenen Interessen im Projekt zu verankern.

Dies kann für KMU, die nur wenig Erfahrung mit Kooperationen und Förderungen haben, ein Hemmnis darstellen.

„Es wird viel Intelligenz im Antragswettbewerb verbrannt und wir erhalten viele Kooperationsanfragen mit völlig unpassenden Ideen.“

„Unsere Aufgabenstellungen sind sehr spezifisch, das heißt: auf unser Produkt und unsere Branche zugeschnitten. Und da ist es dann schwierig, diese Themen in ein Forschungsprojekt reinzubekommen und auch einen Partner dafür zu finden, der diese spezifische Problemstellung angehen möchte.“

Obgleich es positive Beispiele gibt, merkt die Mehrheit der befragten KMU-Führungskräfte an, dass aufwendige Antragsprozesse ein Hemmnis zur Nutzung geförderter Angebote darstellen. Des Weiteren werden eine lange Beantragungsdauer ebenso wie eine lange Laufzeit der Projekte, vor allem von Verbundprojekten, als Kritikpunkte genannt. Entsprechende Angebote werden der hohen Dynamik des Wandels zu Industrie 4.0 nicht gerecht. Neben hohen Anforderungen an die Unternehmen, zum Beispiel bezüglich der Transparenz, Bonität oder Publikationspflicht, kann die Notwendigkeit einer aufwendigen Abrechnung und Berichterstattungen KMU abschrecken. Einige Führungskräfte gehen in ihren Aussagen so weit, dass das Aufwand-Nutzen-Verhältnis hinter den Erwartungen zurückbleibe. Zusammenfassend zeichnet sich der Bedarf ab, die Administration zu vereinfachen.

Hohe Anforderungen bezüglich Innovationshöhe und Reichweite geförderter Angebote

Nicht selten ergeben sich aus den Aufgabenstellungen der KMU Vorhaben, die im Kontext von Industrie 4.0 eine eher geringe Innovationshöhe aufweisen. So äußern einige Befragte die Notwendigkeit, im Rahmen von Analyse- oder Pilotprojekten zuerst Erfahrungen zu sammeln oder Voraussetzungen für neue Lösungen zu schaffen. Genannt werden beispielsweise die Integration von Sensorik, die Implementierung von Schnittstellen oder das Erkennen grundlegender Muster in zusammengeführten Daten. In Bezug auf diese Grundlagenarbeit vermissen einige Führungskräfte unterstützende Angebote. Stattdessen werde die Messlatte bei geförderten Projektangeboten im Hinblick auf die angestrebte Innovationshöhe hoch angesetzt.

Ein weiteres Hemmnis kann durch einen als unzureichend empfundenen Reifegrad von Technologien und Applikationen entstehen. Im Rahmen mehrerer Interviews wurde deutlich, dass die Lösungen aus FuE-Projekten mit Hochschulen oder Forschungseinrichtungen zu weit vom marktfähigen Einsatz entfernt sind. Die Entwicklung bis zur Marktreife dauert einigen Befragten zu lange und verursacht hohe Kosten. Diese Erkenntnisse decken sich mit Hemmnissen anderer Studien.²⁰

„Für innovative Neuentwicklungen funktionieren die Angebote gut, allerdings nicht, um Rückstände aufzuholen.“

„Wir sind grundsätzlich an den Forschungsergebnissen aus Kooperationen interessiert, aber häufig kommen zu wenig marktfähige Lösungen heraus beziehungsweise ist der Weg bis zur Marktfähigkeit zu weit.“

Fehlende Durchgängigkeit der Unterstützungskette

Im Hinblick auf die gesamte Unterstützungskette von der Sensibilisierung, über die Bedarfs- und Potenzialidentifikation, die Erprobung und Konzipierung bis hin zur Entwicklung und Einführung konkreter Lösungen äußern Interviewpartner weitere Hemmnisse. Oftmals wird die fehlende Anschlussfähigkeit von Angeboten bemängelt, insbesondere in den frühen Phasen der Kette. Angebote stehen isoliert und weisen nur grundlegende Anknüpfungspunkte auf. Zudem wird aus den Aussagen deutlich, dass in der Kette Lücken bestehen oder die Anzahl verfügbarer Angebote ungleich über die Phasen verteilt ist. Zum einen liegt der Fokus auf Informations- und Sensibilisierungsmaßnahmen. Zum anderen konzentrieren sich Angebote nach Aussage mehrerer KMU-Vertreterinnen und -Vertreter auf Marktleistungsentwicklungen über geförderte FuE-Projekte. So fehlen zum Beispiel Angebote, die an die Durchführung von FuE-Vorhaben anschließen und die Vermarktung der Ergebnisse unterstützen.

„Es gibt zu wenig Unterstützungsmöglichkeiten, die in die Marktrichtung gehen; es geht um Marketing, Markterschließung, Kundenerschließung; das kostet nochmals den gleichen Betrag wie die Entwicklung des Produkts.“

20 Vgl. Meißner et al. 2017, S. 608; Koch et al. 2014, S. 37.



„Auf FuE-Projektebene gibt es verschiedene Angebote, aber wir müssen die Produkte auch in den Markt bringen. Das ist vor allem schwierig, wenn die Wettbewerber Konzernstrukturen haben. Hier fehlt es mir an Angeboten.“

Zudem bemängeln mehrere Interviewpartner, dass von ihnen genutzte Angebote in ihrer Verfügbarkeit regional eingeschränkt sind. Beispiele sind Angebote der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren oder des Spitzenclusters it's OWL. Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass die Angebotsstruktur regional unterschiedlich ist und nicht überall eine einheitliche Kette zur Bündelung der Unterstützungsangebote für KMU besteht. Hieraus kann das Hemmnis entstehen, dass erfolgreiche Unterstützungsformate nur in ausgewählten Regionen oder zeitlich befristet verfügbar sind.

6.3 Akteure

Weitere genannte Hemmnisse lassen sich der Dimension Akteure zuordnen. Diese gliedern sich in vier Abschnitte (vgl. Abbildung 4).

Schwer überschaubare Vielfalt an Akteuren und unklare Kompetenzen entlang der Unterstützungskette

Im Handlungsfeld der Industrie 4.0-Unterstützung von KMU agieren diverse Akteure mit unterschiedlichen Angeboten und Kompetenzen. Für einige der Führungskräfte gestaltet es sich schwierig, in Abhängigkeit der Problemstellung aus der vorhandenen Vielfalt den passenden Partner zu identifizieren und auszuwählen. Es wird kritisch angemerkt, dass die Kompetenzen häufig nicht ausreichend differenziert sind, um sie für KMU unterscheidbar zu machen.

Führungskräfte weniger kooperationserfahrener KMU bemängeln in diesem Zusammenhang eine unzureichende Strukturierung der Angebotslandschaft sowie ein Fehlen regionaler Ansprechpartner, die sie bei der Angebots- und Partnersuche unterstützen. Auch ein Mangel an begleitenden Partnern, die über einen längeren Zeitraum und mehrere Umsetzungsphasen beraten können, wird wiederholt als etwaiges Hemmnis genannt. Die Kritik am First-Level-Support teilen aber nicht alle KMU: Unternehmen, die aktiv in Netzwerke eingebunden sind und über eine hohe Kooperationsaffinität verfügen, verlassen sich auch bei Industrie 4.0 auf ihre bestehenden Kontakte. Sie sehen allerdings ein Manko in der unzureichenden Abstimmung der Akteure untereinander. Infolgedessen kann es beispielsweise vorkommen, dass mehrere interessante Veranstaltungen zu Industrie 4.0 am selben Tag stattfinden.

„Es fehlt ein dauerhafter Ansprechpartner über den gesamten Prozess (von der Beantragung bis zur Umsetzung) hinweg.“

„Wenn man es schaffen würde, dass die verschiedenen Partner sich vernetzen und abstimmen würden, wäre allen sehr geholfen.“

Defizite in der Umsetzungsunterstützung

Ein weiteres Hemmnis resultiert nach Meinung einiger KMU, die bereits Unterstützungsangebote wahrgenommen haben, aus der unterschiedlichen Verteilung der Anbieter entlang der Unterstützungskette. Während in den frühen Phasen bei Informationsveranstaltungen, Sensibilisierungsmaßnahmen oder Seminaren ein breit gefächertes Spektrum an Anbietern aktiv ist, sind Akteure zur Umsetzungsunterstützung vergleichsweise rar. Insbesondere einen Partner mit den benötigten Kompetenzen zur Umsetzung eines Innovationsvorhabens zu finden, ist nach Angaben einiger Befragter nicht leicht.

„Sobald es um die konkrete Umsetzung geht, fehlen Ressourcen aufseiten der KMU und aufseiten der Unterstützungspartner.“

„Sinnvoll ist es, denke ich, nur Vorträge von Partnern zu besuchen, die später auch in der Lage sind, die Lösungen [in Projekten] umzusetzen.“

Wenig Unterstützung beim innerbetrieblichen Wandel

Einige der Führungskräfte äußern ferner Hemmnisse bezüglich des innerbetrieblichen Wandels, der mit Industrie 4.0 verbunden ist. Es wird angemerkt, dass manche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kein ausreichendes Verständnis für die umfassenden Veränderungen und die Geschwindigkeit des Wandels zeigen. Es bestehen teils allgemeine Vorbehalte gegenüber der Digitalisierung, die zu einer mangelnden Akzeptanz von Industrie 4.0-Projekten führen können.

„Der größte Hemmschuh bei allen Veränderungsprozessen: Alltagstrott und fehlende Ressourcen.“

„Wie nehme ich meine Mitarbeiter mit? Hier fehlen Angebote für Mitarbeiter auf der Umsetzungsebene.“

Vielen der befragten Führungskräfte fehlt es an Angeboten, die den innerbetrieblichen Wandel unterstützen. Dies betrifft etwa Aufklärungsmaßnahmen für Beschäftigte, aber auch den Bereich der berufsbegleitenden Qualifizierung. Häufig seien die Angebote nur auf die Geschäftsführungsebene beziehungsweise höhere Managementebenen ausgerichtet. In vorliegenden Studien wird außerdem eine unzureichende Führungskultur als potenzielles Hemmnis bei Industrie 4.0-Vorhaben genannt. Angestellte betroffener Funktionsbereiche können ihre Aufgaben bei der Umsetzung nur unzureichend erfüllen, weil die Priorisierung und Unterstützung durch das Topmanagement fehlt und Entscheidungsprozesse zu langwierig sind.²¹

Mangelndes Interesse von Forschungspartnern an KMU-Projekten

Bei manchen Befragten besteht der Vorbehalt, dass für Kooperationen infrage kommende Akteure – insbesondere aus der Forschung – die Bedarfe der KMU nicht verstehen und ihnen Erfahrung im Umgang mit KMU fehlt. Es wird bemängelt, dass Industrie 4.0-Technologien von Hochschulen oder Forschungsinstituten von der Praxis zu weit entfernt sind. Der Fokus etwaiger Forschungspartner liegt nach Ansicht einiger Befragter vor allem auf der wissenschaftlichen Exzellenz. Zudem unterstellen einige Führungskräfte und Multiplikatoren manchen Akteuren aus der Wissenschaft ein mangelndes Interesse an der Zusammenarbeit mit KMU.

6.4 Zusammenfassung der Befunde

Obwohl viele KMU Industrie 4.0 sehr engagiert angehen, zeichnen sich sowohl bei der Umsetzung als auch bei der Angebotsnutzung Hemmnisse und Herausforderungen ab. Nicht alle Hemmnisse treffen gleichermaßen auf jedes Unternehmen zu. Vorderhand werden Herausforderungen bei der Rekrutierung von Fachkräften sowie knappe Ressourcen im Hinblick auf eigene Fachkräfte genannt. Die Beschäftigten müssten neue Kompetenzen aufbauen, sind jedoch im operativen Tagesgeschäft gebunden. Als gravierend nehmen die KMU Hemmnisse im Bereich der Standardisierung wahr, etwa hinsichtlich Schnittstellen. Zugleich existieren Schwierigkeiten im Bereich IT-Sicherheit für cyber-physische Systeme (CPS) und cyber-physische Produktionssysteme (CPPS): So geben mehrere KMU an, nicht über die notwendigen Ressourcen und das Know-how zur Gewährleistung von IT-Sicherheit zu verfügen. Ferner bestehen bei einigen Befragten Unsicherheiten bei der Technologie-, Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsbewertung möglicher Industrie 4.0-Lösungen. Einige Interviewpartner merken dazu an, dass ihnen Vorstellungen für die strategiegeleitete Umsetzung fehlen.

Obwohl viele Befragte bereits Angebote genutzt haben, äußern einige von ihnen Hemmnisse bei der Identifikation von Angeboten und Partnern. Es fällt teils schwer, einen Überblick zu gewinnen. Die verfügbaren Unterstützungsangebote werden zwar als vielfältig, aber kleinteilig und isoliert voneinander wahrgenommen. Zudem verweisen Befragte auf Lücken in der Angebotslandschaft, etwa zur Unterstützung des innerbetrieblichen Wandels in Richtung Industrie 4.0. Das Meinungsbild über geförderte Projektangebote ist geteilt: Während die genannten KMU-spezifischen Förderprogramme als positive Beispiele gelten, sind vorwettbewerbliche Verbundprojekte nach Meinung vieler Interviewpartner eher forschungsgetrieben und zu weit von der Praxis entfernt. Insgesamt sehen viele Befragte Verbesserungsbedarf bei den Rahmenbedingungen geförderter Projektformate. Auch werden aufwendige und langwierige Antragsprozesse der hohen Dynamik des Wandels nach Einschätzung der Befragten nicht gerecht. Zu denken geben auch die Aussagen, die auf eine gewisse Berührungangst bei potenziellen Hochschulpartnern hindeuten, Kooperationen mit KMU einzugehen.

