

# STUDIE

## ERSCHLIESSEN DER POTENZIALE DER ANWENDUNG VON ,INDUSTRIE 4.0‘ IM MITTELSTAND

# Impressum

## Titel

„Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand“

Kurzfassung der Studie

Erscheinungsdatum: Juni 2015

## Auftraggeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

## Herausgeber:

Dr. Jürgen Bischoff

agiplan GmbH

Kölner Straße 80-82

45481 Mülheim an der Ruhr

Tel.: 0208/9925-0

info@agiplan.de

www.agiplan.de

## Ansprechpartner:

Christoph Taphorn

Tel.: 0711/67400-284

ctaphorn@agiplan.de

Denise Wolter

Tel.: 0208/9925-246

dwolter@agiplan.de

## Gestaltung / Layout / Abbildungen:

agiplan GmbH (Frederik Betsch, Jens Herr)

## Copyright agiplan GmbH 2015

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren (agiplan GmbH, Fraunhofer IML und ZENIT GmbH) zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet.

# ERSCHLIESSEN DER POTENZIALE DER ANWENDUNG VON ‚INDUSTRIE 4.0‘ IM MITTELSTAND

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft  
und Energie (BMWi)



## Autoren

### **agiplan GmbH**

Dr. Jürgen Bischoff, Christoph Taphorn, Denise Wolter, Nomo Braun, Dr. Manfred Fellbaum,  
Alexander Goloverov, Stefan Ludwig

### **Fraunhofer IML**

Dr. Tobias Hegmanns, Christian Prasse, Prof. Dr. Michael Henke, Prof. Dr. Michael ten Hompel,  
Frederik Döbbeler, Emanuel Fuss, Christopher Kirsch, Ben Mättig

### **ZENIT GmbH**

Stefan Braun, Michael Guth, Dr. Mark Kaspers, Doris Scheffler



## Inhalt

1	Einleitung	3
2	Vorgehensweise	4
3	Was ist Industrie 4.0?	5
4	Industrie 4.0 Technologiefelder	8
5	Forschungs- und Fördermaßnahmen	10
6	Die fünf Funktionsbereiche der Industrie 4.0	12
7	Der Weg zur Industrie 4.0	19
8	Handlungsempfehlungen	23

# 1 Einleitung

Cyber-Physische-Systeme (CPS), Internet der Dinge, Chance für Unternehmen, neuer Hype, „Alles schon da gewesen!“ – mit diesen oder ähnlichen Schlagworten, Einschätzungen und Meinungen sehen sich Unternehmen konfrontiert, wenn sie sich dem Begriff Industrie 4.0 zu nähern versuchen.

Die Vision von Industrie 4.0 beschreibt eine neue Art der wirtschaftlichen Produktion, die durch eine durchgängige Digitalisierung und die stärkere innerbetriebliche sowie überbetriebliche Vernetzung geprägt ist. Diese potenzielle vierte industrielle Revolution stellt Unternehmen weltweit vor große Herausforderungen, denn Industrie 4.0 betrifft alle Dimensionen:

## Technik

(Stichworte: Digitalisierung, hochgradig vernetzte Systeme von Sensorik / Aktorik über Maschinen / Anlagen bis zu den Nutzern)

## Organisation

(Stichworte: Daten, Entscheidungen, Handlungen, dezentrale Steuerung und autonome Systeme)

## Menschen

(Stichworte: Qualifikation und Qualifizierung, Mensch-Maschine-Interaktion)

## Geschäftsmodelle

(Stichworte: individualisierte Produktion, Einbindung von Kunden, Denken in Produktlebenszyklen, Serviceorientierung)

Vor dem Hintergrund der ökonomischen Herausforderungen in Deutschland und Europa stellt sich die Frage nach der Bedeutung von Industrie 4.0 für den Mittelstand: Bietet Industrie 4.0 Chancen für mittelständische Unternehmen? Und, wenn ja, welche? Sind mittelständische Unternehmen auf die Anforderungen der vierten industriellen Revolution vorbereitet oder riskieren sie, den Anschluss an die Technologien und damit ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren?

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat das Konsortium bestehend aus der agip-lan GmbH, dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (Fraunhofer IML) und dem Zentrum für Innovation und Technik in Nordrhein-Westfalen GmbH (ZENIT) beauftragt, die Potenziale der Industrie 4.0 für den deutschen Mittelstand zu identifizieren, den derzeitigen Umsetzungsstand zu ermitteln und ein Aktionsportfolio abzuleiten, mit dem Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu einer möglichst breiten Umsetzung von Industrie 4.0 im Mittelstand beitragen können. Dabei werden unter dem Begriff „Mittelstand“ produzierende mittelständische Unternehmen mit bis zu 2.500 Beschäftigten zusammengefasst.

Die vorliegende Kurzfassung stellt die zentralen Ergebnisse der Studie dar.

## 2 Vorgehensweise

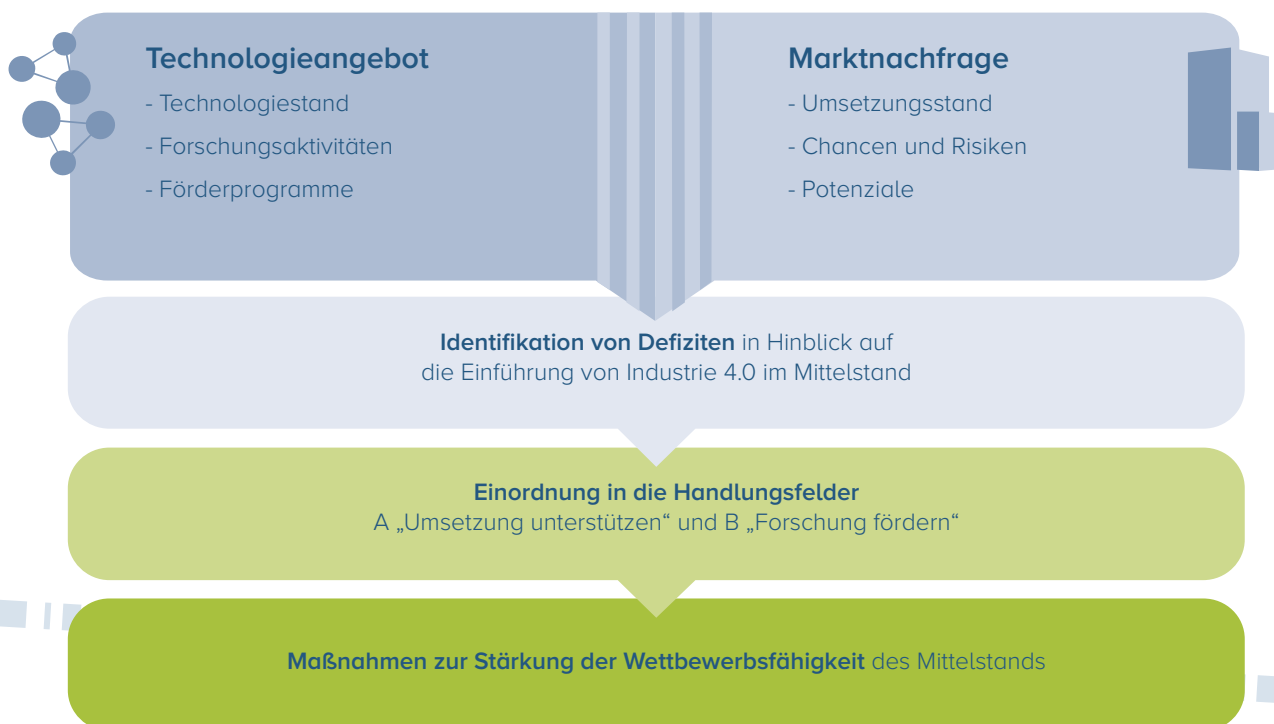
Die Vorgehensweise der Studie folgt dem methodischen Ansatz, aus dem Spannungsfeld zwischen Industrie 4.0 Technologieangebot und dem Bedarf des Mittelstandes die erforderlichen Handlungsfelder und -empfehlungen abzuleiten.

Die zentralen Industrie 4.0 Technologien wurden dafür identifiziert und deren technologischer Reifegrad ermittelt. Laufende Forschungs- und Förderprogramme wurden erfasst und ausgewertet.

Parallel dazu wurden der Bedarf und die Herausforderungen mittelständischer Unternehmen identifiziert. Die Analyse dieser marktseitigen Anforderungen diente zur Lokalisierung und Bewertung von Chancen, Potenzialen und Risiken von Industrie 4.0 für den Mittelstand. Zum Abgleich von Technologieangebot und Marktnachfrage erfolgte eine Defizitanalyse, die den aktuellen Umsetzungsstand von Industrie 4.0 in mittelständischen Unternehmen

berücksichtigt. Aus der Defizitanalyse erfolgte die Ableitung von Handlungsfeldern zur Einführung von Industrie 4.0 im Mittelstand. Die Handlungsfelder wurden schließlich mit den bereits bestehenden Förderprogrammen abgeglichen.

Als Ergebnis wurden Handlungsempfehlungen für Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft formuliert. Die Erkenntnisse wurden studienbegleitend mit einem breiten Kreis an Experten der genannten Akteure evaluiert.



### 3 Was ist Industrie 4.0?

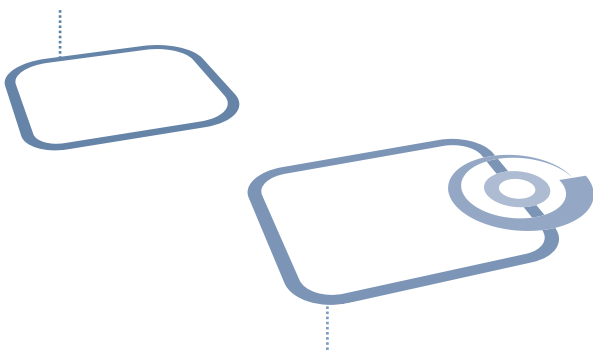
Technisch gesehen entsteht Industrie 4.0 aus sogenannten Cyber-Physischen-Systemen (CPS) auf der Basis von eingebetteten Systemen (embedded systems) in einer Kommunikationsinfrastruktur des Internets der Dinge und Dienste.

Zum einen werden in der Industrie 4.0 innerhalb eines Unternehmens die technischen Prozesse mit (kaufmännischen) Geschäftsprozessen über Unternehmensebenen hinweg miteinander verknüpft, unter Einbeziehung der Informations-, Kommunikations-, Steuerungs- und Managementsysteme (vertikale Integration). Zum anderen werden die Prozesse und Ressourcen entlang der Wertschöpfungskette miteinander vernetzt. Diese Vernetzung beschränkt

sich nicht nur auf einzelne Maschinen oder Bereiche innerhalb eines Unternehmens, sondern überwindet Unternehmensgrenzen. Die (maschinelle) Kommunikation findet horizontal zwischen Kunden und Lieferanten und weiterhin innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette auf allen Unternehmensebenen und -funktionen statt (horizontale Integration).

