



**Mittelstand 4.0**  
Kompetenzzentrum  
IT-Wirtschaft

# Tech Report Januar 2020

Ein komprimierter Überblick  
über aktuelle und aufkommende  
Technologien

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

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft  
Hauptstadtbüro Berlin  
Haus der Bundespressekonferenz  
Schiffbauerdamm 40  
10117 Berlin

Telefon: +49 30 22605 006  
E-Mail: kontakt@itwirtschaft.de  
www.itwirtschaft.de

### Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationen, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und praktischen Beispielen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de)

### Impressum

Autor:  
Marko Berndt  
Bildnachweise:  
Titel: FG-Inno; S.3: FG-Inno S.4: Marcus v. Amsberg; S.10: autodesk.com, petz.com.br; S.14: ViNN:Lab, Bob Wilder - University at Buffalo; S.17: danlane on Visualhunt, kando.eco; S.19: powerarena.com, woodoo.com; S.20: festo.com, ultravioletto on vimeo.com; Rückseite: FG-Inno



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.



## Inhalt

Impressum und Kontakt	2
Das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft	4
Vorwort Tech Radar	5
<b>Tech Report Juli 2019</b>	<b>6</b>
Wie Sie das Tech Radar lesen	6
Technologiebereiche	6
Technologische Treiber	6
Reifegrad und Handlungsempfehlung	7
Signals	8
<b>Gesamtansicht Tech Radar IT-Wirtschaft</b>	<b>12</b>
<b>Die Technologiebereiche</b>	<b>14</b>
Data Sphere	14
Connected World	16
Smart Manufacturing	18
Artificial Intelligence	20
<b>Anhang</b>	<b>22</b>
Weiterführende Informationen	22
Literatur	22

## Foresight & Technologie Scouting mit dem Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft

Die Forschungsgruppe Innovations- und Regionalforschung an der Technischen Hochschule Wildau ist anerkannter Partner im Innovations- und Technologiemanagement und verfügt über langjährige Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit mittelständischen Unternehmen. Die kreative Umgebung des von ihr betriebenen ViNN:Labs mit seinen vielfältigen digitalen Fertigungstechnologien steht für die Foresight Angebote des Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft zur Verfügung.

### Technologie Scouting: Tech Radar

Im Rahmen des Technologie Scoutings identifiziert das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft mit Ihnen gemeinsam neue Technologien und bewerten deren Marktnähe und Anwendungspotenziale. Die Ergebnisse werden in Form eines Tech Radars visualisiert, das Sie als digitales Scouting- und Kommunikationstool in Ihrem Unternehmen einsetzen können.

### Foresightprozesse

Um eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu sichern, werden strategische Planungsprozesse durchgeführt. Sie adressieren längerfristige Zeithorizonte (i. d. R. mind. 3 Jahre) und zielen darauf, passende Strategien und Maßnahmen für das Unternehmen und sein Umfeld zu generieren [1]. Während Großunternehmen häufig in strategischen Planungsabteilungen die lang-

fristige Ausrichtung des Unternehmens regelmäßig und in strukturierten Prozessen unter der Anwendung eines komplexen Methodenkanons auf den Prüfstand stellen, ist es für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) deutlich schwieriger, Ressourcen und Methoden-Knowhow für strategische Planungsprozesse einzusetzen [2]. Aus diesem Grund führt das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft Foresightprozesse für den IT-Mittelstand und deren Anwenderbranchen durch. Die Ergebnisse finden Sie unter [itwirtschaft.de/materialien](http://itwirtschaft.de/materialien).

### Ansprechpartner

Haben Sie weitere Fragen zu den Themen Foresight oder Technologie Scouting, so lassen Sie es uns wissen. Wir unterstützen Sie dabei kostenfrei.



**Dr. Frank Hartmann**

frank.hartmann@th-wildau.de  
T +49 3375 508 214



**Marko Berndt**

marko.berndt@th-wildau.de  
T +49 3375 508 742



**Alle Angebote des KIW sind kostenfrei nutzbar. Termine zu aktuellen Veranstaltungen, Online-Angeboten und Downloads finden Sie im Internet unter [itwirtschaft.de](http://itwirtschaft.de)**

## Das Tech Radar als Fundament des Tech Reports

### Tech Report

Der Tech Report dient als Mittel der Sensibilisierung und fungiert als Dokumentation von Technologietrends für die Branche der IT-Wirtschaft. Eingebettet auf der Website des Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft werden halbjährlich Tech Reports verfasst. Zur Visualisierung werden Tech Radare eingesetzt, die nicht nur als starre Grafik in einem Newsletter erscheinen, sondern dynamisch und mit interaktiven Funktionen unter [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de) aufzurufen sind.

### Tech Radar

Das digitale Technologie Scouting- und Kommunikationstool soll Ihnen und Ihrem Unternehmen helfen, folgende Fragen zu beantworten:

- Welche alternativen Technologien könnten zukünftig aufkommen?
- Welche konkreten Anwendungen von Technologien sind denkbar bzw. gibt es bereits?
- Welche Technologietrends können für mein Unternehmen heute und zukünftig relevant sein?

Bei diesem Tech Radar geht es nicht darum, spezifischen Technologien ein Verfügbarkeitsdatum zuzuschreiben. Viel mehr soll es einen komprimierten Überblick über aufkommende Technologien verschaffen, konkrete Anwendungen aufzeigen und schlussendlich für eigene Innovationsaktivitäten inspirieren und Impulse setzen.

# Wie Sie das Tech Radar lesen

Schritt für Schritt zur Beobachtung neuer Technologien

## Aufbau und Auswahl der Inhalte

Die vier Quadranten stellen Technologiebereiche aus dem generellen Umfeld der IT-Wirtschaft dar. Innerhalb dieser Quadranten werden konkrete technologische Treiber (siehe z. B.: ① im Radar) verortet, die wiederum Signale beinhalten.

Für das Tech Radar wurden unterschiedliche Forschungsarbeiten analysiert, die nach Technologietrends der Zukunft im IT-Mittelstand fragten [3, 4]. Die Forschungsergebnisse wurden geclustert, angepasst und im Tech Radar innerhalb der Technologiebereiche sowie der technologischen Treiber eingepflegt.

## Technologiebereiche

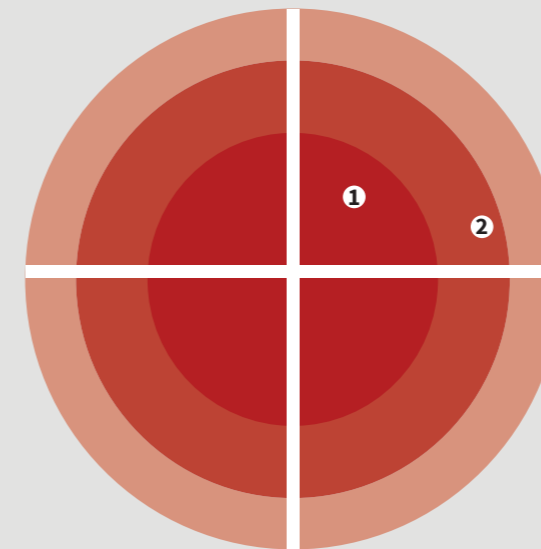
Die Zusammenstellung der Technologiebereiche teilt das Radar in vier Quadranten auf. Sie helfen, eine Grundordnung zu schaffen. Ganz trennscharf sind sie nicht. Der Inhalt der jeweiligen Bereiche kann teilweise auch anderen Quadranten zugeordnet werden.