21 Vgl. Meißner et al. 2017, S. 608; Koch et al. 2014, S. 37.

7 KMU-Bedarfe nach Unterstützung im Handlungsfeld Industrie 4.0

Die in den Interviews geäußerten Unterstützungsbedarfe bilden den dritten Bereich der Befunde. Die Interviewpartner wurden unter anderem gefragt:

- Wofür haben Sie bereits Unterstützung erhalten? Wofür benötigen Sie Unterstützung?
- Adressieren die bestehenden Unterstützungsangebote Ihren vorhandenen Bedarf?
- Wie würde eine optimale Unterstützung von KMU zur Einführung und Anwendung von Industrie 4.0 aussehen?

Nach Meinung vieler Interviewpartner finden KMU prinzipiell ein vielfältiges Unterstützungsangebot vor. Dies wird von ihnen auch wertgeschätzt. Dennoch wurden in den Interviews Bedarfe nach einer Verbesserung der Unterstützung geäußert. Wie schon der Umsetzungsstand und die Hemmnisse werden auch die Bedarfe nach den Dimensionen Inhalte, Formate und Akteure strukturiert (vgl. Abbildung 5). Mehrheitlich werden die genannten Bedarfe – beispielsweise hinsichtlich Standardisierung und Kompetenzentwicklung – durch andere Studien bekräftigt.²²

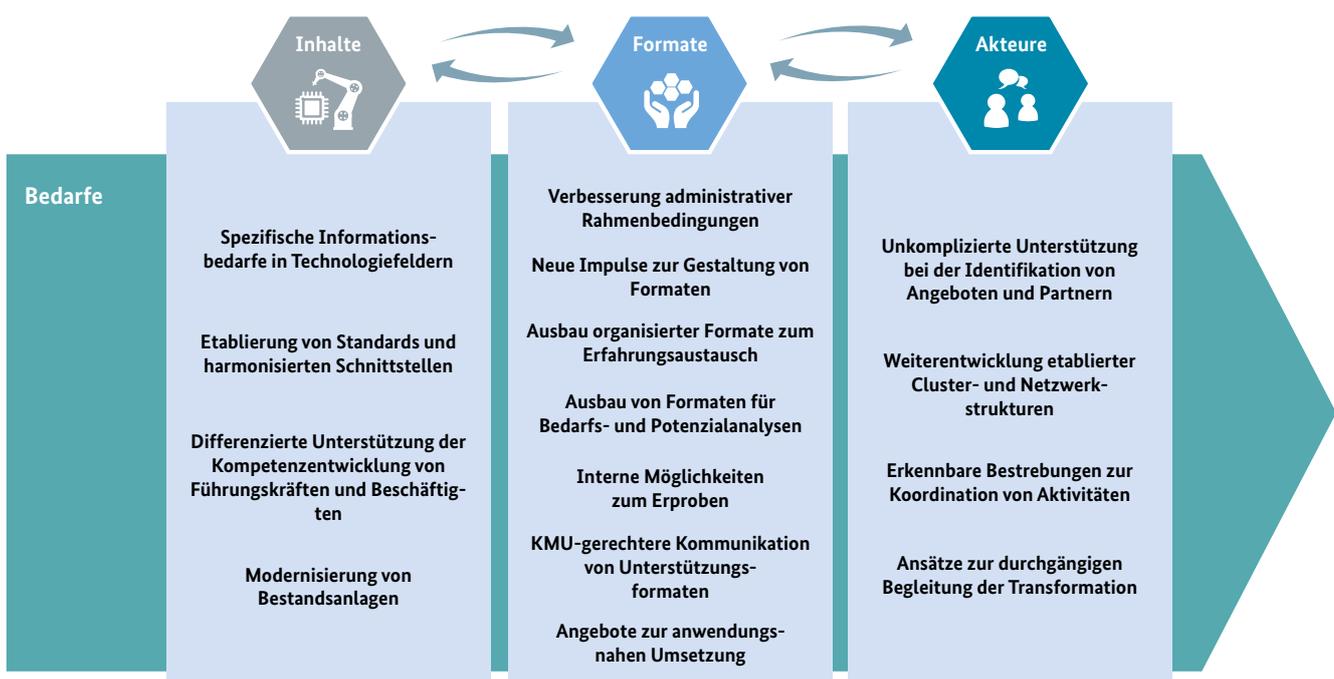
7.1 Inhalte

Nachfolgend werden die identifizierten Bedarfe in der Dimension Inhalte erläutert. Diese gliedern sich in vier Abschnitte (vgl. Abbildung 5).

Spezifische Informationsbedarfe in Technologiefeldern

Viele der befragten Vertreterinnen und Vertreter von KMU sehen sich hinsichtlich der Grundlagen von Industrie 4.0 schon ausreichend sensibilisiert. Es bestehe ein vielfältiges Angebot an Veranstaltungen, die ein notwendiges Verständnis vermitteln. Trotzdem bestehen seitens der Unternehmen weitere Informationsbedarfe. Diese beziehen sich auf Technologiefelder und Anwendungen von Industrie 4.0. Hierunter fallen beispielsweise die Bereiche IT-Sicherheit, die Bewertung von Industrie 4.0-Investitionen oder die Entwicklung datenbasierter Services. Die befragten Interviewpartner äußern dabei durchgehend den Bedarf, die Vermittlung der Informationen durch konkrete Anwendungs- oder Projektbeispiele zu stützen, zum Beispiel im Rahmen von Demonstrationen. Zudem wünschen sich manche Befragte Angebote zur Sensibilisierung von Kunden, Lieferanten oder weiterer Partnern im eigenen Umfeld.

Abbildung 5: Übersicht der identifizierten Unterstützungsbedarfe von KMU



Quelle: eigene Darstellung



Etablierung von Standards und harmonisierten Schnittstellen

Die Standardisierung zu Industrie 4.0 wird auf absehbare Zeit nicht abgeschlossen sein. Die Einführung von Standards und die Lösung der Schnittstellenproblematik bilden jedoch zentrale Voraussetzungen für die Interoperabilität von Anwendungen und Produkten unterschiedlicher Hersteller und somit für die Umsetzung innovativer Industrie 4.0-Lösungen. Zudem steigern sie die Investitionssicherheit auf Anbieter- und Anwenderseite. Folglich knüpfen viele der befragten KMU-Führungskräfte hohe Erwartungen an die Standardisierung im Hinblick auf den weiteren Prozess der Industrie 4.0-Einführung. Dabei geht es zum einen um Standards zur Umsetzung der durchgehenden Vernetzung. Zum anderen wünschen einige Befragte Standards für die im Kontext von CPS postulierte Verwaltungsschale²³, die in den Interviews jedoch als digitaler Zwilling bezeichnet wird, zum Beispiel in Form einheitlicher Beschreibungsmodelle. Obgleich dies nicht unmittelbar Unterstützungsangebote betrifft, besteht nach Aussage vieler befragter Führungskräfte ein großer Bedarf, zeitnah Fortschritte in den Stan-

dardisierungsaktivitäten zu erzielen. Diese gewünschten Standards sollten vorzugsweise frei zugänglich sein.

„Wir wünschen uns Standardisierung. Die Maschinenanbindung mittels OPC-UA ist die rühmliche Ausnahme einer gelungenen Standardisierung, aber löst nicht alle Probleme.“

„Wenn die öffentliche Hand Industrie 4.0 fördert, dann sollten offene und frei zugängliche Standards (Open Source, Open Access) im Fokus stehen.“

Im Hinblick auf KMU-Unterstützungsangebote äußerten mehrere Unternehmensvertreterinnen und -vertreter den Bedarf an einer Übersicht aktueller und zukünftiger Standards sowie des aktuellen Fortschritts von Standardisierungsaktivitäten. Einschätzungen über die zukünftige Entwicklung von Standards würden ebenso einen Mehrwert bilden wie die verstärkte Kommunikation von Beispielen gelungener Implementierungen. Zudem werden unterstützende Angebote zur anwendungsfallspezifischen Auswahl von Schnittstellen angeregt.

23 Virtuelle digitale und aktive Repräsentanz einer I4.0-Komponente im I4.0-System.

„Es sollte deutlich häufiger über erfolgreiche Umsetzungsprojekte im Hinblick auf Schnittstellen – Automation ML, IO-Link, OPC-UA – berichtet werden und die Möglichkeit bestehen, mit den Entwicklern anderer KMU ins Gespräch zu kommen.“

Differenzierte Unterstützung der Kompetenzentwicklung von Führungskräften und Beschäftigten

In vielen der befragten Unternehmen bestehen Bedarfe im Bereich der Aus- und Weiterbildung sowie bei der alltäglichen Weiterentwicklung von Kompetenzen für Industrie 4.0. So hätten KMU gerne mehr Unterstützung bei der Entwicklung anwendungs- und systemspezifischer Kompetenzen. Die Qualifizierung müsste jedoch auch durch Ausrüster, Software-Lizenzgeber oder ähnliche Akteure erfolgen können. Aktuell sind geförderte Unterstützungen in der Regel auf Angebote zertifizierter Bildungsträger beschränkt.

„Angebote von Ausrüstern sind oft besser als Angebote von Dritten.“

Weiterhin werden unterstützende Angebote in der Aus- und Weiterbildung nachgefragt, die für interdisziplinäre Schnittstellenfunktionen qualifizieren – sowohl innerbetrieblich zwischen physischer Produktion und interner IT als auch unternehmensübergreifend zu externen IT-Dienstleistern und weiteren Wertschöpfungspartnern. Bedarf an Unterstützung besteht auch beim langfristigen Kompetenzaufbau zur Digitalisierung. Das umfasst bekannte Berufsbilder, für die aktuell nicht genügend Fachkräfte verfügbar sind, aber auch neue Professionen, die sich mit fortschrittlichen Softwarearchitekturen und Data Science beschäftigen.

Vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels und der schrumpfenden Erwerbsbevölkerung äußern befragte Führungskräfte von KMU zudem die Absicht, das Fachwissen von (ausscheidenden) Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu digitalisieren und somit zu externalisieren. In diesem Zusammenhang besteht Unterstützungsbedarf sowohl auf technologischer Seite als auch bezüglich motivationaler und sozialer Aspekte.

Modernisierung von Bestandsanlagen

Viele der teilnehmenden KMU beschäftigen sich in Planung und Umsetzung stark mit der Digitalisierung ihrer innerbetrieblichen Prozesse. Dabei stehen sie im Hinblick auf die Produktion häufig vor der Herausforderung, dass Produktionsstätten historisch gewachsen sind und sich somit aus Maschinen unterschiedlichen Alters und verschiedener Hersteller zusammensetzen. Um diese Anlagen technologisch nachzurüsten und fit für Industrie 4.0 zu machen, bedarf es nach Aussage mehrerer Führungskräfte zusätzlicher Unterstützungsangebote.

7.2 Formate

Im Rahmen der Interviews wurden von den KMU-Vertreterinnen und -Vertretern verschiedene Bedarfe in der Dimension Formate geäußert. Sie lassen sich in sieben Abschnitte zusammenfassen, die nachfolgend vorgestellt werden (vgl. Abbildung 5).

Verbesserung administrativer Rahmenbedingungen

Der Wunsch nach Verminderung des administrativen Aufwands bei geförderten Angeboten ist hoch: Nahezu alle Befragten bekräftigen die Notwendigkeit aufwandsarmer, schlanker Antrags- und Abrechnungsprozesse mit schneller und transparenter Rückmeldung. Auf Unverständnis treffen unterschiedliche Auslegungen von Anforderungen durch verschiedene Fördermittelgeber und Projektträger. Hier besteht Bedarf an einem einheitlichen Vorgehen. Einige Befragte äußern den Wunsch, Förderanträge ausschließlich online stellen zu können und während des Antragsprozesses digitale Status-Updates zu erhalten. Auf diese Weise lässt sich die Prozesstransparenz erhöhen. Kontinuität und Verbindlichkeit bilden nach Ansicht vieler Befragter ein weiteres wichtiges Erfolgskriterium für Unterstützungsformate. Unterstützungsangebote sollten über einen längeren Zeitraum verfügbar sein, damit es möglich wird, Erfolgsgeschichten zu generieren, deren Bekanntwerden wiederum das Vertrauen anderer KMU in das Angebot steigert.

Die befragten Multiplikatoren und Führungskräfte, deren Unternehmen nicht unter die EU-Definition von KMU²⁴ fallen, sehen Bedarf im Hinblick auf Zugangsmöglichkeiten

zu Angeboten. Sie wünschen sich Unterstützung auch für ihre Betriebe, die in ähnlicher Weise wie KMU agieren, aber aufgrund ihrer Größe, Eigentumsverhältnisse (verbundene Unternehmen, Partnerunternehmen) oder Rechtsform (zum Beispiel Stiftungen) keine KMU-Förderung erhalten.