#### Objekt

Passives Objekt, das nicht mit Intelligenz zur Selbststeuerung ausgestattet ist (Produktionsaggregat, Produkt, etc.)

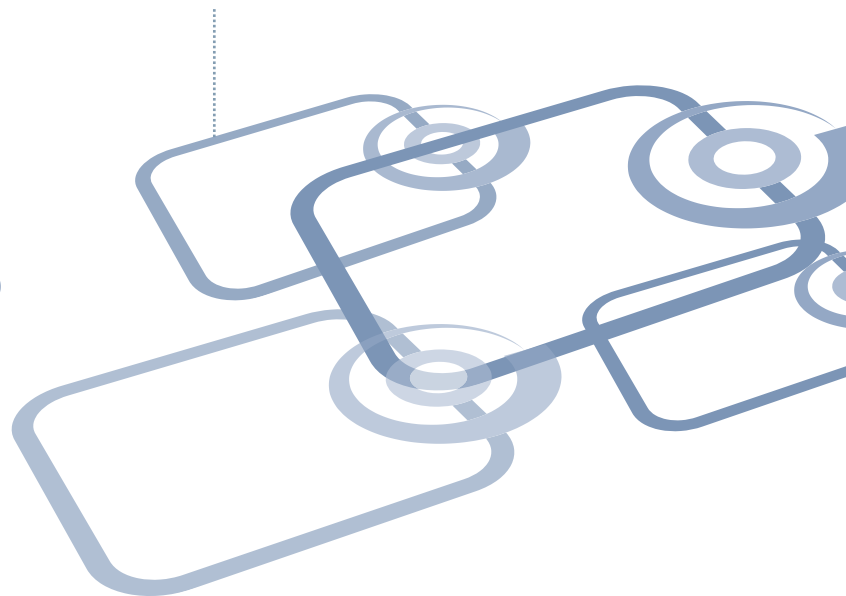


#### Cyber-Physisches-System (CPS)

Intelligentes aktives Objekt, das seine Umgebung wahrnimmt und beeinflusst.

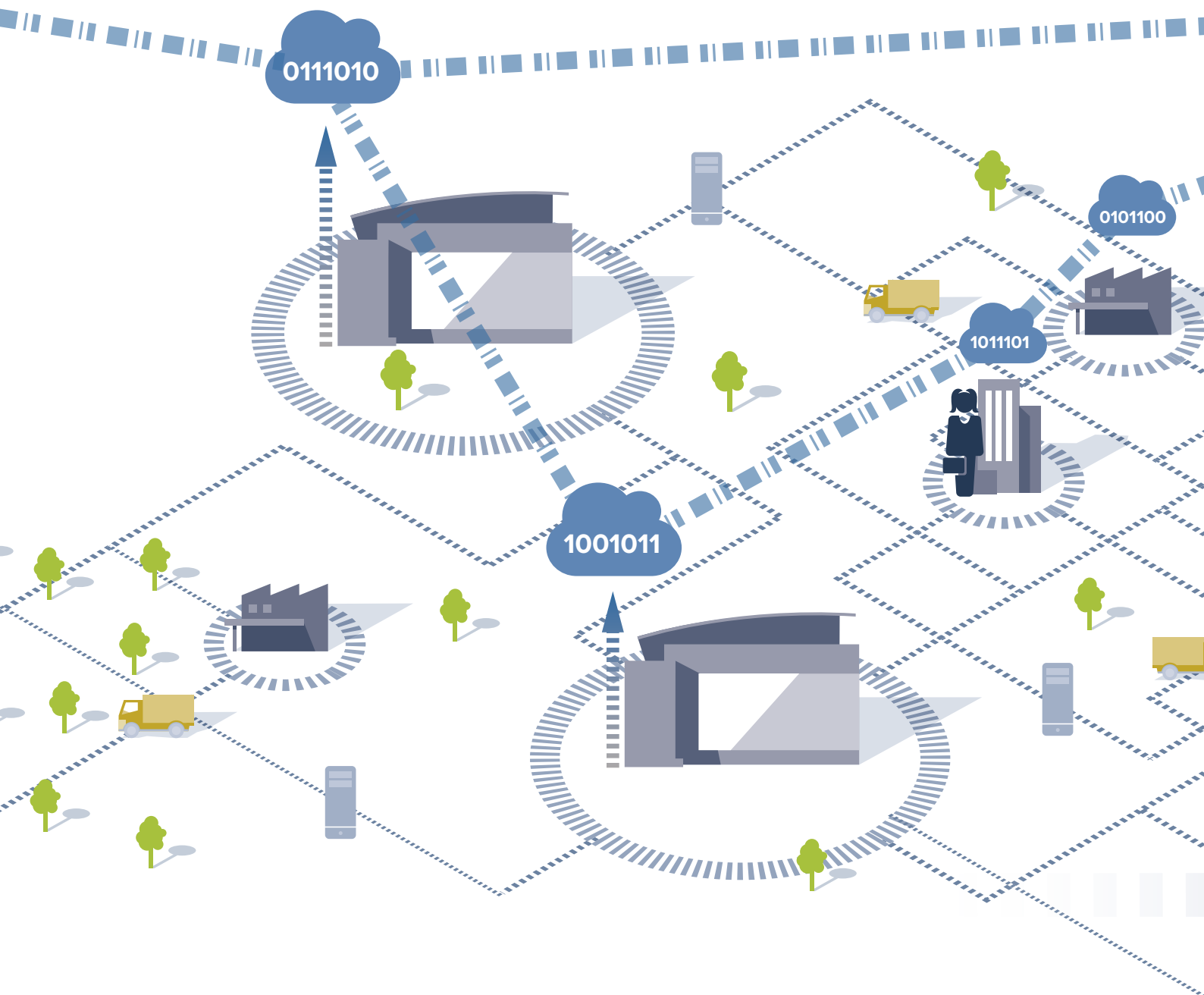
#### Internet der Dinge

Miteinander vernetzte und interagierende CPS



# Reale Welt und digitale Welt wachsen zusammen

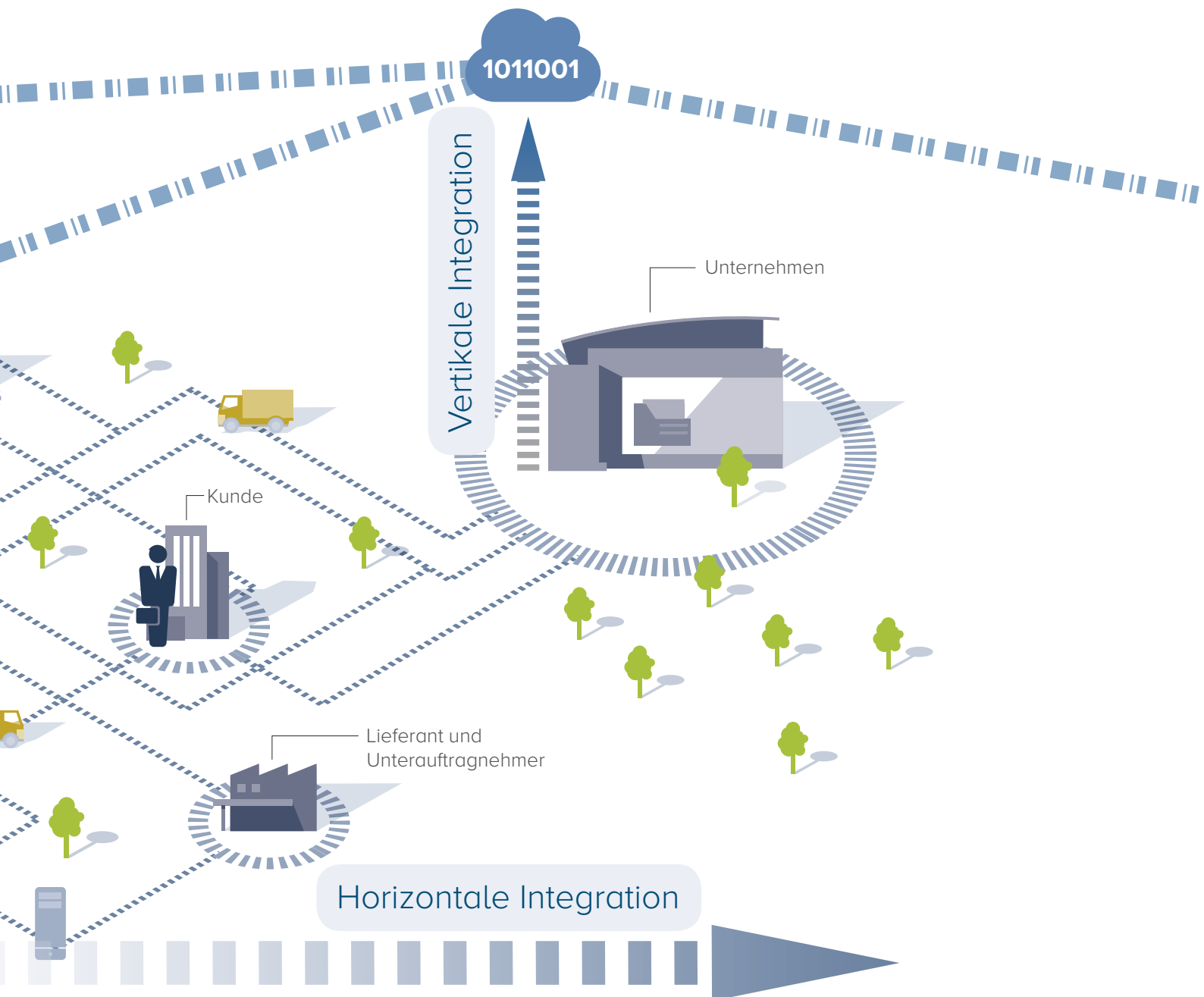
Industrie 4.0 basiert auf der digitalen Vernetzung über Unternehmensbereiche hinweg und entlang der gesamten Wertschöpfungskette – vom Lieferanten, über die Produzenten bis hin zum Kunden.