**Data Sphere**  
Kontaktlose Zahlungen per Smartphone, Scootersharing per App oder die gute alte Kundenkarte: Mittlerweile ein gewohntes Bild, bei dem oft vergessen wird, welche Daten, in was für einem Umfang entstehen und wie diese genutzt werden.

**Connected World**  
Immer mehr Dinge, die uns umgeben, sind mit Identitäten und virtuellen Persönlichkeiten ausgestattet. Das Resultat: eine globale Infrastruktur aus bestehenden und sich entwickelnden Informations- und Kommunikationstechnologien.

**Smart Manufacturing**  
Intelligente Fertigung, in der Ära der Industrie 4.0, gleicht einem vollständig integrierten, kollaborativen Produktionsökosystem, das in Echtzeit auf die sich ständig ändernden Anforderungen und Bedingungen entlang der Wertschöpfungskette reagiert.

**Artificial Intelligence**  
Künstliche Intelligenz (EN: Artificial Intelligence) ist der Versuch, ein System zu entwickeln, das eigenständig komplexe Probleme bearbeiten kann. Dabei setzt sie intelligentes Verhalten in Algorithmen um, mit der Zielsetzung, automatisiert menschenähnliche Intelligenz so gut wie möglich nachzubilden.



## Technologische Treiber

Treiber sind große, langfristig orientierte und bedeutende Veränderungsrichtungen, die die Zukunft beeinflussen. Sie haben oft tiefe Wurzeln in der Geschichte und entwickeln sich aus verschiedenen Bereichen, wie beispielsweise Technik, Wirtschaft, Umwelt, Kultur oder Politik. Oft entstehen sie auch kombiniert aus mehreren Bereichen [5]. Für das Tech Radar werden nur die technologischen Treiber betrachtet. Im Folgenden sind zwei Beispiele für technologische Treiber aus dem Technologiebereich „Data Sphere“ dargestellt:

### ① Data Security

Data Security, Cyber Security oder IT-Sicherheit beschreibt den Schutz aller Teile eines IT-Systems vor unbefugtem Zugriff, Manipulationen oder Diebstahl. Geschützt werden müssen alle Teilsysteme, mit denen Informationen verarbeitet, genutzt und gespeichert werden: Dazu zählen Endgeräte, Betriebssysteme und Anwendungen, aber auch Server und Cloud-Dienste [6].

### ② Quantum Computing

Aktuelle Computer manipulieren einzelne Bits, die Informationen als binäre 0- und 1-Zustände speichern. Quantencomputer nutzen quantenmechanische Phänomene, um Informationen zu manipulieren. Um dies zu tun, verlassen sie sich auf Quantenbits oder Qubits [7]. Mit ihnen ist der Quantencomputer rund hundert Millionen Mal schneller als ein Computer mit einem Single Core Prozessor [8].




# Bewertung und Handlungsempfehlung

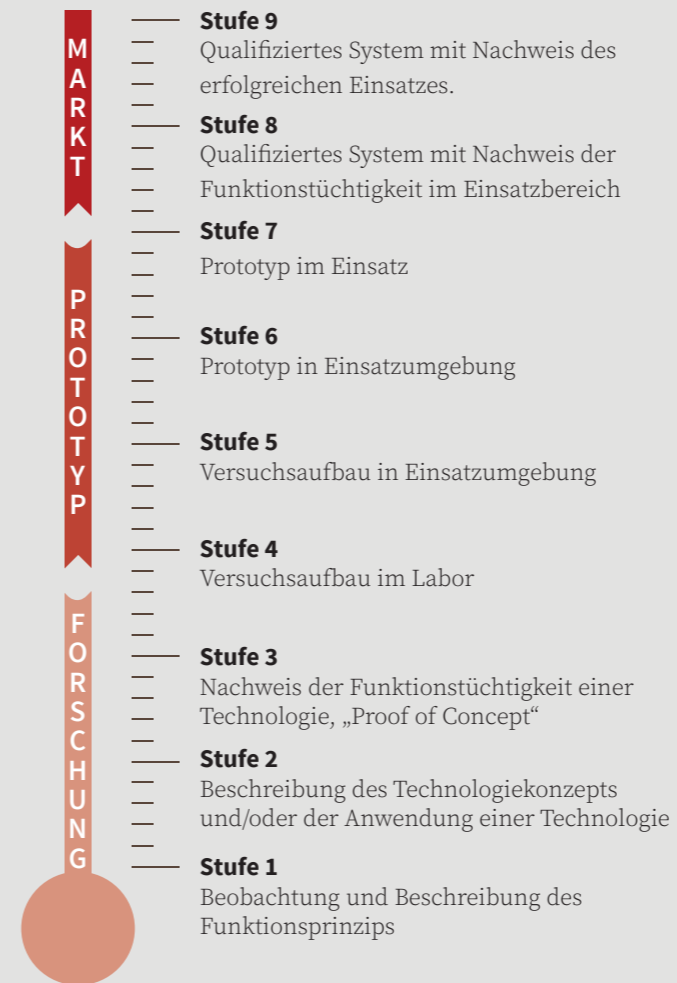
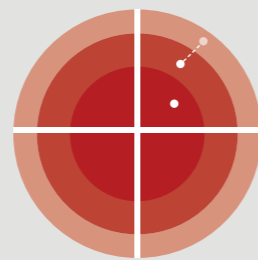
Bestimmung des Reifegrades auf Basis des Technology Readiness Levels

## Reifegrad

Die Ringe des Radars beschreiben die Reife der technologischen Treiber. Gemäß der Metapher des Radars steigt der Reifegrad mit der Annäherung an das Zentrum. Dabei geben die einzelnen Ringe bereits mögliche Handlungsempfehlungen zum Anwenden, Testen oder Abschätzen. Die Basis der Bewertung ist das Technology Readiness Level, das in nebenstehender Abbildung dargestellt wird.

Das Tech Radar hegt nicht den Anspruch Verfügbarkeitszeiträume für konkrete Technologien zu definieren, viel mehr geht es darum, eine komprimierte Momentaufnahme von relevanten Technologien für die IT-Wirtschaft zu liefern. Ziel ist es, für die hohen Entwicklungsdynamiken im Technologiebereich zu sensibilisieren und Impulse für Innovationsaktivitäten zu setzen.

- 
**Anwenden**  
 Der innere Ring des Radars beinhaltet Technologien, die bereits angewendet werden. Sie haben die Prototypenphase hinter sich gelassen und sind dabei, sich am Markt zu platzieren.
- 
**Testen**  
 Der mittlere Ring des Radars beinhaltet Technologien, die in einer Labor- oder einer Einsatzumgebung getestet werden. Zumeist als Prototyp befinden sich die Technologien im Raum zwischen Forschung und dem Markt.
- 
**Abschätzen**  
 Der äußere Ring des Radars beinhaltet Technologien, die im Bereich der Forschung beobachtet und beschrieben werden.
- Veränderungen**  
 Technologische Treiber sind auf Grund hoher Entwicklungsdynamiken keine statischen Punkte im Radar.