Neue Impulse zur Gestaltung von Formaten

Eine wesentliche Stärke ihrer Unternehmen liegt nach Ansicht der Befragten in schnellen Entscheidungsprozessen und der Entschlossenheit, Neues auszuprobieren und Fehlentwicklungen rasch zu korrigieren. Das möchten sie auch bei der Umsetzung von Industrie 4.0 ausspielen. Die gleiche Agilität und Flexibilität wünschen sie sich bei Unterstützungsangeboten. So sollte die Vorlaufzeit geförderter Projektangebote verkürzt werden. Zudem wird angeregt, Förderangebote auch in kleinen Sprints zu nutzen und abzurufen. In diesem Zusammenhang wird außerdem eine stärkere Verknüpfung von Angeboten angeregt. Es bedarf der Verbesserung der Durchgängigkeit und Anschlussfähigkeit von Angeboten in der Unterstützungskette. Außerdem sollten Projektskizzen und Arbeitsprogramme während der Beantragung und im Projektverlauf mit geringem Aufwand angepasst werden können.

„Ein gutes Angebot sollte fokussiert und mehrstufig sein, ein klares Ziel vorgeben und eine kurze Laufzeit haben.“

Im Hinblick auf die Ausgestaltung von Förderformaten betonen die Führungskräfte der KMU wiederholt, dass eine rein finanzielle Förderung nicht zwingend notwendig ist. Vielmehr kann die indirekte Unterstützung durch den Zugang zu Know-how und Kapazitäten von Hochschulen oder Forschungseinrichtungen wichtige Beiträge leisten. KMU können auf diese Weise durch externe Ressourcen und Akteure unterstützt werden, deren Finanzierung extern organisiert wird. Zudem können administrative Aufwände reduziert werden. So äußern sich Befragte aus den Regionen positiv zu Angeboten der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren oder des Spitzenclusters it's OWL, in denen die Forschungseinrichtung gefördert wird und die Forscher eine Aufgabenstellung im Unternehmen lösen (zeitlich limitierter Personaltransfer). Durch die Zusammenarbeit wird Know-how im Unternehmen aufgebaut, welches die Basis bildet für die Integration der im Projekt entwickelten Lösungen in das Unternehmen.

Ausbau organisierter Formate zum Erfahrungsaustausch

Den Erfahrungsaustausch mit anderen KMU über realisierte Lösungen und ähnliche Problemstellungen empfinden die Befragten als äußerst wertvoll. Übergreifend wird Bedarf geäußert, Wissen anhand konkreter Anwendungsbeispiele im Rahmen von Demonstrationen und Besichtigungen zu erweitern. Durch entsprechende Unterstützungsformate, etwa wechselseitige Firmenbesuche oder Gruppen zum Erfahrungsaustausch, kann mit geringem Aufwand eine große Mobilisierung erzielt werden. Neben dem Ad-hoc-Austausch mit vergleichbaren Unternehmen werden auch längerfristige Austauschprogramme mit Hochschulen sowie Unternehmen aus anderen Branchen und mit unterschiedlicher Unternehmenskultur, beispielsweise Start-ups, gewünscht. Gefragt sind vor allem Angebote im Rahmen von Netzwerken, die Anregungen für die praktische Umsetzung liefern. Hier könnten die Netzwerke aus Industrie und Wissenschaft der IGF wertvolle Unterstützung leisten.

„Ein moderierter [Erfahrungs-]Austausch mit anderen KMU wäre sehr interessant für uns.“

Ausbau von Formaten für Bedarfs- und Potenzialanalysen

Nach Aussage mehrerer KMU-Vertreterinnen und -Vertreter werden kooperative Potenzial- und Bedarfsanalysen als sinnvolles Format zur Identifikation und Strukturierung von Industrie 4.0-Umsetzungsideen wahrgenommen. Erfolgreiche Umsetzungsbeispiele stellen die in einigen Bundesländern verfügbaren Gutscheinmodelle dar, zum Beispiel der Digitalisierungsgutschein Analyse und Bewertung in NRW, sowie die Angebote einiger Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren. Hier knüpft der von einigen Interviewpartnern geäußerte Wunsch nach Formaten zur Vorbereitung von FuE-Vorhaben an. Beispielsweise könnten Marktanalysen oder ein Technologie-Scouting dazu beitragen, etwaige Risiken im Vorfeld besser abzuschätzen.

„Wir haben Bedarf an einer Unterstützung bei der systematischen Ideensammlung und Priorisierung. Dann könnte man viel besser bewerten, wo der Mehrwert für unsere Maschine und unsere Branche liegt. Anschließend könnte man dann über konkrete Kooperations- und Umsetzungsprojekte nachdenken. Ein Moderator wäre hier sehr sinnvoll.“

Interne Möglichkeiten zum Erproben

Einige Interviewpartner formulieren einen Bedarf nach einfachen Möglichkeiten, mit neu angeschaffter Hard- und Software im eigenen Unternehmen zu experimentieren. Auf diese Weise lassen sich Potenziale und Vorteile neuer Technologien im eigenen Unternehmen erkunden. Aufgrund des explorativen Charakters solcher Technologie-Erprobungen könne im Vorfeld nur eine eingeschränkte Verwertungsplanung erfolgen.

KMU-gerechtere Kommunikation von Unterstützungsformaten

In den geführten Interviews äußern viele Führungskräfte den Wunsch nach einer auf KMU ausgerichteten Ansprache in Informationsdokumenten zu Unterstützungsangeboten. Die Programmbeschreibungen, Ausschreibungen und ähnliche Dokumente sollten so formuliert sein, dass sie Interesse und Neugier wecken. Zudem sollten praxisferne Fachbegriffe, Wortneuschöpfungen und nicht eingeführte Anglizismen vermieden werden. Digitale Recherchemöglichkeiten sollten vereinheitlicht und im Hinblick auf Suchfunktionen und ihre Handhabbarkeit verbessert werden.

Angebote zur anwendungsnahen Umsetzung

Viele der befragten Vertreterinnen und Vertreter von KMU knüpfen mögliche Unterstützungsbedarfe an konkrete Anwendungsfälle und Herausforderungen aus der Praxis. In diesem Zusammenhang werden häufig Zielkonflikte angemerkt, zwischen dem, was förderwürdig ist, und dem, was tatsächlich gebraucht wird. Es besteht Bedarf an Angeboten, die eine Umsetzung konkreter, praxisorientierter Aufgabenstellungen fördern. Diesbezüglich schildern mehrere Interviewpartner einen Bedarf für Vorhaben mit überschaubaren Laufzeiten von sechs Monaten bis etwa zwei Jahren. In diesem Zusammenhang äußern mehrere Befragte ferner den Bedarf an einer Unterstützung zur Umsetzung unternehmensinterner Wertschöpfungsinnovationen und bemängeln das Fehlen solcher Angebote.

7.3 Akteure

Weitere genannte Bedarfe können der Dimension Akteure zugeordnet werden. Diese gliedern sich in vier Abschnitte, die nachfolgend beschrieben werden (vgl. Abbildung 5).

Unkomplizierte Unterstützung bei der Identifikation von Angeboten und Partnern

Mehrere KMU-Führungskräfte äußern in den Interviews den Wunsch nach einer Anlaufstelle als Wegweiser und Begleiter für die Suche nach Partnern und Industrie 4.0-Angeboten, zur Kontaktaufnahme zu Fördermittelgebern oder zur Unterstützung der Antragstellung und Berichterstattung. Diese Stelle sollte nach Möglichkeit regional verortet sein. Auch wird der Wunsch geäußert, einen Ansprechpartner zu haben, der über einen längeren Zeitraum und mehrere Phasen der Umsetzung von Industrie 4.0-Vorhaben bereitsteht. Einige Befragte nennen als positives Beispiel Kontakte zu den für sie regional erreichbaren Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren. Im Hinblick auf die Innovationsunterstützung durch Industrie- und Handelskammern, die in Teilen die geschilderten Aufgaben adressieren, zeichnet sich im Rahmen der Interviews hingegen kein eindeutiges Bild ab, sodass hier keine Schlussfolgerung gezogen werden kann.

Darüber hinaus bedarf es nach Ansicht vieler Befragter einer Sammlung vorhandener Unterstützungsangebote und Akteure im Handlungsfeld Industrie 4.0, die sich zielgerichtet und ohne großen Aufwand durchsuchen lässt. Diese Angebots- und Partnerübersicht wünschen sich sowohl Multiplikatoren als auch Führungskräfte von KMU.

„Was ist überhaupt Industrie 4.0? Viele Unternehmen haben großen Respekt vor dem Begriff und wissen nicht, dass sie Industrie 4.0 in Teilen bereits selbst anwenden. Gleichzeitig besteht eine wichtige Aufgabe darin, Industrie 4.0 für Unternehmen greifbarer zu machen. Hier kommt Vermittlern eine tragende Rolle zu. Sie können einordnen, Beispiele aufzeigen und so weiter.“

„Es braucht regionale Kümmerer, die mit den KMU reden und Unterstützungsangebote vermitteln. Auf diese Weise kann die Lücke zwischen KMU und Projektträgern geschlossen werden.“

Weiterentwicklung etablierter Cluster- und Netzwerkstrukturen

Die Mehrheit der befragten KMU-Führungskräfte bevorzugt unterstützende Akteure und Partner in geografischer Nähe. Dies erleichtert den persönlichen Austausch und die Integration von Terminen ins Tagesgeschäft. Darüber hinaus identifizieren sich viele KMU mit ihrer Region und der regionalen Wirtschaft. Es bedarf daher der Unterstützung von formellen und informellen regionalen Cluster- und Netzwerkstrukturen.

Erkennbare Bestrebungen zur Koordination von Aktivitäten

Die Befragten beklagen zum Teil ein Überangebot von Informationen und Veranstaltungen zur Digitalisierung und Industrie 4.0. Es bedarf daher einer Abstimmung der handelnden Akteure, um die vielfältigen Aktivitäten zu strukturieren und besser aufeinander abzustimmen. Das betrifft vor allem Inhalte und Termine von Veranstaltungen.

Ansätze zur durchgängigen Begleitung der Transformation

Mehrere Befragte äußern den Bedarf, den innerbetrieblichen Wandel in Richtung Industrie 4.0 durch Maßnahmen des Veränderungsmanagements zu begleiten. Dadurch sollen Skepsis und Vorurteile abgebaut, das Vertrauen in neue Technologien gestärkt, neue Formen der Arbeit ausprobiert und etabliert sowie gegebenenfalls ein Kulturwandel im Unternehmen gefördert werden. Die Unterstützung sollte zweckmäßigerweise über einen längeren Zeitraum erfolgen. Hier zeigen die Interviews zudem, dass in vielen KMU der Mitarbeitertypus eines „Industrie 4.0-Abenteurers“ existiert. Diese Schlüsselperson informiert sich in Eigeninitiative, benötigt aber zur schnellen Erlangung von Handlungskompetenz Unterstützungspartner.

7.4 Zusammenfassung der Befunde

Mehrheitlich sind die Befragten der Meinung, dass KMU ein vielfältiges Unterstützungsangebot vorfinden. Dennoch bestehen noch nicht gedeckte Bedarfe der Industrie 4.0-Unterstützung. So formulieren mehrere Führungskräfte den Wunsch nach einer Übersicht aktueller und zukünftiger Standards. Um Bestandsanlagen fit für Industrie 4.0 zu machen, bedarf es nach Aussage einiger Befragter zusätzlicher Unterstützung. Vielfach bestehen Bedarfe im Bereich der Kompetenzentwicklung für Industrie 4.0. Dies betrifft etwa die Unterstützung zur Entwicklung anwendungs- und systemspezifischer Kompetenzen oder Angebote, die für interdisziplinäre Schnittstellenfunktionen qualifizieren. Außerdem werden Angebote nachgefragt, um alle Beschäftigten in den Transformationsprozess einzubinden.

Viele Befragte wünschen sich Projektangebote, die eine Umsetzung konkreter, praxisorientierter Industrie 4.0-Aufgabenstellungen fördern. Bevorzugt werden Vorhaben mit geringer Vorlaufzeit und einer Umsetzungszeit von einigen Monaten. Der Wunsch nach einer Verminderung des administrativen Aufwands bei geförderten Angeboten ist grundsätzlich hoch. Mehrere Interviewpartner geben neue Impulse zur Gestaltung von Formaten: Sie wünschen sich eine höhere Flexibilität, um Förderangebote ausgehend von der vereinfachten Beantragung einer Initialphase schrittweise nutzen zu können. Mehrere Befragte betonen, dass eine finanzielle Förderung nicht zwingend notwendig ist. Vielmehr kann die indirekte Unterstützung durch den Zugang zu Know-how und Kapazitäten von Hochschulen oder Forschungseinrichtungen, wie in manchen Angeboten der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren möglich, einen wichtigen Beitrag leisten. Gefordert wird zudem eine auf KMU ausgerichtete Ansprache in den Informationsdokumenten zu Unterstützungsangeboten. Die Programmbeschreibungen und ähnliche Dokumente sollten adressatengerechter formuliert werden. Weiterhin zeichnet sich der Bedarf ab, zusätzlich zur Orchestrierung auf regionaler Ebene die vertikal gerichtete Abstimmung zwischen nationalen und regionalen Industrie 4.0-Aktivitäten weiter zu verbessern.