## Was ist Industrie 4.0?

Industrie 4.0 ist ein Metabegriff für die Weiterentwicklung der Produktions- und Wertschöpfungs-systeme durch die Verknüpfung der realen und der digitalen Welt. Diese Verknüpfung entsteht durch sich selbst steuernde CPS, die mit eingebetteten Systemen ausgestattet sind. Industrie 4.0 beschreibt die **vertikale (innerhalb eines Unternehmens)** und die **horizontale Verknüpfung dieser CPS (sowohl über Unternehmensbereiche als auch über mehrere Unternehmen)** entlang der Wertschöpfungskette hinweg) zur effizienten, dezentral organisierten und flexiblen Produktion von Erzeugnissen oder Durchführung von Dienstleistungen.



Insgesamt wurden sechs Technologiefelder der Industrie 4.0 sowie das Querschnittstechnologiefeld „Standards und Normung“ identifiziert.



# 4 Industrie 4.0 Technologiefelder

In der Studie wurden die wichtigsten Technologien für die Anwendung von Industrie 4.0 identifiziert und in Technologiefeldern zusammengefasst.

Ein Technologiefeld ist eine Gruppierung von Technologien, die zur Realisierung eines Internet der Dinge oder Cyber-Physischen Systems als technische Grundlagen der Industrie 4.0 notwendig sind.

In der Praxis erfordert Industrie 4.0 meist das Zusammenspiel von zwei oder mehreren Technologiefeldern. Beispiel „Vernetzte Sensorik“: Damit Sensoren miteinander vernetzt werden können, muss neben einer bestimmten Sensor-Technologie auch eine Technologie aus dem Technologiefeld „Kommunikation“ genutzt werden. Die Analyse der Reifegrade der Technologien zeigt, dass sich ein Großteil der für Industrie 4.0 notwendigen Technologien noch in der Grundlagen- oder Evaluierungsphase befindet, das heißt, hier sind noch erhebliche Forschungs- und Entwicklungsbedarfe vorhanden.



## Technology Readiness Level (TRL)

Die Basis für die Reifegradbewertung der identifizierten Technologien ist das von der NASA entwickelte und heute in der EU-Forschung etablierte System zur Einstufung des technologischen Reifegrades über ein zehnstufiges Technology Readiness Level Modell.

In den unterschiedlichen Ebenen wird dabei von der Beobachtung von Trends und der Identifikation zukunftsweisender Technologien (TRL 0) bis hin zum qualifizierten System mit dem Nachweis des erfolgreichen Einsatzes (TRL 9) unterschieden.



Beispielsweise im Technologiefeld Kommunikation zählen die echtzeitfähigen Bus-Technologien zum Stand der Technik, bei der drahtlosen echtzeitfähigen Kommunikation dagegen sind noch signifikante Forschungsaktivitäten bis zur Marktreife notwendig. In den Technologiefeldern Aktorik und Sensorik, eigentlich technische Standardelemente im Maschinen- und Anlagenbau, gibt es für Industrie 4.0 ebenfalls noch Entwicklungsbedarf bis zum Erreichen von implementierungsfähigen Technologien.

Technologien, die sich in der Grundlagenphase befinden sind für mittelständische Technologieentwickler problematisch. Mit ihnen lassen sich nur schwer konkrete Produktinnovationen erzielen, weil die Zeitspanne bis zur Marktreife zu groß ist. Mittelständische Unternehmen können diese Phase mit eigenen Mitteln in der Regel nicht überbrücken. Die Rolle als Technologieentwickler ist für den Mittelstand dann attraktiv, wenn zeitnahe Marktchancen mit der F&E Aktivität verbunden sind und Investitionsrisiken kalkulierbar sind. Dies ist bei den Technologien der Fall, die bereits einen hohen technologischen Reifegrad besitzen.

Aus der Anwenderperspektive stellt sich die Frage, welche Technologien und Anwendungen bereits in mittelständischen Unternehmen einsetzbar sind. Hier zeigt die Analyse, dass im Technologiefeld Kommunikation und Softwaresystemtechnik, in welches auch Technologien zur Datenerfassung und -verarbeitung fallen, bereits marktreife Technologien und Anwendungen vorhanden sind, die entsprechend vom Mittelstand genutzt werden können.

## Technologiefelder und Einordnung der Technologien nach Technology Readiness Level (TRL)

Technologiefeld	Technologie mit <b>TRL 1-3</b> (Grundlagen)	Technologie mit <b>TRL 4-6</b> (Evaluierung)	Technologie mit <b>TRL 7-9</b> (Implementierung)
<b>Kommunikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation</li> <li>• Selbstorganisierende Kommunikationsnetze</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeitfähige Bus-Technologie</li> <li>• Drahtgebundene Hochleistungskommunikation</li> <li>• IT-Sicherheit</li> <li>• Mobile Kommunikationskanäle</li> </ul>
<b>Sensorik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniaturisierte Sensorik</li> <li>• Intelligente Sensorik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzte Sensorik</li> <li>• Sensorfusion</li> <li>• Neuartige Sicherheits-sensorik</li> </ul>	
<b>Eingebettete Systeme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniaturisierte eingebettete Systeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy-Harvesting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligente eingebettete Systeme</li> <li>• Identifikationsmittel</li> </ul>
<b>Aktorik</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligente Aktoren</li> <li>• Vernetzte Aktoren</li> <li>• Sichere Aktore</li> </ul>	
<b>Mensch-Maschine Schnittstelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhaltensmodelle des Menschen</li> <li>• Kontextbasierte Informationspräsentation</li> <li>• Semantik-Visualisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachsteuerung</li> <li>• Gestensteuerung</li> <li>• Wahrnehmungsgesteuerte Schnittstellen</li> <li>• Fernwartung</li> <li>• Augmented Reality</li> <li>• Virtual Reality</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuitive Bedienelemente</li> </ul>
<b>Software / Systemtechnik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationsumgebung</li> <li>• Multikriterielle Situationsbewertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-Agenten-Systeme</li> <li>• Maschinelles Lernen und Mustererkennung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big-Data Speicher- und Analyseverfahren</li> <li>• Cloud-Computing</li> <li>• Cloud-Dienste</li> <li>• Ontologien</li> <li>• Mobile Kommunikationskanäle</li> </ul>
<b>Standards und Normung (Querschnittstechnologie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsstandards</li> <li>• Semantische Standards</li> <li>• Standardisierung von Systemelementen</li> <li>• Identifikationsstandards</li> </ul>		

# 5 Forschungs- und Fördermaßnahmen

Industrie 4.0 wird durch die nationale Forschungsförderung auf breiter Front vorangetrieben. Das Gesamtvolumen der 100 Projekte, die in der Studie analysiert wurden, beläuft sich auf über 450 Mio. Euro in einem Zeitraum von rund 5 bis 7 Jahren.

Hinsichtlich der Forschungsthemen und Einsatzbereiche gibt es einen deutlichen Schwerpunkt. Die Forschungsprojekte konzentrieren sich aktuell stark auf das direkte Umfeld der Produktion. Einsatz- und Nutzenpotenziale entlang des gesamten Wertschöpfungsprozesses, inner- wie überbetrieblich, werden nur in geringerem Maße adressiert.

Industrie 4.0 entwickelt sich rund um die Produktion in der gesamten Smart Factory. Perspektivisch sollten aber auch die angrenzenden Wertschöpfungsprozesse in und außerhalb eines Unternehmens sowie Logistik, Instandhaltung, Produktentwicklung und Production Engineering einbezogen werden.

Zur Ausschöpfung sämtlicher Nutzenpotenziale der Industrie 4.0 sollte die gesamte, überbetriebliche Wertschöpfungskette betrachtet werden. In den derzeitigen Förderprojekten werden Aufgabenstellungen zu neuen Wertschöpfungsmustern, Geschäftsmodellen und -prozessen noch zu selten bearbeitet. Die Förderausschreibungen behandeln diese Fragestellungen nur am Rande. Die Förderziele zukünftiger Ausschreibungen sollten den Nutzen für die gesamte Wertschöpfungskette deshalb verstärkt aufgreifen. Logistik und ein ganzheitliches Supply Chain Management eignen sich als verbindendes und interdisziplinäres Element.

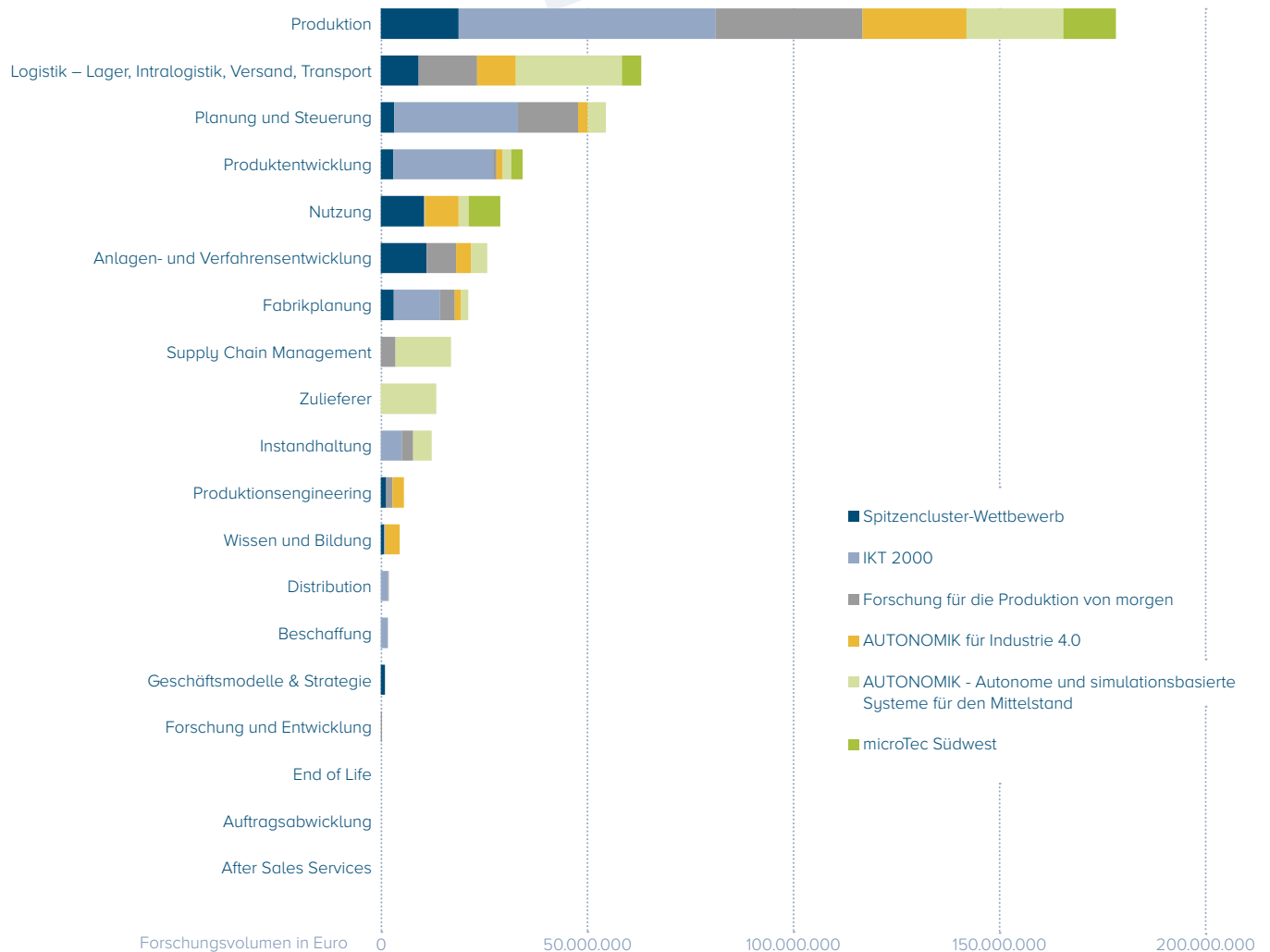
Die Ergebnisse der bisherigen Forschungsförderung resultieren in zahlreichen Einzellösungen. Der Transfer der Forschungsergebnisse und in naher Zukunft vorliegenden Demonstratoren und Prototypen in die Praxis ist ein kritischer Erfolgsfaktor