## Technology Readiness Level

Eine Bewertung identifizierter Technologien ist anhand einer Vielzahl von Metriken möglich. Auf den ersten Blick sowohl leicht greifbar als auch relativ leicht zu bewerten, ist dabei der zeitliche Horizont, innerhalb dessen eine Umsetzung möglich bzw. geboten scheint. Das wohl bekannteste Verfahren zur Bestimmung des Reifegrades ist das TRL-Konzept (Technology Readiness Level), das in den 1980er Jahren von der NASA entwickelt wurde [9].

Der Ansatz eignet sich vor allem, um die Marktnähe zu beschreiben [10]. Technologien werden hierbei in neun TRL-Stufen eingeteilt. Diese Stufen reichen von der Beobachtung wissenschaftlicher Grundlagen (TRL-Stufe 1) bis hin zum Einsatz der Technologie im Feld (TRL-Stufe 9). Dabei können drei Stadien eine gröbere Einteilung ermöglichen, die vom Forschungs-, über das Prototypen- bis hin zum Marktreifestadium reichen.

## Anwendungsnähe

Im vorliegenden Fall wurde kein Tech Radar für spezifische Technologien entwickelt, sondern vielmehr ein Technologie Radar erstellt, das technologische Treiber zusammenfasst und anhand von Signals (Englisch für Signale) Beispiele zur Anwendung aufkommender oder aktueller Einflussfaktoren zeigt. Mit Signals sind „Zeichen“ aus der Wissenschaft und Wirtschaft gemeint, die auf neue Entwicklungen von Technologien im IT-Bereich verweisen.

 **Stetige Aktualisierung:**  
Heutige Inhalte und Bewertungen entsprechen nicht mehr denen, von morgen. Auch auf Grund von Ihrem Input. Diskutieren Sie mit unter [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)

## Veränderungsfaktoren als „Signals“

Veränderungsfaktoren, die in Zukunft einen starken Trend darstellen können

Ein Signal ist typischerweise eine kleine oder lokale Innovation oder Störung, die das Potenzial hat, in Bezug auf Größe und geografische Verteilung zu wachsen. Ein Signal kann ein neues Produkt, eine neue Praxis, eine neue Marktstrategie, eine neue Politik oder eine neue Technologie sein. Es kann sich aber auch um ein Event, einen lokalen Trend oder eine Organisation handeln.

Kurz gesagt, sind es fundierte Informationen über neue und unerwartete Ereignisse, die den Einsatz von Technologie, sozialen Interaktionen und Wertewandel liefern [11].

Signals können helfen, eine unsichere Zukunft zu antizipieren. Sie neigen dazu, aufkommende Phänomene früher zu erfassen als traditionelle sozialwissenschaftliche Methoden und im Gegensatz zu Trends richten sie die Aufmerksamkeit auf mögliche Innovationen, bevor diese sichtbar werden [ebd].

Ein gutes Signal ist spezifisch und konkret und es ist etwas, das man an eine/n Freund/in weiterleiten und über das man reden möchte. Es sind Ereignisse, die einen den Kopf schütteln, wundern oder sorgen lassen. Zum besseren Verständnis sind im Folgenden zwei Beispiel-Signals dargestellt:

**!** Welche Möglichkeiten gibt es, relevante Signals für Ihr Unternehmen ausfindig zu machen? Eine Übersicht finden Sie im Anhang auf Seite 22.



### Fertigungsroboter im Container

Autodesk hat einen groß angelegten Werkzeugkasten für die additive Fertigung für die Bauindustrie entwickelt: Die Leistung von zwei Panasonic Robotern wurde in einen Schiffscontainer verpackt, der auf einer Baustelle eingesetzt werden kann. Die niederländische Valk Welding-Gruppe liefert die Roboter zur Herstellung großer sowie robuster Metallkomponenten. Große Teile aus Stahl oder anderen Metallen können somit direkt vor Ort hergestellt werden und das an nahezu jeder Baustelle der Welt.



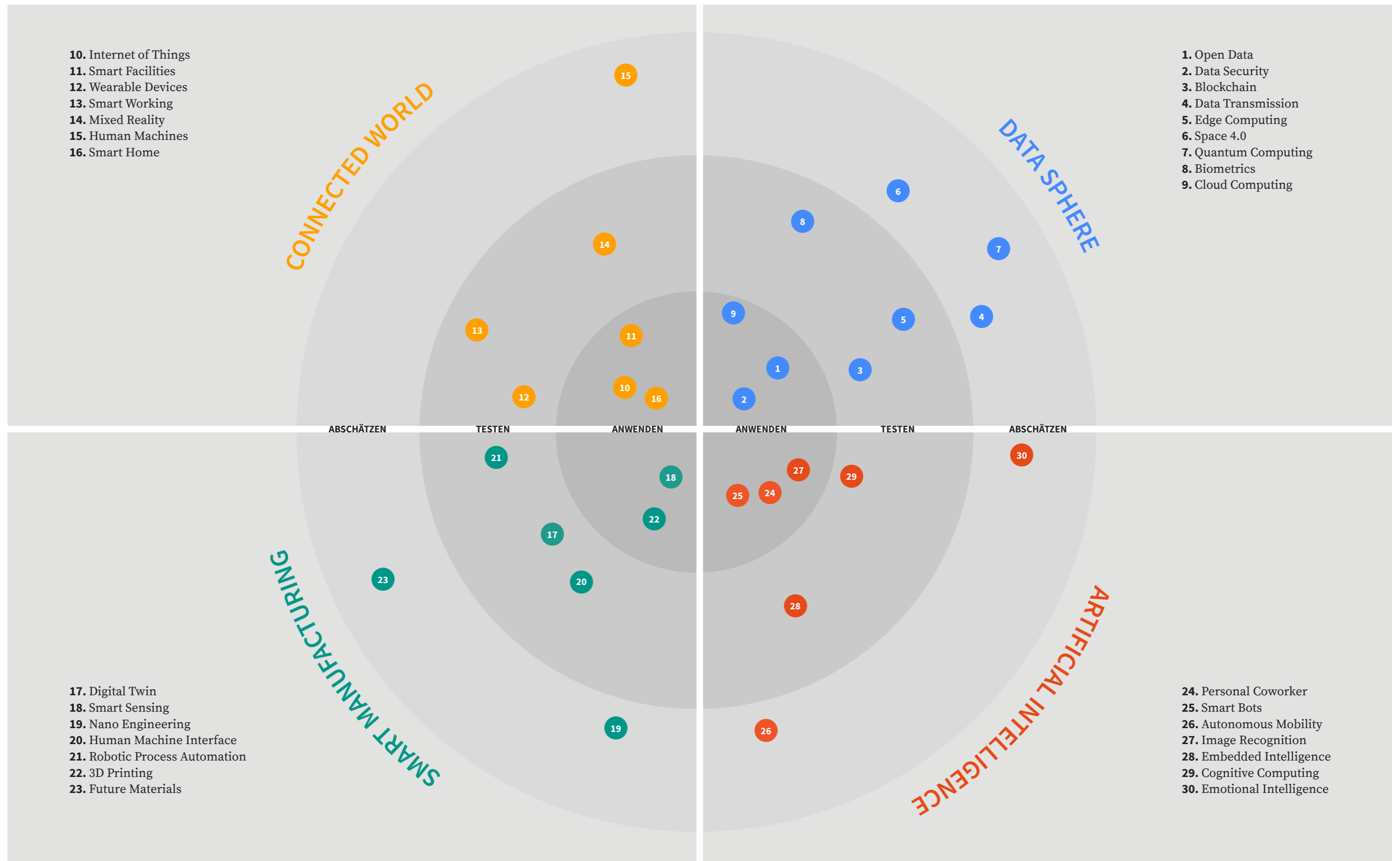
### Das richtige Hundespielzeug dank Bilderkennung