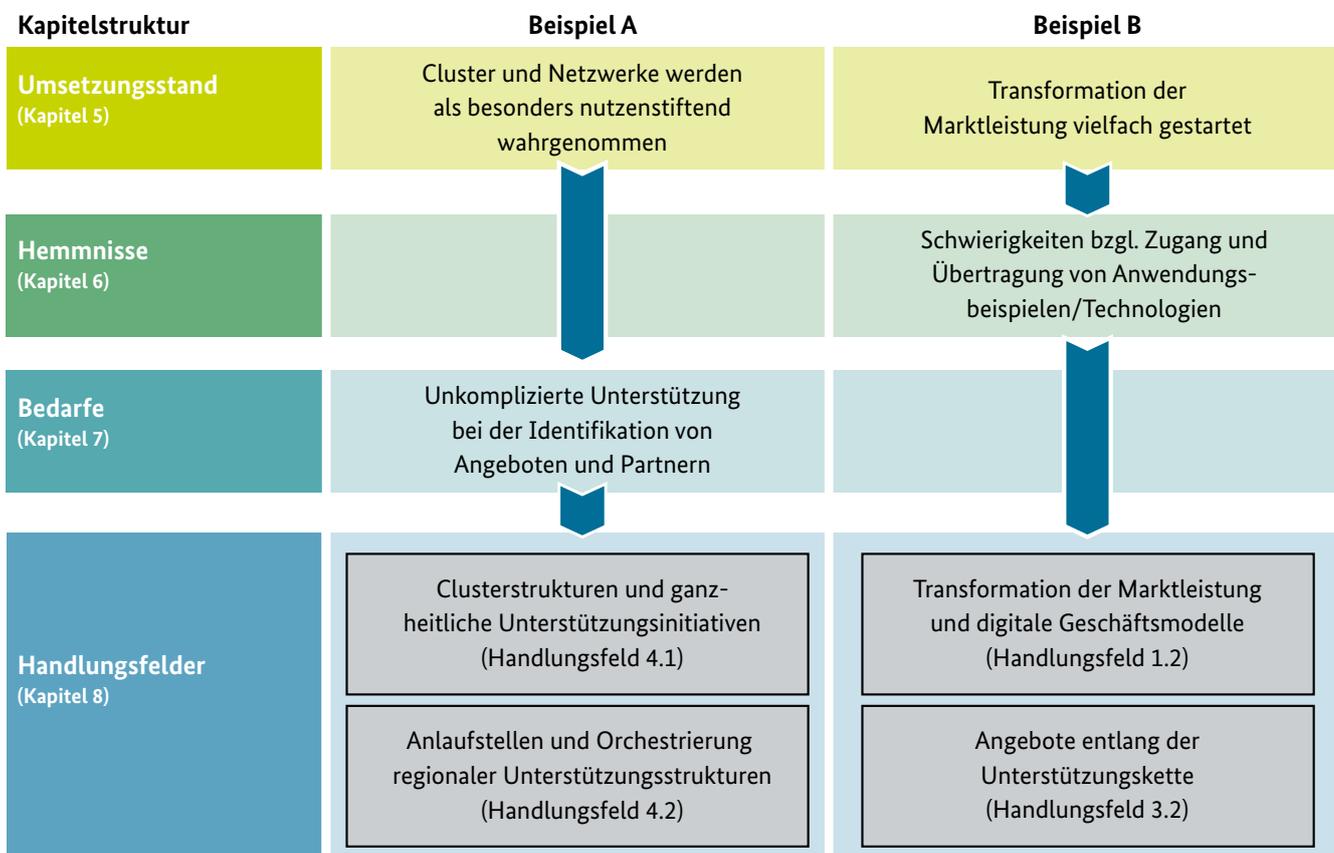
8 Handlungsfelder und Handlungsoptionen

Das Ziel dieser Vorstudie ist die systematische Untersuchung des Wirkungsfelds zwischen bestehenden Unterstützungsangeboten und aktuellen KMU-Bedarfen. Letztere wurden mithilfe strukturierter Interviews mit KMU-Vertreterinnen und -Vertretern erhoben. Aus den resultierenden Befunden zeichnen sich Hebel ab, um existierende oder zukünftige Industrie 4.0-Unterstützungsangebote für KMU noch besser auf die Zielgruppe auszurichten. Diese wurden in Handlungsfelder und -optionen überführt. Abbildung 6 verdeutlicht die Genese exemplarisch anhand zweier Beispiele.

Es wurden Zusammenhänge zwischen Befunden aus dem Umsetzungsstand, den Hemmnissen und den Bedarfen hergestellt. Hierbei können Befunde aus dem Umsetzungsstand und Befunde zu Bedarfen in Beziehung stehen, ohne dass explizit Hemmnisse vorhanden sind (vgl. Abbildung 6, Beispiel B). Ferner zeigen die Beispiele, dass zusammenhängende Befunde in mehrere Handlungsfelder einfließen können.

Die Handlungsfelder und -optionen wurden im Zuge der Ausarbeitung in fünf Kategorien überführt (vgl. Abbildung 7). Anhand dieser Kategorien ist das Kapitel strukturiert. Ausgewählte Handlungsoptionen wurden im Juli 2018 im Rahmen eines Workshops mit Vertreterinnen und Vertretern des Transfer-Netzwerks Industrie 4.0²⁵ diskutiert. Die Diskussionsergebnisse sind ebenfalls in die Ausformulierung eingeflossen. Die Handlungsoptionen adressieren wesentliche Befunde und umreißen den Gestaltungsraum. Dementsprechend gilt es, die Optionen in weiteren Schritten zu konkretisieren, Umsetzungsmöglichkeiten auszuloten und in konkrete Empfehlungen zu überführen. Diese Konkretisierung – die im Nachgang der Vorstudie erfolgen muss – bedarf des Gestaltungswillens und Mitwirkens aller Akteure des Innovationssystems.

Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der Zusammenführung der Befunde



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 7: Fünf Kategorien zur Strukturierung der Handlungsfelder



Quelle: eigene Darstellung

8.1 Impulse aus inhaltlicher Sicht

Die Befunde der Vorstudie belegen, dass nahezu alle teilnehmenden KMU sich mit Industrie 4.0-Technologien und deren Einsatzszenarien auseinandersetzen. Die Unternehmen unterscheiden zwischen der Digitalisierung ihrer Produkte und der Digitalisierung ihrer Wertschöpfung, wobei Fortschritte und Priorisierungen unternehmensindividuell variieren. Die Umsetzung digitaler Geschäftsmodelle wird eher als Zukunftsthema erachtet. Die Technologiebedarfe, die in den Interviews geäußert wurden, ähneln sich: Im Fokus stehen die Integration von Sensorik, die darauf aufbauende Datensammlung und -analyse, neue Softwarearchitekturen, Netzwerk- und Kommunikationstechnologien, IT-Sicherheit und Robotik. Obgleich eine Differenzierung hinsichtlich des Leistungsstands der Unternehmen aufgrund der limitierten Stichprobengröße schwierig ist, zeichnen sich dennoch Tendenzen ab. Während Vorreiter bereits Industrie 4.0-Lösungen anbieten oder einsetzen, stehen andere KMU erst am Anfang, erwägen die Umsetzung grundlegender Funktionen oder informieren sich über neue Technologien. Folglich unterscheidet sich auch die Angebotsnachfrage. Eine bedarfsgerechte Unterstüt-

zung von KMU im gegebenen Handlungsrahmen ist daher technologieoffen und ermöglicht Innovationsentwicklungen der Marktleistung, Wertschöpfung sowie digitaler Geschäftsmodelle. Sie reicht von der Sensibilisierung über die Bedarfsspezifikation, die Auswahl von Technologien- und Anwendungsszenarien bis zur Umsetzungsunterstützung.

Handlungsfeld 1.1: Industrie 4.0-Strategieentwicklung

Viele Befragte berichten, dass verschiedene Industrie 4.0-Aktivitäten gestartet wurden. Häufig fehlt hierbei allerdings eine übergeordnete Strategie. Bestehende Unsicherheiten über Nutzenpotenziale und die Wirtschaftlichkeit neuer Lösungen führen dazu, dass Innovationsentscheidungen eher auf Verdacht, denn aus strategischem Kalkül getroffen werden.

Es zeichnet sich der Bedarf nach neuen Angeboten ab, welche für die Industrie 4.0 spezifische Strategieentwicklung der KMU unterstützen. Dafür ist eine Diskussion über den bestehenden Handlungsspielraum notwendig, wie weitreichend das Feld durch geförderte Angebote adressiert werden soll.

Zudem muss abgesteckt werden, welche Stakeholder das notwendige Kompetenzprofil erfüllen (Kenntnisse über Anwendungsfälle, Methoden- und Strategiewissen etc.) und wo etwaige Formate installiert werden können. Zielsetzung sollte hier die Hilfe zur Selbsthilfe sein. Es könnten zum Beispiel Angebote der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren ausgebaut werden. Zum anderen sind Formate in Erwägung zu ziehen, die über einen befristeten Zeitraum eine strategische Begleitung leisten. Hier könnten Verbände oder regional ansässige Institutionen eingebunden werden. Mögliche Instrumente zur Strategieentwicklung für digitale Geschäftsmodelle sollten eng mit Sensibilisierungsangeboten verknüpft werden.

Handlungsoptionen

1.1.1 Formate zur Unterstützung der Industrie 4.0-Strategieentwicklung

1.1.2 Angebote zur Strategieführung über einen befristeten Zeitraum

Handlungsfeld 1.2: Transformation der Marktleistung und digitale Geschäftsmodelle

Im Hinblick auf die Transformation der Marktleistung hin zu integrierten Produkt-Service-Systemen befinden sich viele KMU noch in der Analyse oder leisten Grundlagenarbeit. Es besteht großes Interesse, aber aufgrund verschiedener Hemmnisse bewegen sich mögliche Lösungen oft noch in der Ideen- und Konzeptphase. Beispielsweise steht die Datennutzung als Servicegrundlage vielfach noch am Anfang. Es zeichnet sich die Notwendigkeit technologieoffener, vorwettbewerblicher Angebote ab, um die Übergangsphase von der Idee in die Marktleistungsentwicklung mit dem Schwerpunkt auf datenbasierte Services zu unterstützen. Denkbar wären geförderte Kooperationsprojekte mit einer hohen Bedarfsorientierung, geringer Vorlaufzeit und einer Umsetzungszeit von einigen Monaten.

Für die Entwicklung erfolgversprechender digitaler Geschäftsmodelle sind zudem Angebote erforderlich, die für Umsetzungsmöglichkeiten und Nutzenpotenziale sensibilisieren und bei der unternehmensindividuellen Wirtschaftlichkeits- und Risikoabschätzung unterstützen. Letztere sollten über

verfügbare Leitfäden hinausgehen. Somit kann Schwierigkeiten hinsichtlich des fehlenden Überblicks über Möglichkeiten und Risiken – die nach Aussage der KMU-Vertreterinnen und -Vertreter bestehen – entgegengewirkt werden. Es wird angeregt, die Kommunikation über Ergebnisse durchgeführter Forschungsprojekte, wie GEMINI²⁶, auszuweiten und diese gegebenenfalls in Richtung neuer Angebote weiterzuentwickeln.

Handlungsoptionen

1.2.1 Technologieoffene Kooperationsprojekte für die Übergangsphase von der Idee in die Marktleistungsentwicklung mit hoher Bedarfsorientierung sowie geringer Vorlauf- und kurzer Umsetzungszeit

1.2.2 Angebote zur unternehmensindividuellen Wirtschaftlichkeits- und Risikoabschätzung digitaler Geschäftsmodelle

1.2.3 Verbesserte Kommunikation über Ergebnisse von abgeschlossenen Forschungsprojekten

Handlungsfeld 1.3: Bedarfsgerechte Transformation der Wertschöpfung

Der Wandel zu Industrie 4.0 bedeutet für KMU neben der Digitalisierung des Produkts und des Geschäftsmodells insbesondere auch die Digitalisierung der Wertschöpfung mit einem Fokus auf die vertikale Integration. Obgleich bei vielen Unternehmen Lösungen entstehen oder sich bereits im produktiven Einsatz befinden, lässt sich feststellen, dass die Mehrheit von einer durchgängigen Vernetzung noch entfernt ist. Potenzielle Herausforderungen liegen in der Technologie- und Lösungsauswahl einschließlich der Bewertung der Eignung von Lösungen für bestehende Anwendungsfälle und der Kompatibilität zur Ist-Situation im Unternehmen. Analog dem Handlungsfeld zur Marktleistungsentwicklung befindet sich die Verknüpfung und Verwertung anlaufender Daten vielfach noch am Anfang.

Die Befunde erlauben Rückschlüsse auf Bedarfe zur Anpassung der KMU-Unterstützungsangebote. So kann erwogen werden, den Schwerpunkt neuer Projektformate und entsprechende Ausschreibungen verstärkt auf den internen Wandel zu legen. Ein neues denkbare Unterstützungsformat

²⁶ Das Verbundprojekt GEMINI – Geschäftsmodelle für Industrie 4.0 – wurde im Rahmen des Technologieprogramms „Autonomik für Industrie 4.0 – Produktion, Produkte, Dienste im multidimensionalen Internet der Zukunft“ des BMWi durchgeführt.

könnten Transformationsprojekte sein, die KMU bei der Gestaltung des digitalen Wandels längerfristig begleiten. Neben der Unterstützung der Umsetzung neuer Wertschöpfungslösungen könnte hierbei auch ein Strategieprozess induziert werden.