für die Industrie 4.0. Dies gilt insbesondere für Forschungsergebnisse, die auf horizontale Integration zielen, sei es durch neue Geschäftsmodelle, überbetriebliche Kooperationen, Kommunikation, z. B. in Logistik und Supply Chain Management, und der dafür notwendigen Infrastrukturen.

In fast jedem der Förderprojekte sind Aufwände für Software- und Softwaresystementwicklung enthalten. Der hohe Gesamtanteil an F&E Aufwendungen ist dadurch zu erklären, dass Software zwingend notwendig ist, um Lösungen der Industrie 4.0 zu realisieren. Allerdings werden heute noch viele F&E Mittel für die Implementierung von Software aufgebracht. Stattdessen sollten interoperable, offene, nachhaltig nutzbare und sichere Software-Plattformen gefördert und die Wiederverwendbarkeit verbessert werden. Dieser Befund wurde einhellig von Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik bestätigt. Eine nationale IT-Strategie für die Industrie 4.0 könnte einen wichtigen Beitrag zur Etablierung derartiger Software-Plattformen leisten. Die Herausforderungen und Querschnittsthemen wie IT-Sicherheit, Standardisierung und Normung könnten in diesem Rahmen adressiert werden.

Die Forschung zu Industrie 4.0 erfolgt technologisch in der notwendigen Breite. Mittelständische Unternehmen können als Technologieentwickler, Integrationsdienstleister oder als Nutzer aber nur an Forschungsprogrammen partizipieren, wenn zeitnahe Marktchancen damit verbunden sind und Investitionsrisiken minimiert werden.

## Forschungsprojekte nach Unternehmensbereichen (Mehrfachzuordnungen möglich)



Die untersuchten Industrie 4.0 Förderprogramme adressieren kleine und mittelständische Unternehmen teils schwerpunktmäßig, teils ist die Teilnahme erwünscht, aber nicht Voraussetzung. Häufig ist der Zugang zu den Programmen für Großunternehmen oder Forschungseinrichtungen leichter als für den Mittelstand, da – auch wenn der formelle Aufwand unter Umständen reduziert ist – die Antragstellung Ressourcen erfordert und administratives Detailwissen voraussetzt. Die Bildung von Konsortien kann helfen, den Aufwand für mittelständische Unter-

nehmen zu reduzieren. Allerdings ist die Initiierung solcher Konsortien schwierig zu organisieren und durchzuführen. Mittelständische Unternehmen benötigen deshalb neben der reinen Förderberatung fachliche Unterstützung bei der Konzeption, Anbahnung, Beantragung und teilweise bei der Durchführung von Förderprojekten.

# 6 Die fünf Funktionsbereiche der Industrie 4.0

Datenerfassung und -verarbeitung, Assistenzsysteme, Vernetzung und Integration, Dezentralisierung und Serviceorientierung, Selbstorganisation und Autonomie.

Aus den Schwerpunkten der Forschungs- und Förderprojekte wurden fünf Funktionsbereiche extrahiert. Sie haben über die Unternehmensbereiche (z. B. Produktion, Logistik, Instandhaltung) hinweg Gültigkeit.

---

## Was ist ein „Funktionsbereich“?

Funktionsbereiche fassen über die Einsatzbereiche im Unternehmen hinweg die einzelnen Industrie 4.0 Anwendungen zusammen. Die Gruppierung erfolgt nach Grundfunktionen und Nutzungsaspekten.

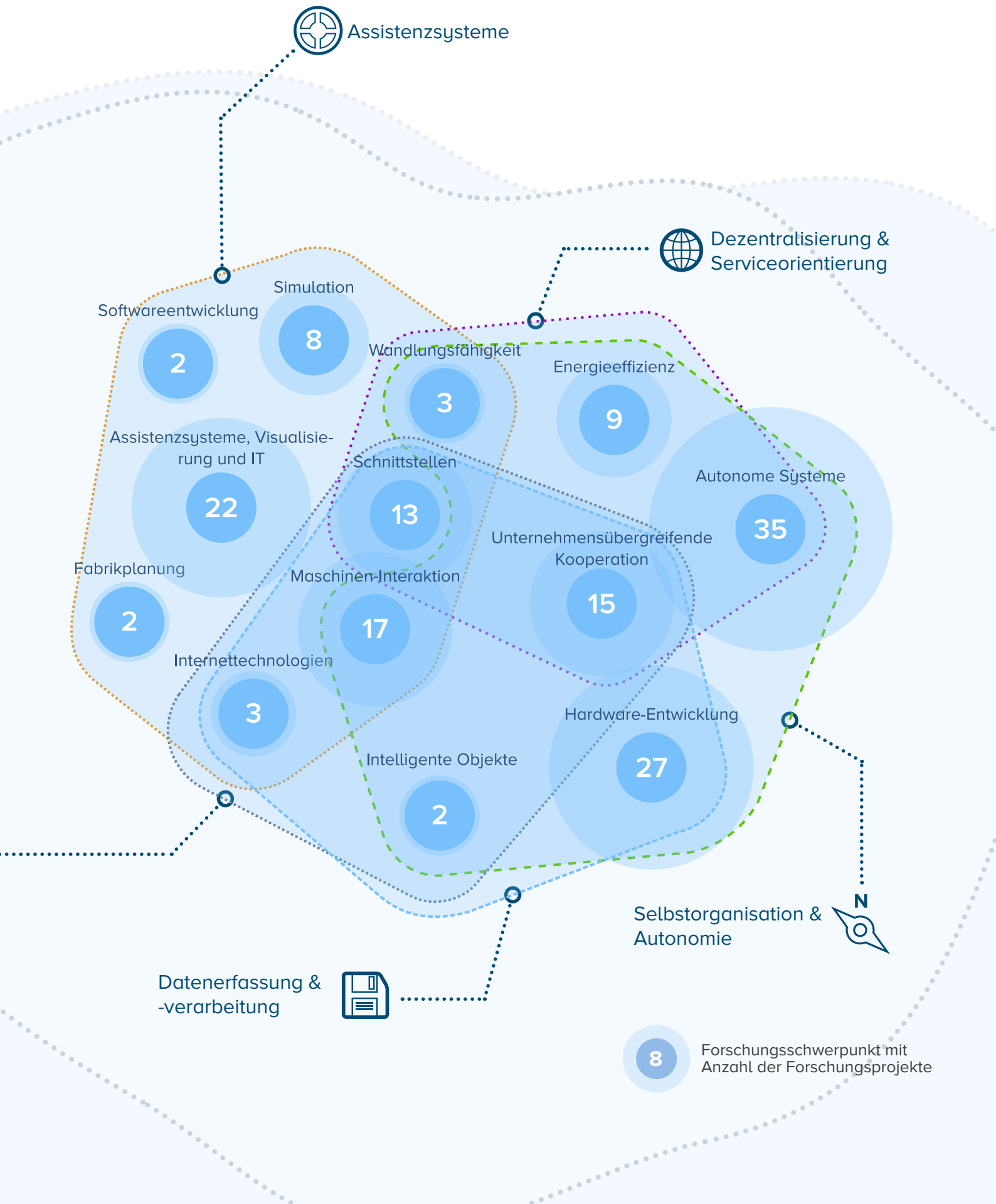
---

Die Funktionsbereiche der Industrie 4.0 orientieren sich am Nutzen und der Unterstützung für den späteren Anwender der Industrie 4.0 Lösungen in der Praxis. Jeder Funktionsbereich wird auf den folgenden Seiten einzeln beschrieben.

## Ableitung der Industrie 4.0 Funktionsbereiche aus den Forschungsfeldern

Vernetzung & Integration







## Datenerfassung & -verarbeitung

Datenerfassung und -verarbeitung bilden die Grundlage für Industrie 4.0. Der Funktionsbereich umfasst die Erhebung und Auswertung von Daten über Prozesse, Qualität, Produkte, Produktionsmittel, Beschäftigte sowie deren Umfeld. Zentral für Industrie 4.0 ist die IT-basierte Datenerfassung von Kunden-, Produkt-, Produktions- und Nutzungsdaten. Im Funktionsbereich Datenerfassung und -verarbeitung stehen die diskontinuierlichen Datenauswertungen im Fokus, z. B. die Betrachtung der Gesamtanlageneffektivität bis hin zu Big-Data Analysen. Das Ziel ist eine Prozess- bzw. Qualitätsverbesserung. Im Unterschied zum Funktionsbereich Autonomie werden hier keine dezentralen Entscheidungen von Produkten und Maschinen getroffen, denn die Daten werden an spezialisierte oder zentrale Systeme weitergeleitet und die darauf aufbauenden Entscheidungen werden von den Beschäftigten oder durch vorab definierte Regeln eingeleitet. Allein durch das Messen und Auswerten von Daten lassen sich immense Effizienzgewinne erschließen, die heute noch bei weitem nicht ausgeschöpft sind.

---

### Leitfrage

Welche Daten werden erfasst/generiert und wofür werden sie verarbeitet?