Die brasilianische Tierhandelskette Petz hat eine Funktion eingeführt, die künstliche Intelligenz und Gesichtserkennung kombiniert, um zu verstehen, für welche Produkte sich ein Hund interessiert. Videos von verschiedenen Tierspielzeug werden gezeigt und die Reaktion des Hundes darauf verfolgt (z. B. wie er seinen Kopf neigt). Am Ende des Videos werden die beliebtesten Produkte in den Warenkorb der Hundebesitzer/innen gelegt.



Das Tech Radar IT-Wirtschaft  
(Stand Januar 2020):

[radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)



# Data Sphere: Umgeben von Daten

Die täglich produzierte Datenmenge wächst rasant und exponentiell

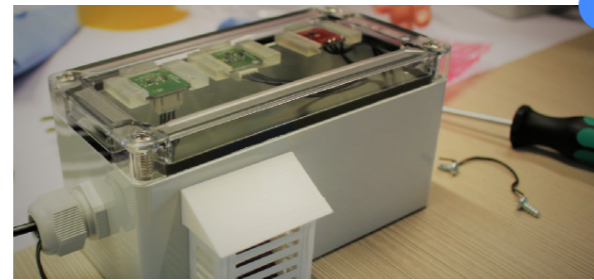
Die Auswirkungen der Informationsgesellschaft sind nicht zu übersehen: Die globale Datensphäre wird von 33 Zettabyte im Jahr 2018 auf 175 Zettabyte im Jahr 2025 anwachsen [12]. Doch was bedeutet das?

Zur Einordnung: Ein Zettabyte (ZB) entspricht einer Milliarde Terabyte. Ein 90-Minuten-Film in mittlerer-Qualität benötigt etwa 500 Megabyte an Speicherplatz. Damit entsprechen 33 ZB rund 66 Billionen Filmen [13]. Dies stellt eine Anzahl an Daten jenseits des menschlichen Vorstellungsvermögens dar und doch tragen wir unseren Teil dazu bei. Wir zahlen mit der Smartwatch im Supermarkt kontaktlos, reservieren mit dem Smartphone das Elektroauto an der nächsten Kreuzung und auf dem Weg dahin streamen wir die neueste Musik auf unsere Kopfhörer. Mittlerweile ein gewohntes Bild, bei dem oft vergessen wird, welche Daten, in was für einem Umfang entstehen und wie diese genutzt werden.

Der intensive und weit verbreitete Einsatz von Mechanismen zur Datenerfassung, -speicherung und -analyse ist auch für Unternehmen vor wenigen Jahrzehnten zum Alltag geworden. Derzeit konzentrieren sich die Bemühungen auf die Weiterentwicklung von Methoden zur Analyse und Verarbeitung großer Datenmengen mit dem Ziel, den Entscheidungsprozess zu stärken, um einen Mehrwert für das Unternehmen zu schaffen [14].

Einen Einblick in die Data Sphere geben die folgenden technologischen Treiber „Open Data“ und „Biometrics“ mit Beispiel-Signals.

**Der Tech Report zeigt an dieser Stelle nur einige Beispiele für den Quadranten „Data Sphere“ auf. Für weitere Informationen besuchen Sie [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)**



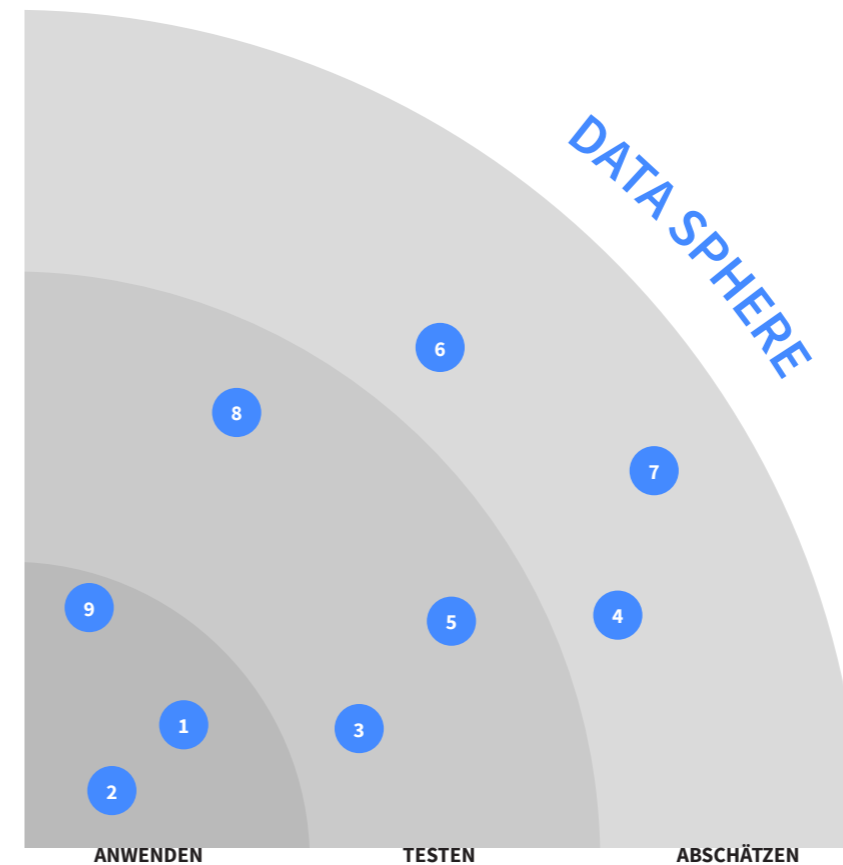
## Offene Sensordaten aus einer kleinen Box

Die openSenseMap ist eine Plattform für offene Sensordaten, an der jede/r teilnehmen kann. Das Projekt entstand am Institut für Geoinformatik in Münster, wo es zusammen mit der senseBox eingesetzt wird, um Schüler/innen und interessierten Bürger/innen eine Plattform zu bieten, um ihre Messdaten (beispielsweise Wetterdaten) zu sammeln und zu veröffentlichen. Insgesamt stehen Daten von über 5.500 Messstationen zur Verfügung.