Handlungsoptionen

1.3.1 *Ausrichtung neuer Projektformate oder Ausschreibungen auf den internen Wandel in KMU*

1.3.2 *Transformationsprojekte als neues Projektformat*

Handlungsfeld 1.4: IT-Infrastruktur

Eine leistungsfähige IT-Infrastruktur bildet das Rückgrat zur Umsetzung von Marktleistungs- und Wertschöpfungsinnovationen auf Basis datenbasierter Dienste. Die nicht flächendeckende Breitbandverfügbarkeit hemmt – wenig überraschend – einige der befragten KMU, innovative datenbasierte Services umzusetzen. Folglich bekräftigt die Vorstudie die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Überwindung vorhandener Infrastrukturschwächen. Des Weiteren konzentriert sich eine Handlungsoption auf die Neu- oder Weiterentwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen, um den Kompetenzbedarf aufseiten der KMU zu decken. Ein nachgefragtes Themenfeld ist etwa die Verknüpfung aus Business- und Shopfloor-IT. Erfahrungsaustauschgruppen könnten wichtige Impulse geben, welche Strategien und welche Lösungen andere Unternehmen verfolgen.

Handlungsoptionen

1.4.1 *Flächendeckende Breitbandversorgung*

1.4.2 *Neu- und Weiterentwicklung von Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich IT-Infrastruktur*

Handlungsfeld 1.5: IT-Sicherheit

Das Handlungsfeld IT-Sicherheit nimmt insbesondere im Bereich CPS/CPSPS eine bedeutende Rolle ein. Die Befunde

zeigen, dass bei einigen Unternehmen Unsicherheiten und Vorbehalte bestehen, die mitunter auch durch fehlendes Know-how begründet sind. Das betrifft die teilnehmenden KMU ebenso wie ihre Kunden. Infolgedessen wird den tatsächlichen Bedrohungen nicht angemessen begegnet und Lösungen werden gar nicht oder nur mit eingeschränktem Funktionsumfang umgesetzt. Ferner beklagen die befragten Personen, dass Unterstützungsangebote oft nicht über allgemeine Informationsveranstaltungen hinausgehen.

Demnach zeichnet sich der Bedarf ab, KMU-gerechte Unterstützungsangebote im Handlungsfeld IT-Sicherheit auszubauen. Dies betrifft vor allem Maßnahmen, die Gestaltungsmöglichkeiten bei bekannten Risiken aufzeigen. Unerfahrene KMU könnten von Aufklärungsarbeit im Hinblick auf bestehende Risiken profitieren. Ebenso wird von den Befragten der Ausbau von Kompetenzentwicklungsmaßnahmen angeregt. Schwerpunkte betreffen etwa Methoden zur Entwicklung sicherer CPS durch Security by Design. Weitere nachgefragte Themen sind: Sichere Cloud-Dienste und -Applikationen, sichere vertikale und horizontale Integration sowie Ansätze für Datensicherheit über den Produktlebenszyklus. Ferner besteht Nachfrage an der Durchführung von IT-Bedrohungsanalysen für bestehende und in der Entwicklung befindliche Systeme.

Neben unternehmensspezifischen Angeboten könnten KMU durch die Entwicklung branchen- und fachgebiets-spezifischer Muster-Sicherheitskonzepte Orientierung erhalten. Hier wird eine Verknüpfung zu bestehenden Leitfäden, etwa der Plattform Industrie 4.0, angeregt. An dieser Stelle wird jedoch eine Herausforderung deutlich: Es existieren Angebote und Ergebnisse aus Forschungsprojekten, wie aus dem Verbundforschungsprojekt IUNO²⁷, die in den KMU oder bei regionalen Transfermittlern teilweise unbekannt sind. Ein denkbarer Ansatz zur Überwindung wäre deshalb der Aufbau von Transfernetzwerken mit dem Ziel, einen Überblick über die Ergebnisse geförderter Industrie-4.0-Projekte zu schaffen, diese KMU-gerecht aufzubereiten und in die Breite der Unternehmenslandschaft zu tragen.

Handlungsoptionen

1.5.1 *Aufklärungsarbeit im Hinblick auf bestehende Risiken im Feld IT-Sicherheit für weniger erfahrene KMU*

27 Im Forschungsvorhaben IUNO (<https://iuno-projekt.de/>), dem nationalen Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0, werden Bedrohungen und Risiken für die intelligente Fabrik identifiziert, Schutzmaßnahmen entwickelt und exemplarisch in vier Anwendungsfällen umgesetzt.

1.5.2 Maßnahmen zum Aufzeigen von Gestaltungsmöglichkeiten bei bekannten Risiken und zur Kompetenzentwicklung im Feld IT-Sicherheit

1.5.3 Branchen- und domänenspezifische Muster-IT-Sicherheitskonzepte zur Orientierung

1.5.4 Aufbau von Transfernetzwerken zur Verbesserung der Kommunikation über Ergebnisse abgeschlossener Forschungsprojekte im Bereich IT-Sicherheit

weiteren Akteuren über vorhandene und künftige Standards auszubauen. Hier wird wiederum auf Transfernetzwerke als mögliche neue Option verwiesen. Die Angebote sollten vor allem aus Anwenderperspektive konzipiert sein und eine konkrete Handlungsorientierung liefern. Denkbar wäre hier zum Beispiel, Unternehmen eine praxisorientierte Übersicht über bestehende Standards zu Schnittstellen, Datenstrukturen und Frameworks zur Verfügung zu stellen. Eine Verknüpfung mit Austauschformaten über bereits umgesetzte Praxisbeispiele verspricht ebenfalls einen hohen Nutzen. Des Weiteren könnten geförderte Angebote erwogen werden, welche die Auswahl und Implementierung von Schnittstellen unterstützen. Inhaltlich werden neben Schnittstellen für die Konnektivität, beispielsweise bei der Maschinenanbindung, von einzelnen KMU Standards im Hinblick auf die Verwaltungsschale nachgefragt.

Handlungsfeld 1.6: Standardisierung

Aus den Befunden zeichnet sich die Notwendigkeit ab, Formate zum Informationsaustausch zwischen KMU und

Tabelle 1: Handlungsoptionen der Kategorie „Impulse aus inhaltlicher Sicht“

Handlungsfeld	Handlungsoption	Adressat	Aufwand	Hebelwirkung auf Innovationserfolg	Beziehung zu anderen Handlungsoptionen
Industrie 4.0-Strategieentwicklung	1.1.1	Politik	Mittel	Mittel	3.2.1
	1.1.2	Politik, Verbände	Mittel	Mittel	1.1.1
Transformation der Marktleistung und digitale Geschäftsmodelle	1.2.1	Politik	Niedrig	Hoch	1.3.1
	1.2.2	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster	Niedrig	Mittel	3.2.1
	1.2.3	Politik, Forschungspartner, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Hoch	1.5.4; 4.3.1
Bedarfsgerechte Transformation der Wertschöpfung	1.3.1	Politik	Mittel	Hoch	1.2.1
	1.3.2	Politik	Mittel	Mittel	1.3.1; 5.3.1
IT-Infrastruktur	1.4.1	Politik	Hoch	Hoch	
	1.4.2	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Mittel	Niedrig	5.2.2
	1.5.1	Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Niedrig	Mittel	1.5.2
	1.5.2	Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Niedrig	Mittel	1.5.1; 5.2.2
IT-Sicherheit	1.5.3	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Hoch	Mittel	1.5.2
	1.5.4	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Mittel	1.2.3; 4.3.1
Standardisierung	1.6.1	Verbände, Netzwerke/Cluster, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Hoch	
	1.6.2	Politik, Verbände	Hoch	Hoch	
	1.6.3	Politik, Verbände, Forschungspartner	Mittel	Mittel	1.6.2

Handlungsoptionen

- 1.6.1 *Formate zum Informationsaustausch zwischen KMU und weiteren Akteuren über vorhandene und zukünftige Standards*
- 1.6.2 *Praxisorientierte Übersicht über bestehende Standards (Schnittstellen, Datenstrukturen, Frameworks)*
- 1.6.3 *Unterstützung der Auswahl und Implementierung von Standards*

8.2 Programmstruktur und -administration

Die Befunde zeigen, dass KMU unterschiedliche Industrie 4.0-Unterstützungsangebote nutzen. Hierunter fallen etwa regionale und überregionale Informations- und Netzwerkveranstaltungen oder die Angebote der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren in den untersuchten Regionen. KMU-spezifische Förderprogramme wie ZIM, KMU-innovativ oder Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) werden als geeignete Unterstützung wahrgenommen. Dennoch wird aus den geführten Interviews deutlich, dass viele KMU Verbesserungsbedarf bei den formalen Rahmenbedingungen geförderter Unterstützungsangebote sehen.

Nachfolgend werden daher Handlungsfelder skizziert, die auf die Weiterentwicklung von Programmen und deren Administration zielen. Eine neue Möglichkeit zur Unterstützung von KMU bietet zudem die im aktuellen Koalitionsvertrag vereinbarte Einführung einer steuerlichen Förderung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit von KMU.

Handlungsfeld 2.1: Administration bestehender und gegebenenfalls neuer Formate

Es zeichnet sich der Bedarf ab, die administrativen Abläufe bei Beantragung, Bewilligung und notwendiger Anpassung von Anträgen für geförderte Formate zu beschleunigen, um mit der Dynamik der Digitalisierung Schritt zu halten. Auf diese Weise könnten KMU ihre oft vorhandene Agilität besser ausspielen. Angeraten werden zudem verbindliche und kürzere Fristen für Begutachtung, Auswahl und Bewilligung. So könnten knappe Projektkapazitäten der KMU verlässlicher geplant und – im Falle der Nichtberücksichtigung eines Antrags – frühzeitig Alternativen gesucht werden.

Weiterhin wird eine Überprüfung angeregt, inwieweit die Beantragung, Anpassung, Dokumentation, Abrechnung und Berichterstattung bei geförderten Projekten vereinfacht werden kann. Dafür existieren nach Aussage einiger



interviewter Multiplikatoren von Branchennetzwerken, Kammern und Wirtschaftsförderern sowie Mitgliedern des Transfer-Netzwerks Industrie 4.0 bei einzelnen Projektträgern und Programmen gute Ansätze, zum Beispiel Pauschalierungen oder tabellarische Vorlagen für Zwischenberichte. Diese könnten als Vorlage zur Erarbeitung einheitlicher Standards dienen. In diesem Zusammenhang wird zum einen angeregt, die Sprache in Ausschreibungen weniger wissenschaftlich zu gestalten, um die Bereitschaft von KMU, sich zu beteiligen, zu erhöhen. Zum anderen sollten Anforderungen an die Dokumentation und Indikatoren für die Erfolgsmessung von Projekten frühzeitig verbindlich bekannt gegeben werden. Weiterhin liegt es nahe, die gesamte Administration online abzuwickeln. Der Fortschritt administrativer Prozesse sollte dabei für die Beteiligten jederzeit transparent sein. Mit der Online-Administration wäre auch die Anpassung von Projektskizzen, Anträgen und laufenden Arbeitsprogrammen an sich verändernde Technologiestände und Markterfordernisse einfacher abbildbar.

Hinsichtlich der Beteiligung von KMU in vorwettbewerblichen Verbundvorhaben sollten Möglichkeiten erarbeitet werden, diese für KMU attraktiver zu gestalten. Beispielsweise könnten Möglichkeiten zur temporären Beteiligung im Rahmen der Validierung erwogen werden.

Handlungsoptionen

2.1.1 *Beschleunigung der Beantragung und Bewilligung von Anträgen für Förderformate*

2.1.2 *Vereinfachung administrativer Aufgaben und Prozesse*

2.1.3 *Steigerung der Attraktivität für eine Beteiligung von KMU in vorwettbewerblichen Verbundvorhaben*

Handlungsfeld 2.2: Spielräume bei der Gestaltung von Formaten

Aus den Erfahrungen der Interviewpartner wird deutlich, dass Innovationsvorhaben für Industrie 4.0 vorab häufig nur schwer zu überschauen und zu planen sind. Daher sollte diskutiert werden, inwieweit eine schrittweise Nutzung von Formaten ermöglicht werden kann. Der Einstieg könnte über die vereinfachte Beantragung einer Initialphase erfolgen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Initialphase – und später folgender Phasen – könnten vereinfachte Folgeanträge den Zugang zu einer fortgesetzten Unterstützung eröffnen. Exemplarisch sei hier auf das Programm „KMU-innovativ: Einstiegsmodul“²⁸ verwiesen, das bereits in die vorgeschlagene Richtung weist. Somit könnten abschreckende Misserfolge, ausgelöst durch einen hohen Aufwand bis zur ersten Einreichung, reduziert werden. Die genannten Erfolgsfaktoren bereits etablierter KMU-Formate – thematische Offenheit und kontinuierliche Einreichmöglichkeiten – sollten bei der Planung neuer Formate berücksichtigt werden.

Neben einer direkten finanziellen Förderung der KMU-Tätigkeiten im Rahmen der Innovationsentwicklung könnten geförderte Angebote zum zeitlich befristeten, finanzierten Personalaustausch erwogen werden, um Unterstützung in Form von Know-how und Kapazitäten bereitzustellen. Vorderhand kommen hierfür Partner aus Hochschulen, Forschungsinstituten und Kompetenzzentren infrage. Als weitere Kooperationspartner wären zudem Start-ups und IT-Dienstleister geeignet, etwa um agile Arbeitsweisen und IT-Kompetenzen einzubringen. Bei der Ausprägung dieser Angebote ist darauf zu achten, dass aufseiten der KMU nachhaltig Kompetenzen aufgebaut werden und keine bloße Entwicklungsdienstleistung erfolgt. Als mögliche Blaupause könnten hier wiederum Angebote der Kompetenzzentren²⁹ zum befristeten Personaltransfer dienen. Durch den Ausbau derartiger Maßnahmen könnten mehr KMU Zugang dazu erhalten.