### Schlagworte:

- Sensortechnik/Rfid/Barcode
- Datenanalyse/Big-Data Analyse
- Dokumentation und Datenverwaltung
- Simulation (Produkt, Produktion, Anlagen etc.)
- Datensicherheit

---

### Chancen

- Verringerung des Aufwandes für Dokumentation und Datenerhebung
- Erhöhung der Datenqualität
- Erkennen von Zusammenhängen
- Vereinfachung der Fehler- und Ursachenanalyse
- Verbesserung der Analyse / Überwachung von Prozessen und Terminen
- Erhöhung der Prozess- und Produktqualität
- Verbesserte Prognosemöglichkeiten
- Optimierung der Instandhaltung

### Risiken

- Datensicherheit schwer zu gewährleisten
  - steigendes Datenvolumen
  - Informationsflut, die nicht bearbeitet werden kann
  - Fachkräfte für die Datenauswertung sind schwer zu bekommen
  - hohe Abhängigkeit von der IT
  - erhöhte Störanfälligkeit der Systeme
  - oftmals unzureichende Übertragungsgeschwindigkeit
-





## Assistenzsysteme

Ziel von Assistenzsystemen ist es, dem Beschäftigten möglichst einfach und schnell, jederzeit und überall die Informationen zur Verfügung zu stellen, die er gerade benötigt. Im Funktionsbereich Assistenzsysteme werden alle Technologien zusammengefasst, welche die Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Arbeit unterstützen und ihnen ermöglichen, sich auf ihre Kernaufgaben zu konzentrieren. Dies sind insbesondere Technologien zur Informationsbereitstellung wie Visualisierungssysteme, mobile Endgeräte, Tablets und Datenbrillen oder Hilfsmittel, die Berechnungen vornehmen bzw. motorisch unterstützen. Dabei reicht die Spannweite von der einfachen Anzeige von Arbeitsanweisungen über die visuelle oder multimediale Unterstützung (z. B. bei Picksystemen) bis hin zur kontextsensitiven Augmented Reality für den Beschäftigten. Insbesondere für die immer stärker werdende Individualisierung der Produkte bei sinkenden Stückzahlen eröffnet sich für die anwendenden Unternehmen eine große Chance die Wertschöpfungsprozesse effizient zu gestalten, da sich durch die Assistenzsysteme häufig die nicht-wertschöpfenden Nebenzeiten des Herstellprozesses verringern lassen .

### Leitfrage

Durch was werden die Beschäftigten bei ihrer Arbeit unterstützt, sodass sie sich auf ihre Kernkompetenz konzentrieren können?

### Schlagworte:

- Visualisierung, *Augmented Reality*
- mobile Endgeräte
- Mensch-Maschine Interaktion
- 3D-Druck/ Scan
- Simulation (Produkt, Produktion etc.)

### Chancen

- Beschleunigung der Einarbeitungsprozesse
- Verbesserung der Produktivität
- Erhöhung der Prozess- und Produktqualität
- Vereinfachung der Variantenbeherrschung
- Fehlerreduktion/-vermeidung
- Erhöhung der Arbeitssicherheit
- Kostensenkung durch Consumer-Produkte
- Verbesserung der Ergonomie

### Risiken

- fehlende Akzeptanz der Beschäftigten
- hohe Abhängigkeit von der IT
- hoher Betreuungs- und Pflegeaufwand
- keine einheitlichen Standards / mangelnde Kompatibilität von verschiedenen Assistenzsystemen
- geringe Anwendungsflexibilität
- Weiterbildungsaufwendungen
- ggf. Mitbestimmungspflichtige Systeme



## Vernetzung & Integration

Die Vernetzung und Integration zwischen Bereichen oder Abteilungen innerhalb eines Unternehmens (vertikale Integration) aber auch zwischen verschiedenen Unternehmen (horizontale Integration) ist ein zentrales Element der Industrie 4.0 Vision. Ziel der digitalen Vernetzung ist eine Verbesserung der Zusammenarbeit, Koordination und Transparenz über die Unternehmensbereiche hinweg sowie entlang der Liefer- und Wertschöpfungskette. Der Funktionsbereich umfasst die bereichsübergreifende Zusammenarbeit innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken. Er beinhaltet die Ansätze des Cloud Computing und das Internet der Dinge.

---

### Leitfrage

Wie funktioniert die Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen/innerhalb der Abteilung und mit Partnern im Netzwerk?

Welche Daten werden ausgetauscht?

### Schlagworte:

- vertikale und horizontale Integration
- flexible Vernetzung von Anlagen, Prozessen und Produkten
- Internet der Dinge, Cloud-Computing

---

### Chancen

- Vereinfachung der Zusammenarbeit intern und im Netzwerk
- Erhöhung der Transparenz der Lieferkette
- Verbesserung des Verständnisses für Zusammenhänge
- Schaffung von durchgängigen Informationsflüssen (One-Dataset)
- Verstärkung der Kundenbindung
- Innovationsschub und Produktverbesserungen durch Kundeneinbindung
- Bildung „virtueller“ Unternehmen zur Stärkung der Marktmacht
- Kunden-, orts- und geräteunabhängige Verfügbarkeit von Daten

### Risiken

- Markttransparenz führt zu steigendem Wettbewerbs- und Kostendruck
  - Fehleranfälligkeit der komplexen Systeme (Anstieg der Schnittstellen)
  - fehlende Kommunikations- und Schnittstellenstandards
  - hohe Abhängigkeiten (von Technik, Partnern, IT-Dienstleistern)
  - geringe Akzeptanz der Beschäftigten
  - Know-how Verlust bei Wechsel der Netzwerkpartner
  - erhöhter Bedarf an Facharbeitern
-



## Dezentralisierung & Serviceorientierung

Die Industrie 4.0 Revolution ergibt sich durch den Wechsel von der zentralen Steuerung zur dezentraler Prozessverantwortung und von der Produktorientierung hin zur Kunden-/Serviceorientierung. Der Funktionsbereich Dezentralisierung und Serviceorientierung umfasst daher die Modularisierung von Produkten und Prozessen, die dezentrale Steuerung sowie den Wechsel zur Serviceorientierung.

Nicht nur Software, sondern das ganze Unternehmen mit seinen Abteilungen und Untereinheiten soll aus Leistungseinheiten aufgebaut werden, die ihre Leistungen als Service unternehmensintern oder an Partner im Netzwerk anbieten. Ein Schlagwort, um dies auszudrücken ist XaaS (Everything as a Service). Dezentralität ermöglicht eine klare Koordination und macht Komplexität beherrschbar, da die Steuerungsaufgabe nicht mehr ausschließlich an einem Ort erfolgen muss.

### Leitfrage

Welche Leistungen/Service werden anderen Abteilungen/Partnern angeboten und welche werden selbst genutzt?

### Schlagworte:

- Apps, Web-Service, XaaS
- neue Geschäftsmodelle
- Orchestrierung von Diensten
- dezentrale Steuerung
- Wandlungsfähigkeit

### Chancen

- zusätzliche Wertschöpfung durch neue Geschäftsmodelle (After-Sales Dienstleistungen und Produkte)
- Flexibilität und Wandlungsfähigkeit durch dezentrale Strukturen
- effizienter und flexibler Einsatz von Kapazitäten
- bessere Auslastung der eigenen Produktion
- Konzentration auf Kernkompetenzen
- geringere Investitionskosten durch Einkauf von Leistungen
- Kosteneinsparungen durch geringere Investitionen (modulare, skalierbare Systeme und Pay-per-Use)

### Risiken

- lokale Optimierung ohne Blick auf das Gesamtsystem (Insellösungen)
- unklare Gesamtverantwortung
- schwierige Entscheidungsfindung
- Abstimmungsproblematik (unternehmensübergreifend)
- Kontrollverlust
- hohe Eigenverantwortung der Beschäftigten erforderlich
- verstreutes Fachwissen
- fehlende Schnittstellen und Standards



## Selbstorganisation & Autonomie

Im Funktionsbereich Selbstorganisation und Autonomie wird die Vision von Industrie 4.0 – das intelligente Produkt steuert seine eigene Herstellung – Wirklichkeit. Hier werden Technologien und Prozesse zusammengefasst, die eine automatische Datenauswertung vornehmen und auf deren Ergebnissen die Systeme anschließend selbstständig reagieren. Mit solchen Regelkreisen lassen sich beispielsweise Selbstkonfiguration und Selbstoptimierung von Systemen erreichen bis hin zu einer vollständigen Selbstorganisation. Die Fähigkeit zur Selbstorganisation und -steuerung ist eine wichtige Eigenschaft der Cyber-Physischen-Systeme, die neben der Erfassung, Auswertung und Speicherung von Daten auch untereinander kommunizieren, eine Identität haben und mit ihrer Umgebung interagieren. Um die Möglichkeiten von selbststeuernden Anlagen nutzen zu können und daraus Vorteile zu generieren, muss das System, in dem sie eingesetzt werden, entsprechende Freiheitsgrade bieten. Beispiele für solche autonomen Systeme sind intelligente, flexible fahrerlose Transportsysteme (FTS)-Lösungen in der Intralogistik oder intelligente Behälter, die eine automatische Nachbestellung auslösen.

---

### Leitfrage

Wie wird gesteuert, was wird automatisch geregelt?

### Schlagworte:

- Regelkreise/Selbstorganisation
- Selbstkonfiguration/-optimierung
- Cyber-Physische-Systeme
- Prozessüberwachung

---

### Chancen

- erhöhte Wandlungsfähigkeit der Fabrik
- Steigerung der Flexibilität der Prozesse und Produktion
- bedarfsorientierte Optimierung von Wertschöpfungsprozessen
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- schnelle Reaktion auf ungeplante Ereignisse
- geringer Planungs- und Steuerungsaufwand
- Vereinfachung der Ressourcenplanung
- Senkung des Energieverbrauches
- Unterstützung des Qualitätsmanagements

### Risiken

- hohes Investitionsvolumen
- Abhängigkeit von der Technik
- Kontrollverlust durch Abgabe der Prozessverantwortung
- Gefahr für Betriebssicherheit (Ausfall Anlagen, instabile Technik / Infrastruktur)
- Mangel an Know-how und Fachkräften
- Überforderung der Beschäftigten

# 7 Der Weg zur Industrie 4.0

Die Einführung von Industrie 4.0 wird schrittweise dort erfolgen, wo sich mit vertretbarem Aufwand und den bereits vorhandenen technologischen Möglichkeiten wirtschaftliche Potenziale heben lassen.

Pauschale Aussagen zur Position des deutschen Mittelstands auf diesem Weg lassen sich nicht treffen. Viele Unternehmen stehen noch am Anfang. Abhängig von der Unternehmensgröße, der Branche, der Geschäftsführung und der Marktsituation sind in einigen mittelständischen Unternehmen bereits erste Schritte umgesetzt.