## Der Herzschlag als Passwort

Ein von der University at Buffalo-geführtes Team hat ein Computersicherheitssystem entwickelt, das die Dimensionen des Herzens als Identifikationsmerkmal verwendet. Das System verwendet ein Low-Level-Doppler-Radar, um das Herz des Nutzers zu messen, und überwacht dann kontinuierlich das Herz, um sicherzustellen, dass niemand sonst in den Betrieb des Computers eingestiegen ist. Das System ist eine sichere und potenziell effektivere Alternative zu Passwörtern, sagen die Forschenden.



1. Open Data
2. Data Security
3. Blockchain
4. Data Transmission
5. Edge Computing
6. Space 4.0
7. Quantum Computing
8. Biometrics
9. Cloud Computing

### 3. Blockchain

2008 wurde unter einem Pseudonym ein bahnbrechender Artikel mit dem Titel Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system verfasst. In diesem wurde der Begriff chain of blocks eingeführt, der sich im Laufe der Jahre zum Begriff Blockchain entwickelte. Mit diesem Begriff wird ein ständig wachsendes System zur Aufbewahrung von Daten umschrieben, bei dem jede/r Benutzer/in der Daten eine Kopie der jeweiligen Datensätze besitzt, die nur aktualisiert werden kann, wenn alle an der Transaktion beteiligten Parteien einer Aktualisierung zustimmen [15].

### 5. Edge Computing

Beim Edge Computing können massive Daten, die beispielsweise von Internet of Things-Geräten erzeugt werden, von einer dezentralen Serverstruktur verarbeitet werden. Somit werden die Daten nicht mehr zentral an eine Cloud-Infrastruktur gesendet, weshalb Einschränkungen wie Bandbreite, Latenz und hohe Kosten des traditionellen Cloud Computings vermieden werden können [16].

### 6. Space 4.0

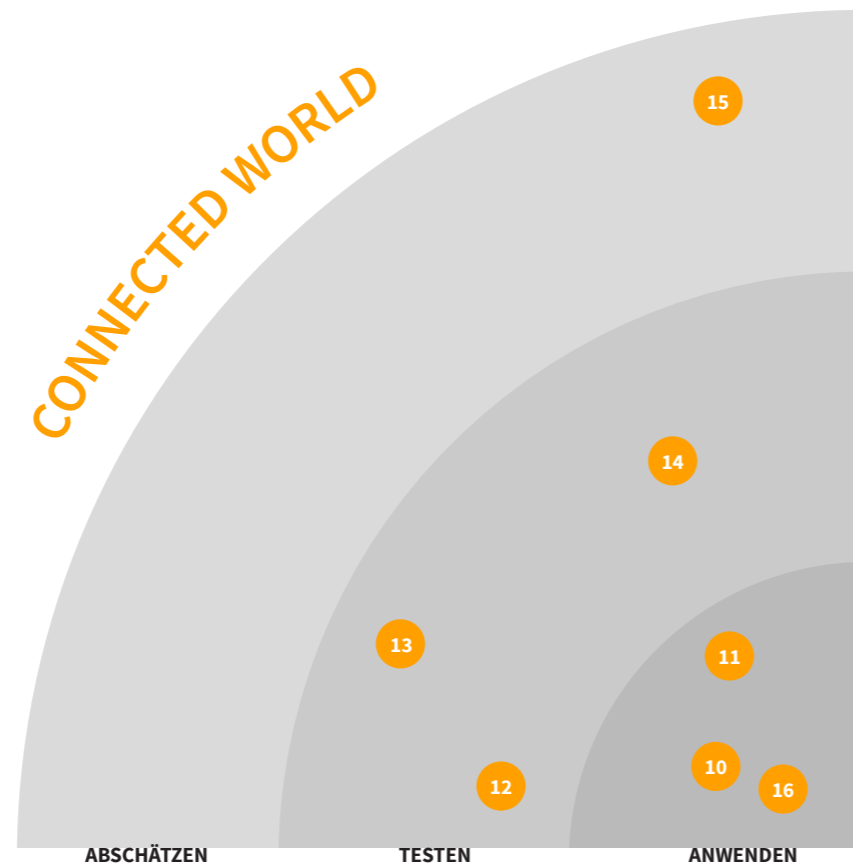
Space 4.0 repräsentiert die Reise des Raumfahrtsektors in eine neue Ära, die durch ein neues Betätigungsfeld gekennzeichnet ist. Diese Ära entwickelt sich durch das Zusammenspiel von Regierungen, Privatwirtschaft, Gesellschaft und Politik. Space 4.0 ist analog zu Industry 4.0, das als die vierte industrielle Revolution in der Fertigung und im Dienstleistungsbereich gilt [17].

### 9. Cloud Computing

Cloud Computing nutzt Virtualisierung von Hardware und das Internet zur dynamischen Bereitstellung von IT-Ressourcen, wie beispielsweise IT-Infrastruktur, Plattformen oder Anwendungen. Somit beschreibt Cloud Computing sowohl Hard- und Software, die in Rechenzentren bereitgestellt werden als auch Serviceebenen (Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service und Infrastructure-as-a-Service), die über das Internet angeboten werden [18, 19].



- 10. Internet of Things
- 11. Smart Facilities
- 12. Wearable Devices
- 13. Smart Working
- 14. Mixed Reality
- 15. Human Machines
- 16. Smart Home



**11. Smart Facilities**

Der Begriff Smart Facilities beschreibt eine Struktur, die automatisierte Prozesse einsetzt, um die Abläufe eines Gebäudes automatisch zu steuern, einschließlich Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Sicherheit und andere Systeme. Dabei werden Sensoren und Mikrochips verwendet, um Daten zu sammeln. Somit kann die Zuverlässigkeit und Leistung von Anlagen verbessert werden, was den Energieverbrauch reduziert, die Raumnutzung optimiert und die Umweltbelastung durch Gebäude minimiert [24].

**13. Smart Working**

Begriff Smart Working beschreibt eine neue, aufgeklärte Arbeitsumgebung, die buchstäblich die physischen Barrieren des Büros, wie wir sie kennen, überwindet. Immer mehr Arbeitsplätze werden vollständig optimiert, um Angestellte dabei zu unterstützen, überall und jederzeit gute Arbeit zu leisten. Smart Working hilft Unternehmen zwar, die Effizienz zu steigern und Kosten zu senken, ermöglicht es ihnen aber auch, einen Arbeitsplatz zu schaffen,

der dynamische Kreativität und emotionale Verbindung der Mitarbeiter/innen zur Arbeit voll ausschöpft [25].

**14. Mixed Reality**

Mixed Reality beschreibt das gesamte Spektrum zwischen der realen und virtuellen Welt. Darunter fällt einerseits der Begriff Virtual Reality, also eine computergenerierte Simulation einer realistischen Umgebung, in der die reale Welt durch eine virtuelle Welt ersetzt wird. Andererseits auch der Begriff Augmented Reality, bei dem der computergenerierte Inhalt in die reale Welt hinzugefügt oder eingebettet wird, so dass beide Welten erlebt werden können [26].