Aus den Befunden zeichnet sich weiterer Handlungsbedarf auf förderpolitischer Ebene ab: Es könnte erwogen werden, Einstiegsprojekte mit vergleichsweise niedriger Innovationshöhe zu fördern. Diese würden darauf abzielen, dass KMU mögliche Rückstände bei der Digitalisierung erkennen und eine Basis für Industrie 4.0-Innovationen schaffen. Dies wurde sowohl von Unternehmensvertreterinnen und -vertretern als auch von den interviewten Multiplikatoren wiederholt als vielversprechende Maßnahme genannt, um bisher eher zurückhaltend agierenden Unternehmen eine Starthilfe zu geben. Im Hinblick auf wettbewerbsrechtliche Auswirkungen verweisen Mitglieder aus dem Transfer-Netzwerk Industrie 4.0 auf eine so genannte Bagatellförderung ähnlich dem Digitalbonus Bayern (<https://www.digitalbonus.bayern/>).

28 Vgl. BMBF 2018.

29 Vgl. Digital in NRW 2018.

Die Befunde der geführten Interviews zeigen, dass Ergebnisse aus gemeinsamen Projekten mit Hochschulen oder Forschungsinstituten den KMU häufig nicht weit genug gehen, weil das Unterstützungsformat mit einem zu niedrigen Reifegrad der Lösung endet. Daher wird eine Prüfung angeregt, inwieweit im Rahmen der FuE-Förderung eine höhere Umsetzungsreife beziehungsweise Marktnähe der Projektergebnisse ermöglicht werden kann. Denkbar wäre etwa, durch eine optionale Zusatzförderung von Aktivitäten die Verwertung vorzubereiten. Zusätzlich sollte erwogen werden, die Überleitung von Ergebnissen aus der FuE-Förderung in vorhandene Programme zur Förderung der Markteinführung besser zu unterstützen. Exemplarisch sei hier die Mittelstandsrichtlinie des Freistaates Sachsen (www.revosax.sachsen.de/vorschrift/17621) genannt.

Handlungsoptionen

2.2.1 *Schrittweise Nutzung geförderter Angebote mit vereinfachtem Einstieg*

2.2.2 *Unterstützung eines befristeten, finanzierten Personalaustauschs zwischen KMU und Technologieanbietern*

2.2.3 *Einstiegsprojekte mit vergleichsweise niedriger Innovationshöhe*

2.2.4 *Förderung einer höheren Umsetzungsreife beziehungsweise Marktnähe der Ergebnisse von FuE-Projekten*

Handlungsfeld 2.3: Zugang zu geförderten Angeboten

Viele produzierende Unternehmen erfüllen die formalen Kriterien der EU-Definition für KMU nicht, agieren aber wie KMU und stehen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 vor ähnlichen Herausforderungen. Dieser Aspekt wurde von den interviewten Multiplikatoren sowie von Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Workshops mit dem Transfer-Netzwerk Industrie 4.0 wiederholt geäußert. Es wird daher angeregt, die Zugangskriterien für KMU-Förderungen auf Unternehmen mit bis zu 500 oder 1.000 Beschäftigten, auf verbundene und Partnerunternehmen sowie auf Stiftungen auszudehnen und eine angepasste Definition als Entscheidungsgrundlage zu verwenden.

Handlungsoption

2.3.1 *Erweiterung der Zugangskriterien für Angebote der KMU-Förderung*

Tabelle 2: Handlungsoptionen der Kategorie „Programmstruktur und -administration“

Handlungsfeld	Handlungsoption	Adressat	Aufwand	Hebelwirkung auf Innovationserfolg	Beziehung zu anderen Handlungsoptionen
Administration bestehender und gegebenenfalls neuer Formate	2.1.1	Politik	Hoch	Hoch	2.1.2; 2.2.1; 2.2.2
	2.1.2	Politik	Hoch	Hoch	2.1.1
	2.1.3	Politik	Mittel	Niedrig	
Spielräume bei der Gestaltung von Formaten	2.2.1	Politik	Mittel	Hoch	2.1.1
	2.2.2	Politik	Mittel	Hoch	2.1.1
	2.2.3	Politik	Niedrig	Mittel	
	2.2.4	Politik	Mittel	Hoch	
Zugang zu geförderten Angeboten	2.3.1	Politik	Hoch	Hoch	

Quelle: eigene Darstellung

8.3 Handlungsrahmen für Angebote

Im Rahmen vielfältiger Ansätze und Maßnahmen werden KMU unterstützt, den digitalen Wandel der Marktleistung, Wertschöpfung und Geschäftsmodelle mit innovativen Lösungen zu gestalten. Die Angebote reichen von der Sensibilisierung über die Bedarfs- und Ideenfindung bis hin zur Umsetzung konkreter Lösungen in Kooperationsprojekten. Die Befunde der Vorstudie bekräftigen, dass Angebote nicht isoliert betrachtet werden sollten. Im besten Fall greifen sie ineinander, bauen aufeinander auf und profitieren wechselseitig voneinander. Die enge Verzahnung ist dabei von hoher Bedeutung. Vor diesem Hintergrund ergibt sich ein Handlungsrahmen, auf dessen Ausgestaltung nachfolgend eingegangen wird.

Handlungsfeld 3.1: Durchgängige Referenz-Unterstützungskette

Viele der befragten Personen nehmen die Unterstützungsangebote als vielfältig, aber kleinteilig und isoliert voneinander wahr. Im Hinblick auf die Konkretisierung und Weiterentwicklung des Handlungsrahmens zeichnet sich somit der Bedarf ab, die Nutzung von Angeboten stärker aus der Perspektive der KMU zu denken. Im Kern könnte eine Referenz-Unterstützungskette von der individuellen Ausgangssituation bis zur Erreichung des spezifischen Innovationsziels stehen. Dieser Kette können die unterschiedlichen Angebote zugeordnet werden. Die Kette fokussiert die schrittweise Erschließung über die Phasen Sensibilisierung, Bedarfs- und Potenzialidentifikation, Erprobung und Konzipierung bis hin zur Entwicklung und Einführung konkreter Lösungen. Die Operationalisierung erfordert eine Klärung, ob eine solche einheitliche Referenz-Unterstützungskette definiert werden kann und wie diese ausgestaltet sein sollte. Als möglicher Ausgangspunkt könnten Systematiken der Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren oder die Bereiche des „Industrie 4.0-Kompass“³⁰ der Plattform Industrie 4.0 dienen.

Anschließend könnten Angebotslücken, die im Rahmen dieser Vorstudie identifiziert wurden, verifiziert werden. Zudem wird eine Diskussion angeregt, ob eine Konzentration auf wenige, themenoffene Formate eine sinnvolle Lösung darstellt. Bei der Weiterentwicklung oder Neuplanung von Formaten könnte die Referenz-Unterstützungskette

als Bezugsrahmen dienen. Mittels einer einheitlichen Darstellung könnten der Bezug zur Kette hergestellt, Zweck und Zielsetzung eines Angebots verdeutlicht und Schnittstellen zu anknüpfenden Angeboten aufgezeigt werden.

Handlungsoptionen

3.1.1 *Definition und Operationalisierung einer Referenz-Unterstützungskette*

3.1.2 *Nutzung der Unterstützungskette zur Verbesserung der Angebotszugänglichkeit*

Handlungsfeld 3.2: Angebote entlang der Unterstützungskette

Im Rahmen der Vorstudie wurde eine generische Unterstützungskette genutzt, um in den Interviews genannte Angebote zu strukturieren. Zudem wurde gefragt, in welchem Bereich der Kette Lücken gesehen werden. Aus den Befunden zeichnen sich diesbezüglich Chancen zur Verbesserung ab, die in diesem Handlungsfeld gebündelt werden.

Viele der Befragten sehen Bedarf nach einer Unterstützung in den Bereichen Potenzialidentifikation, Lösungsbewertung und -priorisierung. Ursächlich hierfür ist die Vielfalt neuer Technologien, Anwendungsszenarien und Applikationen von Industrie 4.0. Als Unterstützungsformat eignen sich nach Aussage mehrerer Interviewpartner kooperative Potenzial- und Bedarfsanalysen. Obwohl Erfolgsbeispiele bestehen, erlauben die Befunde doch die Interpretation, dass derartige Formate nicht in ausreichendem Maße verfügbar sind beziehungsweise zu verbessern wären. Denkbar wäre der Ausbau von Angeboten, die eine initiale Bestandsaufnahme und Strukturierung umsetzungsnah unterstützen. Darüber hinaus wäre es denkbar, die Analysen auf weitere Bereiche auszuweiten. Hier kristallisieren sich etwa Marktanalysen als nutzbringend heraus, um die Weichenstellung hinsichtlich der Planung neuer Geschäftsfelder frühzeitig zu evaluieren und die Gefahr zu senken, mit investitionsintensiven, risikoreichen Vorhaben am Markt vorbei zu entwickeln. Zudem wird eine Diskussion angeregt, wie die Qualifizierung der durchführenden Akteure durch Train-the-Trainer-Maßnahmen gewährleistet werden kann.

Tabelle 3: Handlungsoptionen der Kategorie „Handlungsrahmen für Angebote“

Handlungsfeld	Handlungsoption	Adressat	Aufwand	Hebelwirkung auf Innovationserfolg	Beziehung zu anderen Handlungsoptionen
Durchgängige Unterstützungskette	3.1.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Hoch	
	3.1.2	Politik	Hoch	Mittel	4.3.2
Angebote entlang der Unterstützungskette	3.2.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Niedrig	Mittel	1.1.1; 1.2.2
	3.2.2	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Mittel	Mittel	
	3.2.3	Politik	Mittel	Mittel	
	3.2.4	Politik	Mittel	Hoch	1.2.1; 5.3.1
Anreize für potenzielle Umsetzungspartner	3.3.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Niedrig	Mittel	

Quelle: eigene Darstellung

Des Weiteren begrüßen einige befragte KMU-Führungskräfte Möglichkeiten zum schnellen, praktischen Kennenlernen und Erproben. Trotzdem zeigen die initialen Befunde eine Zurückhaltung gegenüber Industrie 4.0-Testzentren, Lern- und Demonstrationsumgebungen. Aus diesem Grund wird angeregt, bestehende Hemmnisse detaillierter zu untersuchen. Neben externen Möglichkeiten zum Erproben zeichnet sich ein Bedarf an explorativer Erprobung und Aneignung neuer Technologien, Methoden oder Organisationsformen in den KMU ab. Hier sind Gestaltungsspielräume auszuloten, zum Beispiel hinsichtlich des Detaillierungsgrads der Verwertungsplanung. An dieser Stelle besteht ein Anknüpfungspunkt zu Handlungsfeld 1.2: Zur Schließung der Unterstützungskette an der Schnittstelle zwischen Konzipierung und Entwicklung lässt sich die Notwendigkeit für Projektangebote erkennen, die durch eine geringe Vorlaufzeit, kurze Umsetzungszeit und niedrige formale Anforderungen gekennzeichnet sind.

Handlungsoptionen

3.2.1 *Ausbau der Angebote zur Unterstützung der Bestandsaufnahme und Strukturierung*

3.2.2 *Analyse von Hemmnissen in der Nutzung von Testumgebungen für Industrie 4.0*

3.2.3 *Abwägung neuer Möglichkeiten zur explorativen Erprobung neuer Technologien und Methoden in KMU*

3.2.4 *Neue Projektangebote an der Schnittstelle zwischen Konzipierung und Entwicklung*

Handlungsfeld 3.3: Anreize für potenzielle Umsetzungspartner

Die Industrie 4.0-Unterstützung von KMU von der Sensibilisierung bis zur Lösungsumsetzung erfordert neben passfähigen Formaten ebenso handlungssichere Akteure. Befunde erlauben den Rückschluss, dass viele Akteure die frühen Phasen der Unterstützungskette bedienen, während es bei der aktiven Umsetzungsunterstützung offenbar an Kooperationspartnern mangelt. Daher wird der Aufbau eines Arbeitskreises angeregt, der sich mit der Frage befasst, wie sich eine größere Anzahl an Partnern für die Umsetzungsunterstützung gewinnen lässt. So sollte thematisiert werden, wie durch eine Weiterentwicklung und Ausweitung bestehender Anreizstrukturen eine Steigerung der Beteiligung von Hochschulen und Forschungsinstituten induziert werden kann oder wie Aktivitäten adäquat messbar gemacht werden können.

Handlungsoption

3.3.1 *Diskussion und Entwicklung von Anreizen zur Steigerung der Partnerverfügbarkeit*

8.4 Zielgerichtete Ansprache

Die bis hierhin formulierten Handlungsfelder betreffen Inhalte, Programmstrukturen und Formate. Die Befunde der Vorstudie bekräftigen, dass der Verbesserung der Kommunikation über Unterstützungsangebote eine ebenso große Bedeutung zukommt. In diesem Zusammenhang wird aus den geführten Interviews deutlich, dass viele KMU regional gut vernetzt sind und bei der Angebotsnutzung Partner in ihrer Nähe favorisieren. In geringerem Umfang werden auch überregionale Angebote in Anspruch genommen. Es zeichnet sich ab, dass die regionale Ebene ein zentrales Gestaltungsfeld der KMU-Unterstützung zu Industrie 4.0 darstellt. Auf dieser agieren Kammern, Netzwerke oder Wirtschaftsförderer als Multiplikatoren und stehen idealerweise mit den Hochschulen, Forschungsinstituten und weiteren Unterstützungsdienstleistern in der Region in Kontakt. Es besteht die Annahme, dass ein enges Zusammenwirken dieser Akteure den Erfolg der Unterstützung positiv beeinflusst.