Bei der **Datenerfassung** und **-verarbeitung** wurde ein mittlerer bis hoher Umsetzungsstand im Mittelstand festgestellt. Elektronische Datenerfassung ist größtenteils bereits Standard. Der erste Schritt in Richtung Industrie 4.0 ist somit getan. Allerdings wird das Potenzial der Daten noch nicht in vollem Umfang erkannt. Hinsichtlich der Auswertung der Daten besteht großer Handlungsbedarf (Handlungsfeld A). Die Bereitstellung der Daten für die Beschäftigten, zum Beispiel durch Assistenzsysteme, ist der nächste Schritt.

**Assistenzsysteme** werden vom Mittelstand bisher nur teilweise eingesetzt. Die Potenziale werden meist noch nicht wahrgenommen bzw. es besteht ein Wissensdefizit in Bezug auf die verfügbaren technischen Möglichkeiten. Handlungsbedarf besteht auch hier in der Umsetzung (Handlungsfeld A). Der Mittelstand sollte über die Potenziale und Möglichkeiten aufgeklärt sowie bei der Einführung unterstützt werden.

In Hinblick auf **Vernetzung** und **Integration** steht der Mittelstand noch am Anfang. Sicherheits- und abgegrenztes Bereichsdenken (Silodenken) müssen zunächst überwunden werden, um eine stärkere Zusammenarbeit unternehmensintern und im Netzwerk zu ermöglichen. Maßnahmen zum Aufbau von

Vertrauen und Akzeptanz sind erforderlich. Gleichzeitig müssen die technischen Voraussetzungen für den sicheren unternehmensinternen und externen Datenaustausch geschaffen werden. Der Fokus von Forschung und Entwicklung sollte auf den organisationalen, prozessualen und rechtlichen Fragestellungen sowie die Schaffung von Standards in der Kommunikation der Beteiligten liegen.

**Serviceorientierung** und **Dezentralisierung** bergen große Chancen und sind der Beginn der eigentlichen vierten industriellen Revolution. Durch serviceorientierte Produkte bieten sich neue Geschäftsmöglichkeiten, zugleich kann die Kundenbindung erhöht werden.

Allerdings ist dabei ein zweifaches Umdenken erforderlich: von der zentralen Steuerung hin zu einer dezentralen Prozessverantwortung und von der Produktorientierung hin zur Serviceorientierung. Maßnahmen zur Aufklärung, Sensibilisierung und Einführung sind gefragt. Im gleichen Maße muss noch Forschung und Entwicklung vorangetrieben werden. Neben technischen Fragestellungen sind beispielsweise rechtliche Fragestellungen sowie die genaue Ausgestaltung von Geschäftsmodellen, Verantwortlichkeiten und Organisationsformen zu klären.

Am Ende des Weges zur Umsetzung von Industrie 4.0 steht der Funktionsbereich **Autonomie**. Da die autonome und intelligente Produktion einen hohen Umsetzungsstand der anderen Funktionsbereiche voraussetzt, ist dies für den Mittelstand noch ein Zukunftsthema, für das Forschung und Entwicklung zunächst die Voraussetzungen schaffen müssen.

# Der Weg zur Industrie 4.0

Die Einführung von Industrie 4.0 wird schrittweise erfolgen, ein vollständig integriertes Industrie 4.0-Unternehmen befindet sich noch in weiter Ferne. Weitere Unterstützung in der Umsetzung und Forschungsförderung sind erforderlich, damit der Mittelstand die Potenziale nutzen kann.

Start



## Datenerfassung & -verarbeitung

Grundlage für I4.0, Systeme einführen und nutzen

A

B



## Vernetzung & Integration

Vertrauen schaffen, Zusammenarbeit stärken, Innovationen generieren

A

B

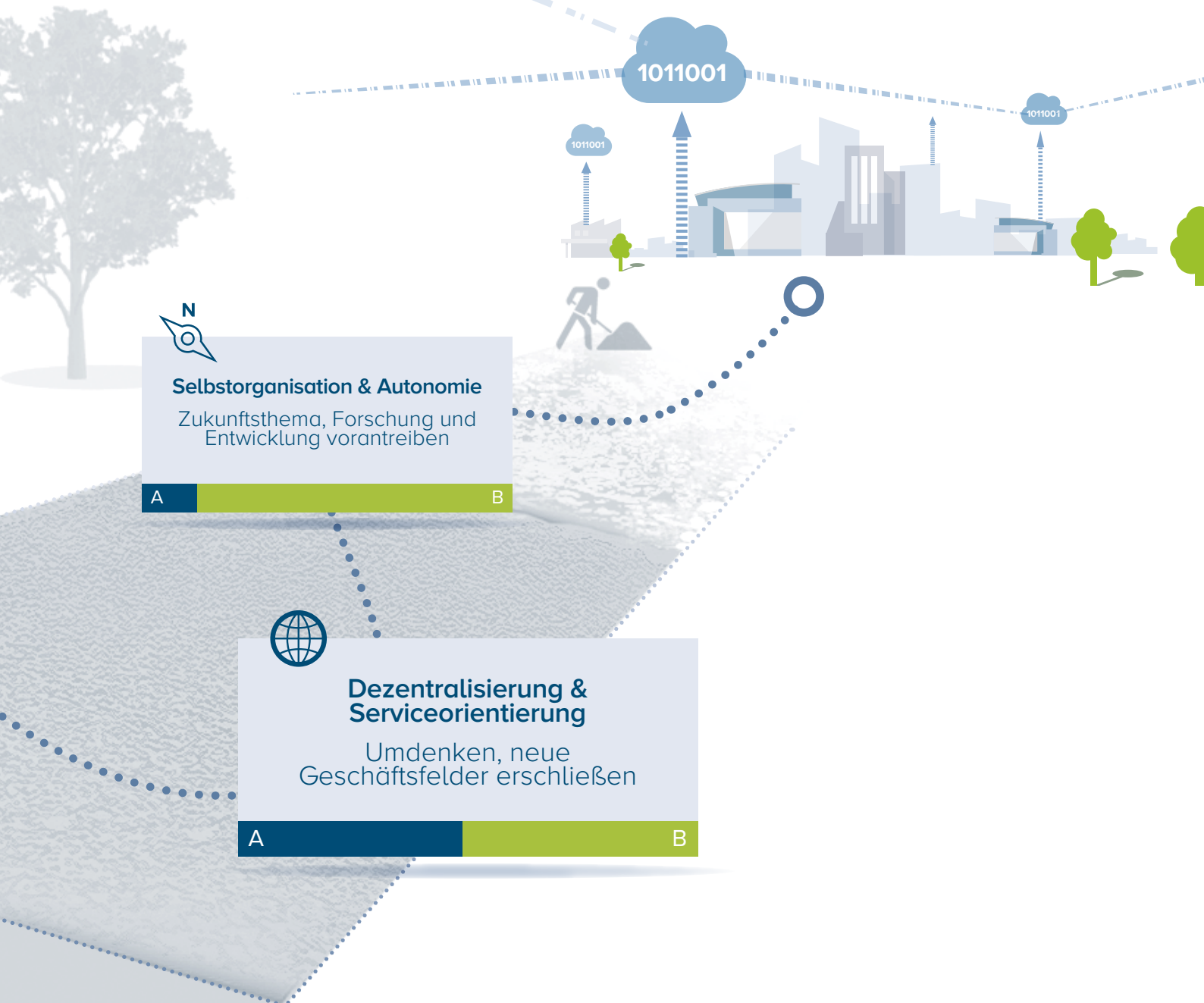


## Assistenzsysteme

Einfacher, mobiler, mehr

A

B



### A Umsetzung unterstützen

Die diesem Handlungsfeld zugeordneten Industrie 4.0 Technologien und Anwendungen sind grundsätzlich vorhanden und marktreif, werden jedoch vom Mittelstand noch nicht oder nur unzureichend genutzt. Maßnahmen, die dazu dienen, diese Technologien im Mittelstand einzuführen oder ihre Verbreitung zu intensivieren, können kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden (in 1 - 5 Jahren) und einen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit leisten.

### B Forschung fördern

Die in Handlungsfeld B enthaltenen Technologien und Anwendungen sind noch nicht anwendungsfähig und bedürfen der weiteren, inhaltlichen und/oder technologischen Entwicklung. Maßnahmen, um die Forschung und Entwicklung voranzubringen, sollten ebenfalls schnellstmöglich gestartet werden. Die Wirkungen auf Unternehmensebene werden sich jedoch erst langfristig (> 5 Jahre) einstellen. Potenziell können diese Zukunftstechnologien jedoch einen hohen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstandes leisten.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind die Potenziale autonomer Systeme durch den hohen Investitionsaufwand und die erforderliche Wissensintensität erst ab einer gewissen Unternehmensgröße und Prozesskomplexität erschließbar. Der größere industrielle Mittelstand und die Konzerne werden hier eine Pionierrolle einnehmen.

Die entlang der Funktionsbereiche dargestellten Potenziale dürfen nicht darüber hinweg täuschen, dass ein vollständig digitalisiertes, integriertes und durchdrungenes Industrie 4.0 Unternehmen noch in weiter Ferne ist.

Trotz der Reife zahlreicher Einzelanwendungen sind auf der Ebene des Gesamtsystems – also entlang Wertschöpfungskette – noch zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen. Der von vielen Pionierunternehmen eingeschlagene Weg der Implementierung von Einzelanwendungen schafft Vertrauen und Wissen, muss aber durch ein Denken auf der Systemebene ergänzt werden. Wissenschaft und Technologieanbieter sind gefordert, ihre Entwicklungen in Richtung der Integration und Durchgängigkeit von Anwendungen voranzutreiben.

## Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass

### **1. die Realisierung einer vollständigen vertikalen und horizontalen Integration von Industrie 4.0 im Mittelstand und in der Industrie insgesamt noch in weiter Zukunft liegt.**

Die technischen, prozessualen und organisatorischen Lösungen für die Umsetzung der Industrie 4.0 Vision müssen noch entwickelt und erprobt werden. Zugleich zeigt die Analyse, dass

### **2. Technologien und Anwendungen von Industrie 4.0 einen wertvollen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstandes leisten können.**

Alle Industrie 4.0 Funktionsbereiche bzw. der überwiegende Teil (85 %) der in dieser Studie analysierten Anwendungen können demnach einen Beitrag zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen des Mittelstandes leisten. Die Voraussetzung für diesen Beitrag ist allerdings, dass sie auch von mittelständischen Unternehmen eingesetzt werden.