**15. Human Machines**

Elektronische Komponenten verschmelzen mit dem menschlichen Körper. Auch abseits der Forschungslabore gibt es immer mehr menschliche Maschinen, die Technologie in ihren Körper integrieren, um ihre Fähigkeiten zu verbessern und ihre Sinne zu erweitern [27].

# Connected World: Alles, immer online

Die globale, mobile Infrastruktur wird weiter ausgebaut

Immer mehr Dinge, die uns umgeben, sind mit Identitäten und virtuellen Persönlichkeiten ausgestattet. Das Resultat: eine globale Infrastruktur aus bestehenden und sich entwickelnden Informations- und Kommunikationstechnologien [20, 21].

Im Jahre 2015 waren 15,4 Milliarden Geräte mit dem Internet verbunden; bis 2025 soll die Anzahl auf 75,4 Milliarden Geräte ansteigen [22, 23]. Die Verwunderung über die Anzahl verblasst, schaut man auf das smarte Zuhause, in dem vom Leuchtmittel über das Thermostat bis hin zur Türklingel alles mit dem Internet verbunden ist. Am Arbeitsplatz begegnen uns ebenfalls Connected Devices, wie beispielsweise Zeiterfassungsterminals oder mit Sensoren ausgestattete Maschinen.

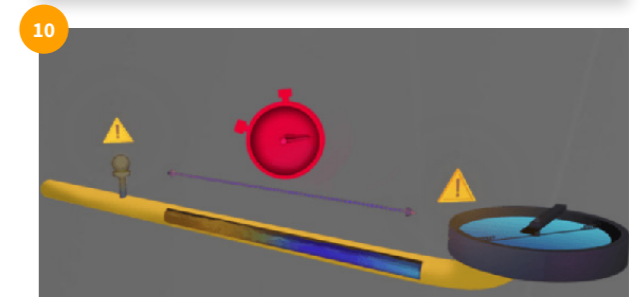
Anhand dieser Beispiele wird klar, wie weit die globale Infrastruktur vernetzter Geräte uns umgibt und das dies der nächste große Schritt ist, um das Versprechen des Internets zu erfüllen, die Welt zu einem vernetzten Ort, einer Connected World zu machen.

Einen Einblick in die Connected World geben die folgenden technologischen Treiber „Human Machines“ und „Internet of Things“ mit Beispiel-Signals.



**Mikrochips, die unter die Haut gehen**

Immer mehr Menschen - darunter etwa 3.000 Schweden - entscheiden sich für etwas Invasives und wohl Praktisches: einen operativ eingesetzten Mikrochip. Der Chip selbst fungiert im Wesentlichen als digitaler Schlüsselanhänger. Per NFC (Near Field Communication) werden Informationen drahtlos von einem passiven Chip an ein Lesegerät gesendet. So kann man sich z. B. im Fitnessstudio anmelden, Türen von Autos und Büros öffnen und Kreditkartenzahlungen einfach tätigen.



**Erkennung von Abwasserlecks mittels IoT**

Das israelische Unternehmen Kando hat eine Abwassermanagementlösung basierend auf IoT entwickelt, um Abwasserlecks mit einem systemischen Ansatz zu erkennen. Durch die Platzierung von Sensoren in Regionen, die am stärksten von umweltbelastenden Industrien betroffen sind, kann das System dabei helfen, Schadstoffquellen in Echtzeit zu erkennen, so dass sofortige Maßnahmen ergriffen werden können.

**! Der Tech Report zeigt an dieser Stelle nur einige Beispiele für den Quadranten „Connected World“ auf. Für weitere Informationen besuchen Sie [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)**

**17. Digital Twin**

Digital Twin ist eine integrierte multiphysikalische, skalierbare und wahrscheinlichkeitsbezogene Simulation eines komplexen Produkts. Dabei werden Sensordaten erhoben, um das System des entsprechenden Zwillings zu spiegeln. Die Idee und das Konzept des digitalen Zwillings, das sich aus einem physischen Produkt, einem virtuellen Produkt und verbundenen Daten zusammensetzt, ist es, den Produktlebenszyklus zu verlängern und Produktdesign, -herstellung sowie -service effizienter, intelligenter und nachhaltiger zu gestalten [32].

**19. Nano Engineering**

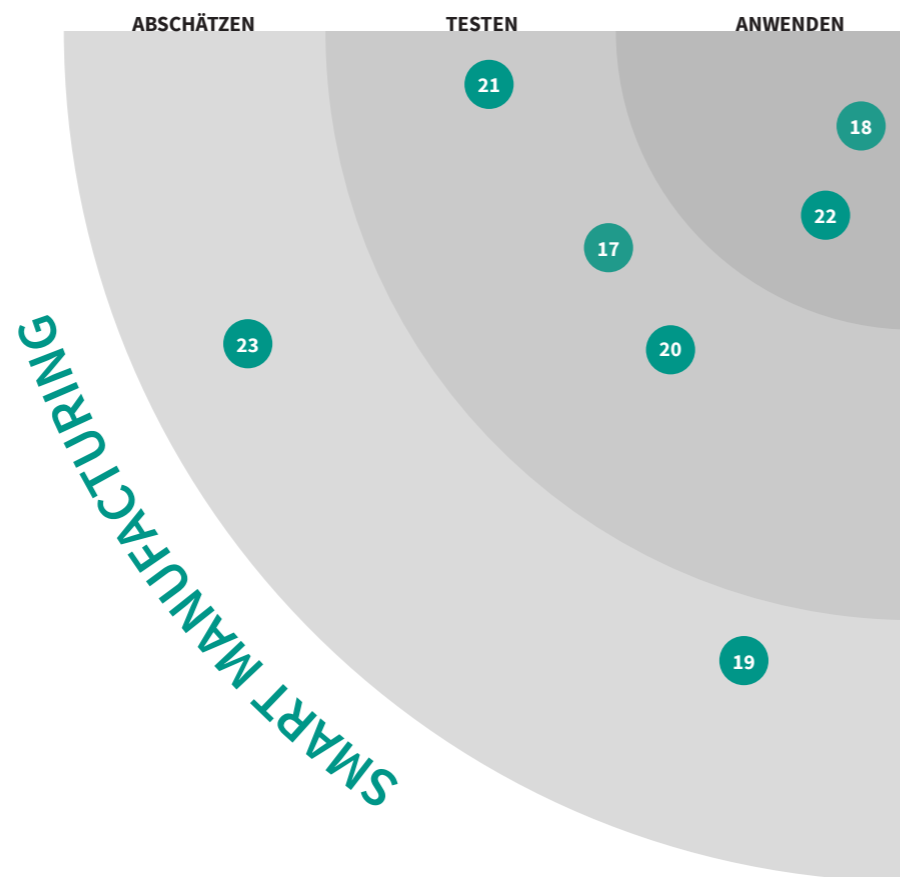
Nano Engineering ist ein Technikzweig, der sich mit allen Aspekten des Designs, des Baus und der Nutzung von Motoren, Maschinen und Strukturen auf der Nanoskala (zwischen 1 und 100 Nanometer) beschäftigt [33].