Handlungsfeld 4.1: Clusterstrukturen und ganzheitliche Unterstützungsinitiativen

In den untersuchten Regionen sind Clusterstrukturen und ganzheitliche Unterstützungsinitiativen, wie zum Beispiel die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren, etabliert. Diese bieten Unterstützungsangebote für Industrie 4.0 auf regionaler Ebene, die von vielen Befragten positiv bewertet wurden. Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass Cluster als Ankerpunkt und Orientierungshilfe für KMU im Kontext von Industrie 4.0 dienen können – eine entsprechende Technologieorientierung vorausgesetzt. Jedoch zeigen die Erfahrungen der Projektpartner dieser Vorstudie, dass der Aufbau funktionsfähiger, eng verzahnter Clusterstrukturen ein langfristig orientierter Prozess ist. So erreicht ein Cluster in der Regel erst bei einem hohen Bekanntheitsgrad und einer ausreichenden Anzahl involvierter Akteure einen hohen Wirkungsgrad.

Im Hinblick auf eine Industrie 4.0-Unterstützung von KMU zeichnet sich der Bedarf ab, die Clusterstrukturen weiter auszubauen. Ein Fokus der Cluster auf KMU-spezifische Angebote sollte angestrebt und unterstützt werden. Aufgrund der geäußerten Bedarfe wird angeregt, die transparente Aufbereitung der Industrie 4.0-Kompetenzen der Akteure zu unterstützen.

Handlungsoptionen

4.1.1 *Clusterstrukturen mit Fokus auf KMU-spezifische Clusterangebote*

4.1.2 *Transparente Darstellung der Industrie 4.0-Kompetenzen innerhalb der Clusterregion*

Handlungsfeld 4.2: Anlaufstellen und Orchestrierung regionaler Unterstützungsstrukturen

Im Rahmen der Vorstudie äußerten die Befragten, dass es ihnen schwerfällt, den Überblick über Unterstützungsmöglichkeiten und Partner zu bewahren. Hier können regionale Anlaufstellen als Wegweiser und Begleiter agieren. Die Stellen erfüllen verschiedene Funktionen, beispielsweise die Veranstaltungsorganisation oder die Identifikation potenzieller Partner. Außerdem besteht die Unterstützungsleistung der Anlaufstellen darin, unerfahrenen KMU Vorteile von Industrie 4.0 zu vermitteln, Beispiele aufzuzeigen, Bedarfe zu identifizieren und Ideen einzuordnen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es in verschiedenen Regionen unterschiedlich ausgeprägte Institutionen gibt, die derartige Funktionen erfüllen. Unter anderem sind hier die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren zu nennen. Dennoch wird angeregt, die Abdeckung zu prüfen und darauf aufbauend Maßnahmen zu initiieren, um eine engmaschige Verfügbarkeit regionaler Anlaufstellen zu erzielen. Dies betrifft auch den Aufbau neuer Stellen in bisher nicht erschlossenen Regionen. Zudem könnten bestehende Stellen weiter gestärkt werden. Hierfür wird angeregt, Instrumente für die Tätigkeit der Anlaufstellen zusammenzustellen und zur freien Verfügung zu stellen, zum Beispiel Leitfäden für die Organisation von Anlaufstellen, Beratungsleitfäden oder Reifegradmodelle.

Regional verfolgen diverse Akteure die Zielsetzung, KMU in ihren Innovationsaktivitäten zu unterstützen. Hierunter fallen beispielsweise Akteure der Kammern, Wirtschaftsförderer oder regionale Netzwerke. Diese Akteure helfen, Unternehmen verschiedener Branchen, Größen und Marktleistungen – auch im Übergang zum Handwerk – effizient zu erreichen. Es wird daher angeregt, die regionalen Unterstützungsstrukturen zu orchestrieren. Folglich könnte erwogen werden, Vorgehensweisen, Strukturen und Erfolgsfaktoren erfolgreicher Regionen zu untersuchen und als Blaupause verfügbar zu machen. Des Weiteren bieten sich Referenzstrukturen an, in denen Rollen, Kompetenzen, Aufgabenbereiche und Angebote der Akteure entlang der Unterstützungskette dargestellt werden.

Tabelle 4: Handlungsoptionen der Kategorie „Zielgerichtete Ansprache“

Handlungsfeld	Handlungsoption	Adressat	Aufwand	Hebelwirkung auf Innovationserfolg	Beziehung zu anderen Handlungsoptionen
Clusterstrukturen und ganzheitliche Unterstützungsinitiativen	4.1.1	Politik, Netzwerke/Cluster	Hoch	Hoch	
	4.1.2	Netzwerke/Cluster, Forschungspartner, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Niedrig	Mittel	4.1.1
Anlaufstellen und Orchestrierung regionaler Unterstützungsstrukturen	4.2.1	Politik, Netzwerke/Cluster	Hoch	Mittel	4.1.1
	4.2.2	Verbände, Netzwerke/Cluster, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Mittel	
	4.2.3	Politik, Netzwerke/Cluster, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Hoch	
Abstimmung nationaler und regionaler Aktivitäten	4.3.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Hoch	1.2.3; 1.5.4
	4.3.2	Politik, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Hoch	Hoch	3.1.2

Quelle: eigene Darstellung

Handlungsoptionen

4.2.1 Erzielung einer engmaschigen Verfügbarkeit regionaler Anlaufstellen

4.2.2 Sammlung von Instrumenten für die Tätigkeit der Anlaufstellen

4.2.3 Analyse von Beispielen für eine effiziente Orchestrierung regionaler Unterstützungsstrukturen

Handlungsfeld 4.3: Abstimmung nationaler und regionaler Aktivitäten

Aus den Befunden der Vorstudie zeichnet sich der Bedarf ab, zusätzlich zur Orchestrierung auf regionaler Ebene die vertikal gerichtete Abstimmung zwischen nationalen und regionalen Industrie 4.0-Aktivitäten weiter zu verbessern. So kommt es mitunter vor, dass verfügbare, überregional organisierte Unterstützungsangebote auf regionaler Ebene nur einen geringen Bekanntheitsgrad aufweisen. Daher wird angeregt, die Kommunikation über Angebote und

Umsetzungsbeispiele weiter zu intensivieren. In diesem Zusammenhang ist eine längerfristige Kontinuität wirksamer Angebote hilfreich. So können diese genutzt und weiterempfohlen und nach und nach von einer breiteren Unternehmensbasis angenommen werden. Zudem könnte die Entwicklung praktikabler Routinen für Berichterstattung und Vermittlung erwogen werden, beispielsweise in Form einer regelmäßig stattfindenden Informationskonferenz für Multiplikatoren, die auf regionaler Ebene tätig sind. Ferner wird eine Weiterentwicklung vorhandener IT-unterstützter Informationssysteme zu Angeboten angeregt (z. B. Förderdatenbanken). Es gilt, Such- und Zugriffsmöglichkeiten stärker auf KMU auszurichten.

Handlungsoptionen

4.3.1 Koordination der Kommunikation und Vermittlung zwischen nationalen und regionalen Industrie 4.0-Aktivitäten

4.3.2 Weiterentwicklung vorhandener IT-unterstützter Informationssysteme zu Angeboten

8.5 Kompetenzentwicklung

Kompetenzen der Beschäftigten für das digital unterstützte Arbeiten sind für die erfolgreiche Gestaltung von Industrie 4.0 in Unternehmen entscheidend. Dazu existieren bereits vielfältige Aktivitäten und Initiativen, unter anderem seitens des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) und des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) sowie Empfehlungen von acatech³¹. Nachfolgende Handlungsfelder und -optionen konzentrieren sich daher auf die Kompetenzentwicklung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und Führungskräften in KMU.

Handlungsfeld 5.1: Adressatengerechte Angebote

In den geführten Interviews wurde wiederholt der Bedarf an Angeboten geäußert, um Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus verschiedenen Unternehmensbereichen und mit unterschiedlichen Qualifikationsstufen in die digitale Transformation einzubinden. Beispielsweise zeichnet sich ab, (geförderte) Sensibilisierungs- und Qualifizierungsangebote nicht ausschließlich für das Management zu konzipieren. Stattdessen wird angeregt, adressatengerechte Maßnahmen zu gestalten, um das Wissen über Industrie 4.0 in Unternehmen breiter zu streuen. Denkbar wäre die Entwicklung von Sensibilisierungs- und Qualifizierungsbaukästen, die im Rahmen von Vor-Ort-Schulungen eingesetzt werden können. Über Projekte und Tätigkeiten könnte ein Bezug in die betriebliche Praxis hergestellt werden.

Handlungsoptionen

5.1.1 *Adressatengerechte Qualifizierungsmaßnahmen für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter*

5.1.2 *Entwicklung von Sensibilisierungs- und Qualifizierungsbaukästen*

Handlungsfeld 5.2: Bedarfsorientierte Ad-hoc-Qualifizierung

Die Kompetenzbedarfe für Industrie 4.0 entwickeln sich dynamisch und hochindividuell. Dem kann oft nur durch ein personalisiertes, situationsbezogenes und arbeitsplatz-

nahes Lernen Rechnung getragen werden. Daher drücken einige Befragte den Bedarf aus, dass sich anwendungs- und systemspezifische Qualifizierungsmaßnahmen nicht ausschließlich auf Angebote zertifizierter Bildungsträger beschränken sollten. Stattdessen wird angeregt, die Unterstützung auf Angebote von Ausrüstern, Software-Lizenzgebern oder Systemintegratoren auszuweiten. Es könnten berufsbegleitende Qualifizierungsmaßnahmen für technische Fachkräfte erwogen werden, um Wissen über neue Technologien, Werkzeuge und Methoden aufzubauen. Als Beispiel sei hier die Maßnahme des Spitzenclusters it's OWL für Fachkräfte mit langjähriger Berufserfahrung genannt.³² Zudem bieten neue Technologien wie Virtual Reality und Augmented Reality, mobile Endgeräte und digitale Medien in Verbindung mit neuen Lehr-Lern-Konzepten gute Voraussetzungen für ein arbeitsplatznahes, tätigkeitsintegriertes Lernen. Mit neuen Angeboten könnten solche Konzepte und assistierende Technologien auch bei KMU erprobt und umgesetzt werden. Um dem Unterstützungsbedarf des Mitarbeitertypus „Industrie 4.0-Abenteurer“ zu begegnen, könnten neue Angebote erwogen werden – etwa die Qualifizierung von Industrie 4.0-Mentoren.

Handlungsoptionen

5.2.1 *Ausweitung anwendungsspezifischer Qualifizierungsmaßnahmen auf Angebote von Ausrüstern, Software-Lizenzgebern oder Systemintegratoren*

5.2.2 *Umsetzung berufsbegleitender Qualifizierungsmaßnahmen für technische Fachkräfte*

5.2.3 *Qualifizierung von Industrie 4.0-Mentoren*

Handlungsfeld 5.3: Gestaltung des innerbetrieblichen Wandels

Nach Einschätzung vieler Befragter ist der innerbetriebliche Wandel hin zu Industrie 4.0 durch ein Veränderungsmanagement zu begleiten. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen als aktiv mitgestaltende Akteure gewonnen werden. Entwicklung und Umsetzung innovativer Lösungen benötigen unter anderem Neugier und Kreativität, den offenen Austausch und die Bereitschaft, Fehler zu tolerieren und aus ihnen zu lernen. Anzustreben ist eine Innovationskultur, die sich

31 Vgl. acatech 2018, acatech 2016, Jakobs et al 2017.

32 Vgl. it's OWL 2017.

Tabelle 5: Handlungsoptionen der Kategorie „Kompetenzentwicklung“

Handlungsfeld	Handlungsoption	Adressat	Aufwand	Hebelwirkung auf Innovationserfolg	Beziehung zu anderen Handlungsoptionen
Adressatengerechte Angebote	5.1.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Mittel	Mittel	5.1.1; 5.3.1
	5.1.2	Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Hoch	Mittel	5.1.1
Bedarfsorientierte Ad-hoc-Qualifizierung	5.2.1	Politik	Mittel	Mittel	
	5.2.2	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Forschungspartner	Hoch	Mittel	1.4.2; 1.5.2
	5.2.3	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster, Transfer-Netzwerk Industrie 4.0	Mittel	Mittel	5.2.2; 5.3.1
Gestaltung des innerbetrieblichen Wandels	5.3.1	Politik, Verbände, Netzwerke/Cluster	Mittel	Hoch	1.3.2; 3.2.4; 5.1.1; 5.2.3
Vernetzung der Angebote für Schul-, Aus- und Weiterbildung	5.4.1	Politik, Forschungspartner	Mittel	Mittel	

Quelle: eigene Darstellung

durch Agilität, Dynamik, Transparenz, dezentrale Entscheidungsfindung sowie disziplin- und hierarchieüberschreitende Zusammenarbeit auszeichnet. In diesem Zusammenhang bieten die Lern- und Experimentierräume zur Arbeitswelt 4.0³³ Unterstützung für Pilotprojekte. Diese sind jedoch vielfach nicht auf die Anforderungen von KMU zugeschnitten. Es zeichnet sich somit der Bedarf nach zusätzlichen Angeboten ab, die das Veränderungsmanagement als integralen Bestandteil von Industrie 4.0 unterstützen.