Der Großteil der mittelständischen Unternehmen steht noch am Anfang des Weges zur Industrie 4.0. Hierbei besteht noch erheblicher Nachholbedarf, denn es

### **3. sind viele Industrie 4.0 Anwendungen und Technologien für den Einsatz im Mittelstand zwar grundsätzlich bereit, aber werden von ihm noch nicht hinreichend genutzt.**

Der größte Teil der untersuchten Anwendungen und Technologien (76 %) steht an dieser Schwelle zur Einführung bzw. der Etablierung als Basistechnologie, sodass

### **4. der Mittelstand für den Nutzen und die Vorteile von Industrie 4.0 sensibilisiert werden muss.**

Das Handlungsfeld A „Umsetzung unterstützen“ zeigt den größten Bedarf und hat den stärksten Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstandes. Es gilt daher zielgruppenspezifisch über Vorteile und Nutzen zu informieren, Demonstratoren und Pilotprojekte zu fördern, Finanzierungshürden abzubauen oder den Erfahrungsaustausch zwischen mittelständischen Unternehmen, aber auch von Großunternehmen hin zum Mittelstand zu fördern. Großunternehmen können ihre Vorreiterrolle nutzen und ihre Lieferanten gezielt unterstützen.

Damit bleibt abschließend festzuhalten, dass

### **5. der Mittelstand große Chancen hat durch Industrie 4.0 seine Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, wenn er eine aktive Rolle einnimmt.**

Aufgrund von Zweifeln an der Datensicherheit und einem Informationsdefizit nimmt der Mittelstand aktuell eine eher abwartende Rolle beim Thema Industrie 4.0 ein. Nur mit großer Zurückhaltung werden wichtige Themen wie die Digitalisierung und die digitale Vernetzung angegangen. Die wirtschaftlichen Chancen dieser Ansätze werden zwar gesehen, jedoch genauso die bestehenden Risiken.

Die Chancen von Industrie 4.0 sind meist deckungsgleich mit den Zielen der mittelständischen Unternehmen. Industrie 4.0 Anwendungen und Technologien können helfen, aktuelle Herausforderungen des Mittelstandes zu bewältigen. Die schrittweise Umsetzung der Vision Industrie 4.0 kann somit ei-



nen direkten und wertvollen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstandes leisten.

Der dargestellte Weg zeigt, dass Industrie 4.0 nicht nur für Großunternehmen, sondern auch für den Mittelstand zu bewältigen ist. Die mittelständischen Unternehmen sollten eine aktive Treiberrolle in

Bezug auf Industrie 4.0 einnehmen, um nicht den Anschluss an den internationalen Wettbewerb zu verlieren. Die Innovationskraft und das unternehmerische Denken des deutschen Mittelstandes sind dafür hervorragende Voraussetzungen.

## 8 Handlungsempfehlungen

Aus der Analyse lassen sich spezifische und übergeordnete Handlungsempfehlungen für die Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ableiten.

### Übergeordnete Empfehlungen

Die übergeordneten Handlungsempfehlungen erstrecken sich über sechs Themenfelder, die positive Rahmenbedingungen schaffen und Anwendungshemmnisse abbauen können:

#### **Normung und Standardisierung**

Die Normenentwicklung im Bereich Industrie 4.0 sollte zügiger vorangetrieben werden. Die Möglichkeiten der Politik sollten genutzt werden, um in diesem Sinne auf die Gremien einzuwirken. Gleichzeitig sollten Verbände, Kammern sowie der Mittelstand selbst im Querschnittsthema Normung und Standardisierung eine aktive Rolle übernehmen.

#### **IT Sicherheit**

Mittelständische Unternehmen sollten für IT-Sicherheit sensibilisiert werden (z.B. durch Kompetenzzentren). Die Ergebnisse des Programms IT-Sicherheit sollten in die Industrie 4.0 Projekte integriert werden.

#### **Rechtliche Rahmenbedingungen**

Die mit der Einführung von Industrie 4.0 Technologien aufkommenden Rechtsfragen müssen identifiziert, analysiert und aufbereitet werden. Dazu sind umfassende Forschungsarbeiten notwendig.

#### **Rolle des Menschen**

Auf die veränderte Rolle des Menschen in Industrie 4.0 geprägten Umgebungen müssen sich Großkonzerne und auch der Mittelstand mit der Entwicklung neuer Arbeitsprozesse und Formen der Arbeitsorganisation vorbereiten. Insbesondere muss ein Dialog zwischen den Sozialpartnern, vor allem den Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbänden, stattfinden, um die notwendigen Umstrukturierungsprozesse zu begleiten.

#### **Weiterbildung/Ausbildung**

Die Vermittlung von IT-Kompetenz bleibt zentrale Aufgabe in allen Bildungsgängen. Wichtig sind dabei die Vermittlung von Netzwerkkompetenz und die interdisziplinäre Ausrichtung der Ausbildung. Durch das bewährte Konzept der „Dualen Ausbildung“ in Deutschland kann zu Industrie 4.0-Themenstellungen eine enge Kooperation zwischen Unternehmen und Bildungsträgern geschaffen werden, die dazu beiträgt, die Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen praxisorientiert auszurichten. Mit Unterstützung der Kammern müssen die Aus- und Weiterbildungsordnungen in den einzelnen Berufen angepasst werden, um die Arbeitnehmer adäquat auf die Übernahme neuer Verantwortungen und den Einsatz moderner Technik im Arbeitsalltag vorzubereiten.

## Infrastruktur

Die Anstrengungen beim Ausbau der Breitbandinfrastruktur müssen fortgeführt werden. Dabei ist eine Kooperation der Netzbetreiber, Unternehmen und regionalen Vertreter anzustreben. In vielen Bereichen gibt es bereits solche Investitionsallianzen für den Ausbau der Breitbandinfrastruktur. Ähnlich wie das EU-Programm Connecting Europe Facility (CEF) kann die öffentliche Hand Anreize durch Investitionsförderung setzen, die eine Kombination aus privaten und öffentlichen Mitteln erlaubt und so den hohen Finanzierungsbedarf auf verschiedene Akteure verteilt.

## Spezifische Empfehlungen

Die spezifischen Handlungsempfehlungen wurden aus den identifizierten Handlungsfeldern A „Umsetzung unterstützen“ und B „Forschung fördern“ abgeleitet. Für beide Handlungsbereiche wurden verschiedene Förder- und Finanzierungsmaßnahmen identifiziert. Wichtig sind vor allem Mobilisierungsmaßnahmen sowie einige ergänzende Handlungsempfehlungen. Die Mobilisierung erfolgt durch Information, Sensibilisierung, Förderberatung und Vernetzung.

Ergänzende Handlungsempfehlungen betreffen die untersuchten Förder- und Finanzierungsprogramme:

- Auf- und Ausbau von einfachen und themenoffenen Programmen mit Industrie 4.0 Bezug; Sicherstellung der Überschaubarkeit der Prozesse und Themen
- gezielte Förderung der horizontalen Vernetzung der entwickelten Industrie 4.0 Lösungen; Unterstützung der Verbände großer und kleiner Unternehmen mit Forschungseinrichtungen
- Förderung von Projekten, die Märkte, Kunden und Anbieter mit neuen Geschäftsmodellen und -prozessen verbinden
- Förderung von Demonstrationsprojekten
- Ausweitung von Transferprojekten, in denen mittelständische Unternehmen von Wissenschaft und Großunternehmen lernen können, Sicherstellung der Anpassung und Anwendbarkeit der Industrie 4.0 Technologien für den Mittelstand
- Nutzung anderer Formen der Finanzierung von Förderprogrammen durch Kofinanzierung seitens öffentlicher und privater Kapitalgeber
- Erweiterung und Ergänzung des Leistungsangebotes von Verbänden an ihre Mitglieder, z. B. durch Verbändeforschung

Die Vorschläge zur Mobilisierung des Mittelstands lassen sich zu einem kohärenten Politikkonzept verdichten. Mit den Maßnahmen in den Kategorien „Zielgruppe“, „thematische Ausrichtung“, „Umsetzung“, „Industrie 4.0 Kompetenzzentren“ kann dies erreicht werden.

## Zielgruppe der Förderung

- Mittelständische Unternehmen als Zielgruppe ansprechen; keine branchenspezifische Vorgehensweise und keine Präferenz bzw. Diskriminierung von Unternehmen mit bereits bestehenden Industrie 4.0 Erfahrungen
- Verbundprojekte zwischen mittelständischen Unternehmen untereinander und Forschungseinrichtungen unterstützen; die Kompetenz von Großunternehmen einbinden; für die wichtigen Transferprojekte Multiplikatoren beteiligen
- Fit für Verbände – mittelständische Unternehmen befähigen, sich erfolgreich an Verbundprojekten zu beteiligen; geeignete Projektformen bzw. -phasen in Förderprojekte integrieren, um die inhaltliche Ausrichtung der Verbände an den Bedarfen des Mittelstandes zu orientieren und die Selbstorganisation der mittelständischen Unternehmen in der Anbahnungsphase von Forschungsprojekten zu stärken; insbesondere Clustervorhaben wurden als eine Projektform ausgemacht, diese Ziele zu erreichen
- durch Beratung, Sensibilisierung und die Bereitstellung von musterhaften Prozessen mittelständische Unternehmen befähigen, Industrie 4.0 im eigenen Unternehmen anzuwenden, da innerbetriebliche Industrie 4.0 Fähigkeit Voraussetzung für horizontale Vernetzung ist; Kompetenzzentren spielen dabei eine herausragende Rolle

## Förderthemen

- themenoffen fördern; über alle Industrie 4.0 Funktionsbereiche hinweg Transferansätze forciert unterstützen; Cluster und Kompetenzzentren nutzen, um Transferprojekte zu generieren und zu finanzieren
- Industrie 4.0 als System betrachten, verschiedene Technologien und/oder Funktionsbereiche in den Projekten kombinieren (gutes Beispiel: Industrie 4.0 Forschung auf dem betrieblichen Hallenboden). Industrie 4.0 als System für einen begrenzten Zeitraum in Programmen für den Mittelstand als prioritäres Förderthema aufgreifen

## Umsetzung

- Möglichkeiten zur Vereinfachung in der Antragstellung und in der Abwicklung systematisch nutzen, um die Beteiligung von mittelständischen Unternehmen zu erhöhen
- Vorhersehbarkeit bezüglich der Themen zukünftiger Ausschreibungen durch die Veröffentlichung von Roadmaps oder Arbeitsprogrammen erhöhen; Durchlaufzeit der Forschungsvorhaben von der Skizzeneinreichung bis zum Projektstart verringern
- auf Bundesebene bereits vorhandene Maßnahmen zur Förderung von Industrie 4.0 in einer konzertierten Aktion „Industrie 4.0 im Mittelstand“ bündeln und in das Programm Mittelstand Digital integrieren sowie mit der Plattform Industrie 4.0 vernetzen