**20. Human Machine Interface**

Human Machine Interfaces der einfachsten Art, umfassen jedes Gerät oder jede Software, die es ermöglicht, mit einer Maschine zu interagieren. Immer natürlichere Formen der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sind derzeit in der Entwicklung. So befinden wir uns auf einer Reise hin zu neuronal gesteuerten Interfaces, die Realitäten überlagern und/oder vermischen werden [34, 35].

**22. 3D Printing**

Die 3D-Drucktechnologie ist eine sich immer in der Entwicklung befindlichen Technologie, die mittlerweile weltweit verbreitet ist. 3D-Druck wird zunehmend für individuelle Maßanfertigungen, das Prototyping und die Produktion von Open-Source-Designs aller Art in verschiedenen Bereichen wie z. B. Landwirtschaft, Gesundheitswesen, Automobilindustrie etc. eingesetzt [36].



- 17. Digital Twin
- 18. Smart Sensing
- 19. Nano Engineering
- 20. Human Machine Interface
- 21. Robotic Process Automation
- 22. 3D Printing
- 23. Future Materials

# Smart Manufacturing: Fertigung & IT

Das vollständig integrierte, kollaborative Produktionsökosystem

Der Aufstieg der neuen digitalen industriellen Transformation mit intelligenter Fertigung, bekannt als Industrie 4.0, verändert grundlegend die Art und Weise, wie Unternehmen funktionieren [28].

Smart Manufacturing, in der Ära der Industrie 4.0, gleicht einem vollständig integrierten, kollaborativen Produktionsökosystem, das in Echtzeit auf die sich ständig ändernden Anforderungen und Bedingungen entlang der Wertschöpfungskette reagiert [29]. Dabei ist die Vernetzung und Verschmelzung von physischer und digitaler Welt das Herzstück der intelligenten Fertigung [30].

Smart Manufacturing umfasst den Einsatz modernster Technologien und fortschrittlicher Datenanalytik, wie zum Beispiel die intelligente Unternehmensressourcenplanung (ERP), Künstliche Intelligenz (KI), Industriesensorik, Augmented/Virtual Reality (AVR), additive Fertigungstechnologien, industrielle Automatisierung und intelligente Robotik sowie Cloud-Daten zur Verbesserung der Fertigungsabläufe entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Fertigung bis hin zu Zulieferpartnern, Kundinnen und Kunden [ebd., 31].

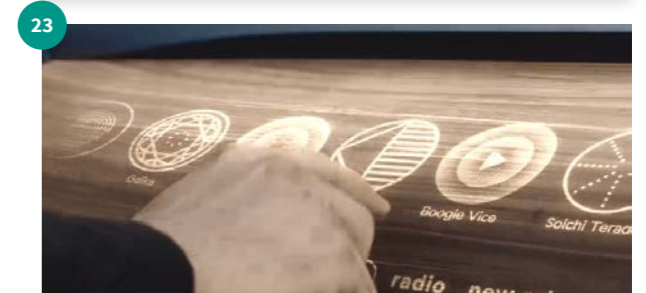
Einen Einblick in das Smart Manufacturing geben die folgenden technologischen Treiber „Smart Sensing“ und „Future Materials“ mit Beispiel-Signals.

**!** Der Tech Report zeigt an dieser Stelle nur einige Beispiele für den Quadranten „Smart Manufacturing“ auf. Für weitere Informationen besuchen Sie [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)



**Smarte Überwachung in der Fertigung**

Das Hongkonger Unternehmen PowerArena sammelt Videomaterial von Überwachungskameras in Fertigungshallen und verspricht mittels KI die Arbeitsabläufe und auch die Effektivität von Maschinen und Mitarbeiter/innen zu analysieren. PowerArena beobachtet und visualisiert die Vorgänge über einen längeren Zeitraum. So können beispielsweise Gründe für die schlechte Overall Equipment Effectiveness (OEE) von Fertigungsvorgängen aufgedeckt werden.



**Touch-sensitives und transparentes Holz**

Das französische Unternehmen Woodoo hat ein technisches Verfahren entwickelt, um einzelne Bestandteile der Holzstruktur einer Holzfaserverplatte zu entfernen und durch ein spezielles Polymer zu ersetzen. Das Ergebnis ist ein nachhaltiger Werkstoff mit dem Festigkeitsprofil von Metall und dem Kostenprofil von minderwertigem Holz. Neben einer lichtdurchlässigen Oberfläche ist das Holz auch touch-sensitiv und eignet sich somit als Bedienfeld.

# Artificial Intelligence: Fluch oder Segen?

Ein Thema das viele Unternehmen weltweit beschäftigt

Künstliche Intelligenz (engl. Artificial Intelligence, AI) ist der Versuch, ein System zu entwickeln, das eigenständig komplexe Probleme bearbeiten kann [37]. Dabei setzt sie intelligentes Verhalten in Algorithmen um, mit der Zielsetzung, automatisiert menschenähnliche Intelligenz so gut wie möglich nachzubilden. Grob lässt sich die Künstliche Intelligenz in zwei Bereiche aufteilen:

„General Artificial Intelligence“ (GAI oder auch Strong AI bzw. starke KI genannt) und der „Artificial Narrow Intelligence“ (ANI oder weak AI bzw. schwache KI genannt). Die „General Artificial Intelligence“ ist ein Mechanismus, der dazu in der Lage wäre, beliebige intellektuelle Aufgaben ebenso gut oder besser als Menschen auszuführen. Die KI-Forschung ist in diesem Bereich noch weit von ihrem Ziel entfernt. Anders ist es im Bereich der „Artificial Narrow Intelligence“. Dort werden Systeme seit Jahrzehnten entwickelt und eingesetzt. Diese sind dazu in der Lage, innerhalb einer abgegrenzten Umwelt autonom zu agieren [38]. Ein greifbares Beispiel sind Chatbots vieler Händler/innen im Internet, bei denen Kundinnen und Kunden von Produkten überzeugt werden oder Antworten zu häufig gestellten Fragen (FAQs) zu Retouren o. Ä. bekommen.

Einen Einblick in die Artificial Intelligence geben die folgenden technologischen Treiber „Personal Coworker“ und „Emotional Intelligence“ mit Beispiel-Signals.

**!** Der Tech Report zeigt an dieser Stelle nur einige Beispiele für den Quadranten „Artificial Intelligence“ auf. Für weitere Informationen besuchen Sie [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)



### Der bionische Arbeitskollege

Der BionicCobot von festo basiert auf dem menschlichen Arm und das nicht nur in Bezug auf seinen anatomischen Aufbau. Wie sein biologisches Vorbild löst der pneumatische Leichtbauroboter viele seiner Aufgaben mit Hilfe von flexiblen und sensiblen Bewegungen. Durch diese Flexibilität kann er direkt und sicher mit dem Menschen zusammenarbeiten. Ob kräftig greifen oder vorsichtig anheben, fest drücken oder sanft berühren all das ist möglich mittels der sieben Gelenke des Cobots.



### Spiegel zeigt KI-Reflexion

In einer ehemaligen Kirche im italienischen Spoleto begegnen Besucher/innen einem Spiegel, der mit künstlicher Intelligenz und Gesichtserkennung ein außerweltliches Bild von sich selbst aufbaut. Nachdem die Gesichtserkennungssoftware eine Person gescannt und die Attribute (Geschlecht, Alter, ethnische Herkunft, emotionaler Zustand) verarbeitet hat, sehen die Betrachtenden die Interpretation der künstlichen Intelligenz von ihnen in dem digitalen Spiegel.