Handlungsoption

5.3.1 Zusätzliche Angebote zur Unterstützung des Veränderungsmanagements im Zuge des innerbetrieblichen Wandels

Handlungsfeld 5.4: Vernetzung der Angebote für Schul-, Aus- und Weiterbildung

Aktuell entstehen auf Bundes- und Landesebene in verschiedenen Ressorts vielfältige Angebote zur Qualifizierung zu Industrie 4.0. Dabei ist es bislang nicht möglich, Angebote aus der Weiterbildung auch in der beruflichen Ausbildung oder schulischen Bildung einzusetzen. Es wird daher ange-regt, Demonstratoren, Lernumgebungen oder ausgewählte niedrigschwellige Qualifizierungsangebote übergreifend zu nutzen – etwa zwischen Hochschulen, Forschungsinstituten, Kompetenzzentren, Ausbildungsträgern und Schulen. Dabei kann an existierende Initiativen wie die Gemeinsame Pilotinitiative Berufsbildung 4.0³⁴ zwischen BMBF und BIBB angeknüpft werden.

Handlungsoption

5.4.1 Übergreifende Nutzung von Demonstratoren, Lernumgebungen und ausgewählten niedrigschwelligen Qualifizierungsangeboten

33 Vgl. BMAS 2017.

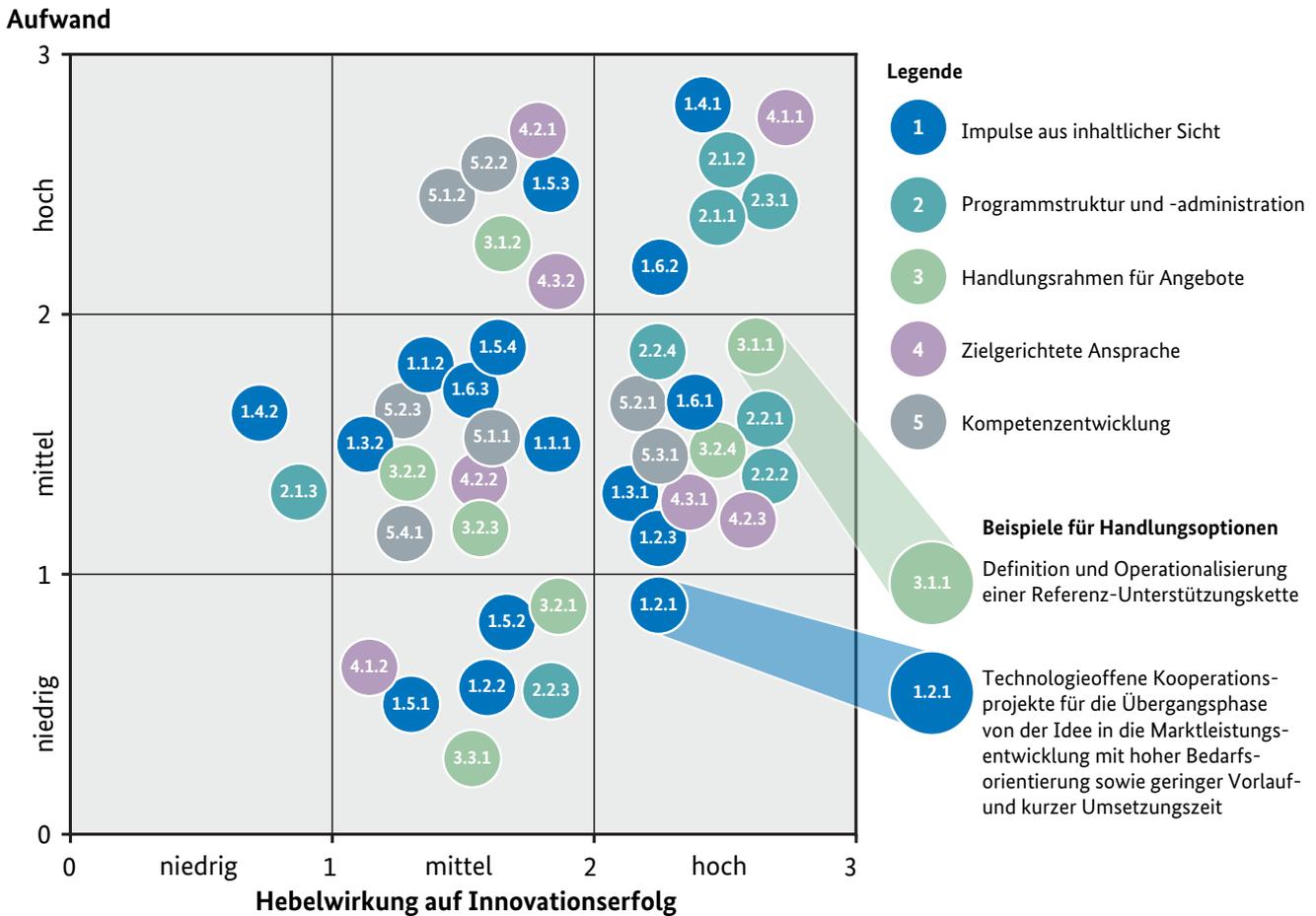
34 Vgl. BIBB 2018.

8.6 Zusammenfassung

Aus den Befunden zum Industrie 4.0-Umsetzungsstand in KMU, den Hemmnissen bei der Umsetzung und Angebotsnutzung sowie den Bedarfen der Unternehmen an eine Industrie 4.0-Unterstützung zeichnen sich Hebel ab, existierende oder zukünftige Angebote noch besser auf KMU auszurichten. Diese wurden im Zuge einer Synthese in Handlungsfelder und -optionen überführt.

Insgesamt wurden 19 Handlungsfelder ermittelt. Diese enthalten insgesamt 45 Handlungsoptionen, die den Gestaltungsraum der KMU-Unterstützung umreißen. Abbildung 8 gibt einen Überblick über die Einschätzung der Handlungsoptionen in den Dimensionen „Aufwand“ und „Hebelwirkung auf den Innovationserfolg“. Im Anschluss an die Vorstudie gilt es, diese Ergebnisse gegebenenfalls weiterzuentwickeln und zu konsistenten Handlungskonzeptionen mit hoher Wirkung zu bündeln.

Abbildung 8: Visualisierung der Handlungsoptionen hinsichtlich der Einschätzung ihres Aufwands sowie ihrer Hebelwirkung auf den Innovationserfolg



Quelle: eigene Darstellung

9 Literaturverzeichnis

acatech 2016

acatech (Hrsg.): *Die digitale Transformation gestalten – Was Personalvorstände zur Zukunft der Arbeit sagen*. Ein Stimmungsbild aus dem Human-Resources-Kreis von acatech und Jacobs Foundation (acatech IMPULS), München: Herbert Utz Verlag GmbH 2016.

acatech 2018

acatech (Hrsg.): *Pilotphase Nationales Kompetenz-Monitoring (NKM): Bericht: Data Science. Auswahl, Beschreibung, Bewertung und Messung der Schlüsselkompetenzen für das Technologiefeld Data Science* (acatech DISKUSSION), München 2018.

agiplan et al. 2015

agiplan GmbH/Fraunhofer IML/ZENIT GmbH: *Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand*, Mülheim an der Ruhr 2015.

Arbeitskreis Smart Service Welt/acatech 2015

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

BIBB 2018

Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): *Pilotinitiative Berufsbildung 4.0 gestartet*, 2018
www.bibb.de/de/49603.php [Stand: 12.02.2019].

BMAS 2017

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): *Vertrauen gewinnen. Arbeiten 4.0 in Lern- und Experimentierräumen erproben*, 2017 www.arbeitenviernull.de/experimentier-raeume/start.html [Stand: 12.02.2019].

BMBF 2018

Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *KMU-innovativ: Einstiegsmodul*, 2018
www.bmbf.de/de/kmu-innovativ-einstiegsmodul-4680.html [Stand: 12.02.2019].

BMWi 2016

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Monitoring-Report. Wirtschaft DIGITAL 2016*, Berlin 2016.

BMWi 2018

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Digitalisierung in fünf Schritten*, veröffentlicht am 07.03.2018.
www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Unternehmerfragen/Standardartikel/2-wie-erstelle-ich-einen-digitalisierungsfahrplan-3-digitalisierung-in-fuenf-schritten.html [Stand: 12.02.2019].

BVMW 2018

Bundesverband mittelständische Wirtschaft e.V. (Hrsg.): *Stellungnahme – Öffentliche Konsultation der Europäischen Kommission zur Überprüfung der Definition von KMU*, 2018
www.bvmw.de/fileadmin/03-Themen/Mittelstand/KMU-Definition.pdf [Stand: 12.02.2019].

Commerzbank AG 2015

Commerzbank AG (Hrsg.): *Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler!*, Frankfurt a. M. 2015.

DIHK 2015

Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (Hrsg.): *Mittelstand fällt zurück – Ergebnisse einer Befragung der IHK-Organisation bei 1.000 innovativen Unternehmen*, Berlin 2015.

DIHK 2017

Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (Hrsg.): *DIHK-Innovationsreport 2017: Innovationsdynamik rückläufig. Ergebnisse einer Befragung der IHK-Organisation bei 1.700 Unternehmen*, Berlin 2017.

Digital in NRW 2018

Digital in NRW (Hrsg.): *Transferprojekt erarbeitet digitale Schnittstelle für die Auftragsabwicklung*, 2018 www.digital-in-nrw.de/de/aktuelles/details/transferprojekt-erarbeitet-digitale-schnittstelle-fuer-die-auftragsabwicklung-424 [Stand: 12.02.2019].

Europäische Union 2003

Europäische Union: „Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (Text von Bedeutung für den EWR, bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422)“. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L124, 46, 2003, S. 36–41.

Europäische Union 2013

Europäische Union: „Verordnung (EU) Nr. 1407/2013 der Kommission vom 18.12.2013 über die Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union auf De-minimis-Beihilfen.“ In: *Amtsblatt der Europäischen Union L352/1*, 56, 2013, S. 1–8.

Friedrich-Ebert-Stiftung/Schröder 2016

Friedrich-Ebert-Stiftung (Hrsg.)/Schröder, C.: *Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand*, Bonn 2016.

Geisenberger/Broy 2012

Geisenberger, E./Broy, M. (Hrsg.): *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems* (acatech STUDIE), Berlin: Springer Vieweg 2012.

IMPULS-Stiftung des VDMA et al. 2018

IMPULS-Stiftung des VDMA/Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH/Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) an der RWTH Aachen: *Industrie 4.0-Readiness – Online-Selbst-Check für Unternehmen*, 2018
www.industrie40-readiness.de/ [Stand: 12.02.2019].

IW et al. 2016

Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.)/Demary, V./Engels, B./Röhl, K.-H./Rusche, C.: „Digitalisierung und Mittelstand – Eine Metastudie.“ In: *Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln* (IW-Analysen Nr. 109), Köln 2016.

It's OWL 2017

it's OWL (Hrsg.): *15 berufserfahrene Fachkräfte schließen Industrie 4.0-Weiterbildung erfolgreich ab*, 2017
www.its-owl.de/newsroom/news/detailseite/news/15-berufserfahrene-fachkraefte-schliessen-industrie-40-weiterbildung-erfolgreich-ab/ [Stand 12.02.2019].

Jacobs et al. 2017

Jacobs, J./Kagermann, H./Spath, D. (Hrsg.): *Arbeit in der digitalen Transformation – Agilität, lebenslanges Lernen und Betriebspartner im Wandel. Ein Beitrag des Human-Resources-Kreises von acatech und der Jacobs Foundation – Forum für Personalvorstände zur Zukunft der Arbeit* (acatech DISKUSION), München: Herbert Utz Verlag 2017.

Koch et al. 2014

Koch, V./Kuge, S./Geissbauer, R./Schrauf, S.: *Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution*, 2014. www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf [Stand: 22.02.2019].

Lichtblau et al. 2015

Lichtblau, K./Stich, V./Bertenrath, R./Blum, M./Bleider, M./Millack, A./Schmitt, K./Schmitt, E./Schröder, M.: *Industrie 4.0-Readiness*, Frankfurt a. M.: IMPULS-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik 2015.

Meißner et al. 2017

Meißner, A./Glass, R./Gebauer C./Stürmer, S./Metternich, J.: „Hindernisse der Industrie 4.0 – Umdenken notwendig?“ In: *Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112: 9, 2017, S. 607–611.

Plattform Industrie 4.0 2018a

Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.): *Transfer Mittelstand*, 2018.
www.plattform-i40.de/140/Navigation/DE/In-der-Praxis/TransferMittelstand/transfer-mittelstand.html [Stand: 12.02.2019].

Plattform Industrie 4.0 2018b

Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.): *Industrie 4.0-Kompass*, 2018.
www.plattform-i40.de/140/Navigation/DE/In-der-Praxis/Kompass/kompass.html [Stand: 12.02.2019].

Schröder et al. 2015

Schröder, C./Schlepphorst, S./Kay, R.: *Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand* (IfM-Materialien Nr. 244), Bonn: Institut für Mittelstandsforschung 2015.

Siemens 2018

Siemens (Hrsg.): *Praktische Wege zu Industrie 4.0 – Die Hindernisse digitaler Transformation und wie Hersteller sie überwinden können*, München 2018.

VDMA Forum Industrie 4.0 et al. 2015

VDMA Forum Industrie 4.0/Technische Universität Darmstadt/Karlsruher Institut für Technologie: *Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand*, Frankfurt a. M.: VDMA Verlag 2015.

Danksagung

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich bei den involvierten Unternehmen für die Bereitschaft zur Teilnahme an der Vorstudie und die offene Diskussion im Rahmen der geführten Interviews.