## Industrie 4.0 Kompetenzzentren

- Mobilisierungsmaßnahmen in Kompetenzzentren bündeln, die mittelständische Unternehmen auf dem Weg zur Industrie 4.0 unterstützen
- vorhandene Technikausstattung von regionalen Akteuren in Kompetenzzentren einbinden, um diese den mittelständischen Unternehmen präsentieren zu können
- interdisziplinär ausgerichtetes und fachlich kompetentes Personal einsetzen, um ein breites Spektrum möglicher Fragestellungen über alle Industrie 4.0 Funktionsbereiche hinweg abzudecken
- Kompetenzzentren mit regionalen Akteuren und Beratungseinrichtungen vernetzen
- geographisches Prinzip bei der Standortwahl zugrunde legen, um kurze Wege für den Mittelstand zu ermöglichen



# Mehr Informationen online abrufen!



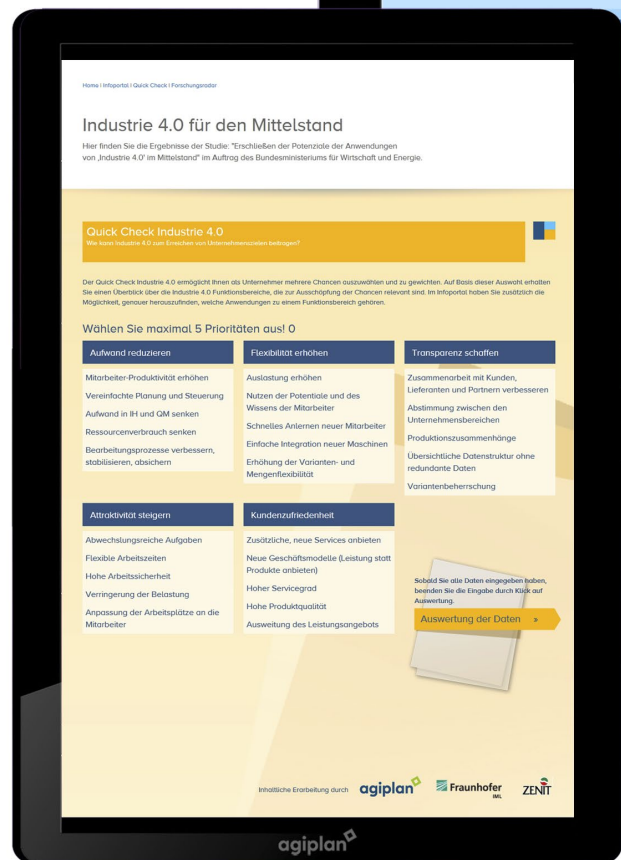
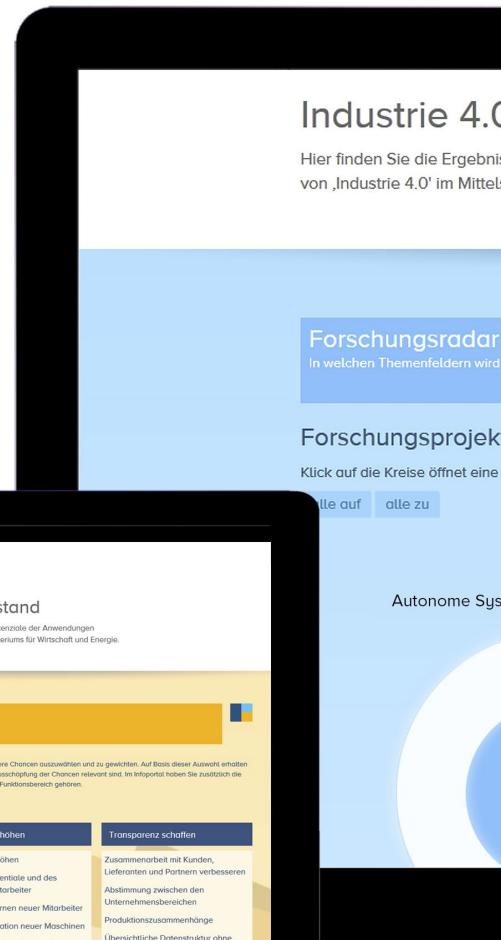
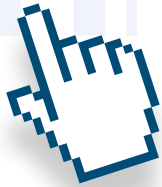
Der komplette Bericht mit Industrie 4.0 Infoportal, einem Quick-Check für Unternehmer und einer Übersicht der Forschungsfelder sind kostenlos auf der Website zur Studie verfügbar.

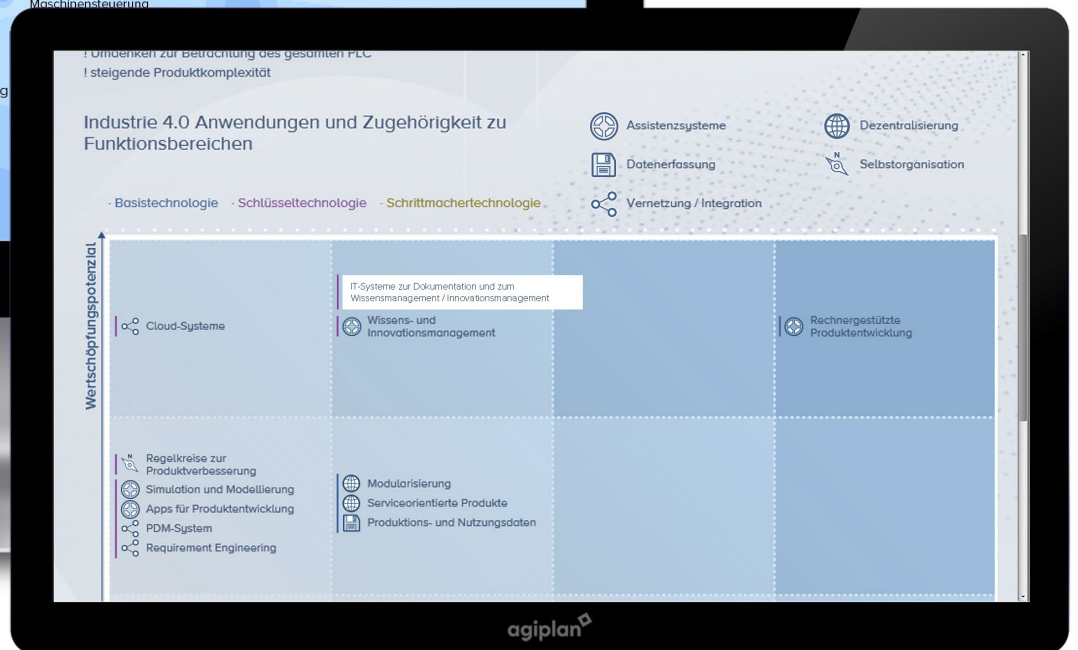
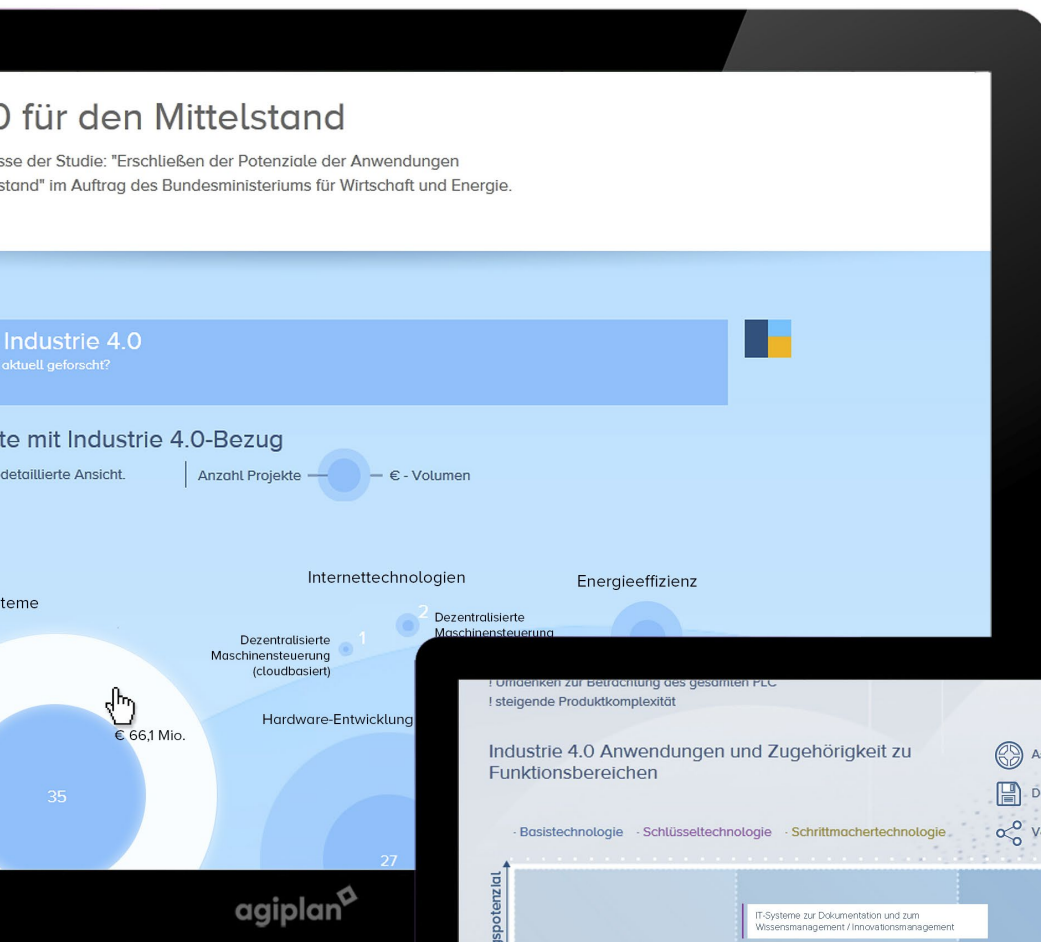
# Die Website zur Studie

Im Auftrag des BMWi hat die agiplan GmbH die Studienergebnisse online gestellt. Auf der Website zur Studie werden Wertschöpfungspotenzial und Umsetzungsstand einzelner Industrie 4.0 Anwendungen bewertet. Der Quick-Check für Unternehmer erlaubt es anhand von Unternehmenszielen zugehörige Industrie 4.0 Funktionsbereiche zu identifizieren.

<http://industrie-40-mittelstand.agiplan.de>

 [www.agiplan.de](http://www.agiplan.de)







Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)





**agiplan** 

 **Fraunhofer**  
IML

**ZENIT** 

agiplan GmbH  
Kölner Straße 80-82  
45481 Mülheim an der Ruhr  
[www.agiplan.de](http://www.agiplan.de)