### 25. Smart Bots

Natürliche Sprachverarbeitung, Spracherkennung, automatische Stimmerkennung, Frage- und Absichtsanalyse - sind alles Bestandteile einer neuen Generation von KI-gesteuerten Tools, denen Organisationen dabei helfen können, Smart Bots zu bauen, um Arbeitsprozesse zu erleichtern und ihren Kundinnen und Kunden bessere Erfahrungen zu ermöglichen [39].

### 26. Autonomous Mobility

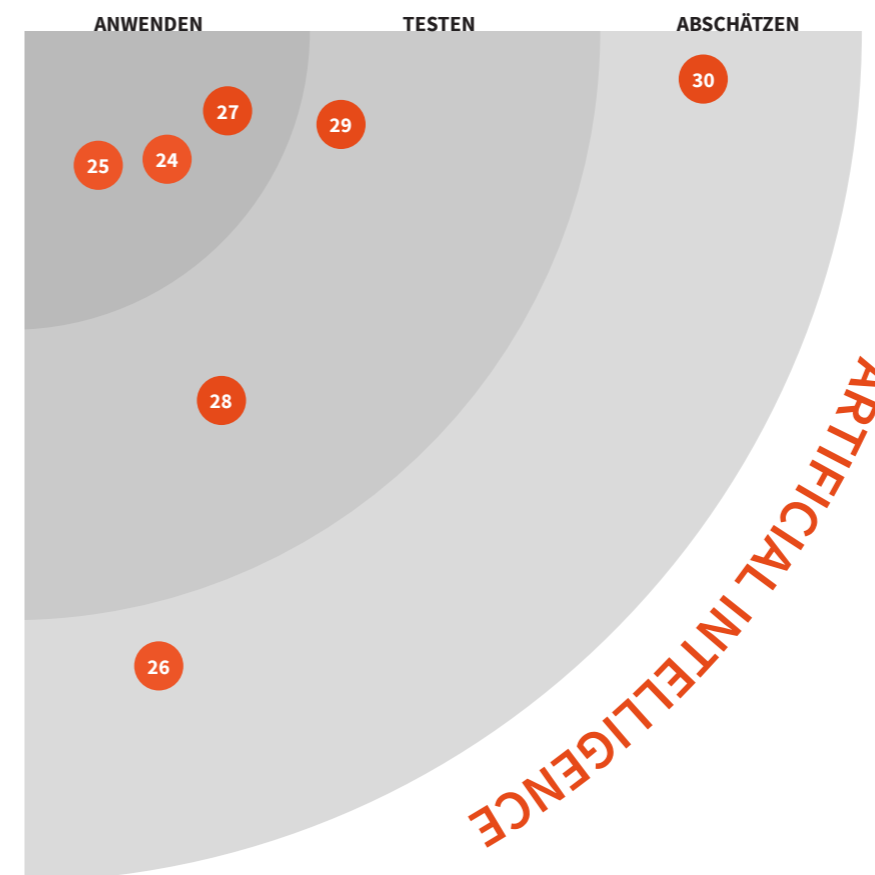
Die autonome Fahrzeuglandschaft verändert sich sehr schnell; mehrere Unternehmen führen bereits Untersuchungen mit Fahrzeugen durch, die unter bestimmten Bedingungen völlig autonom sind. Folglich wachsen die Erwartungen an die frühzeitige Realisierung fahrerloser Fahrzeuge, allerdings gibt es noch erhebliche Unsicherheiten bei der Prognose der Marktdurchdringung [40].

### 28. Embedded Intelligence

Produkte mit neuen, integrierten Anwendungen und Funktionen können den Menschen bei seinen Aktivitäten und Abläufen unterstützen. Darüber hinaus ermöglicht der automatisierte Informationsaustausch zwischen intelligenten, vernetzten Systemen die Steigerung der Produktivität und die Einsparung von Ressourcen in Produktions- und Arbeitsprozessen [41].

### 30. Emotional Intelligence

Die Künstliche Intelligenz der nächsten Generation muss sozial mit Benutzer/innen interagieren können und die Fähigkeiten besitzen, menschliche Gedanken, einschließlich aller Emotionen, zu verstehen. Damit dies geschieht, ist eine sozial emotionale Intelligenz notwendig, die fähig ist sozial akzeptabel, mit glaubhaftem Verhalten in realen Situationen zu agieren [42].



- 24. Personal Coworker
- 25. Smart Bots
- 26. Autonomous Mobility
- 27. Image Recognition
- 28. Embedded Intelligence
- 29. Cognitive Computing
- 30. Emotional Intelligence

# Anhang

Bei weiteren Fragen oder Anregungen können Sie uns gern kontaktieren!

## Mitmachen

Das Tech Radar wird stetig weiterentwickelt – gern auch mit Ihrer Expertise. Fehlt Ihnen im Radar ein wichtiger Technologiebereich, oder eine spezifische Technologie? Können Sie Signale aus Ihrem Unternehmen oder Umfeld bereitstellen? Wir laden Sie dazu ein, gemeinsam mit uns ein für die IT-Wirtschaft spezifisches und aktuelles Tech Radar zu entwickeln. Nutzen Sie dazu unser kurzes [Feedbackformular](#).

## Datenbanken, Newsletter & Co

Im Folgenden finden Sie eine Auflistung von Datenbanken und Tools, die Ihnen helfen können, Signals und Trends für Ihr Unternehmen zu identifizieren und zu sammeln.

Datenbanken:

[www.mapegy.de](http://www.mapegy.de)  
[www.itonics.de](http://www.itonics.de)  
[www.iplytics.de](http://www.iplytics.de)  
[www.spotfolio.com](http://www.spotfolio.com)

News(letter):

[www.spotfolio.com](http://www.spotfolio.com)  
[www.cbinsights.com](http://www.cbinsights.com)  
[www.trendwatching.com](http://www.trendwatching.com)  
[www.eurekalert.org](http://www.eurekalert.org)  
[www.phys.org](http://www.phys.org)

Weiterführende Informationen:

[www.radar.itwirtschaft.de](http://www.radar.itwirtschaft.de)  
[www.itwirtschaft.de](http://www.itwirtschaft.de)  
[www.th-wildau.de/fg-innovation](http://www.th-wildau.de/fg-innovation)  
[Wissenschaftlicher Beitrag zum Tech Radar](#)

## Literatur

- [1] Deimel, K. (2008): Stand der strategischen Planung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in der BRD. Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, 19(3). 281-298. doi:10.1007/s00187-008-0061-4. S. 290
- [2] ebd. S. 288
- [3] BMWi (2017): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017. Unter Mitarbeit von Weber T., Ebert M., Weinzierl M. – Kantar TNS, Ohnemus J., Rammer C., Niebel T., Schulte P., Bersch J. – ZEW. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft. Berlin.
- [4] Bitkom e.V. (2018): Der IT-Mittelstand in Deutschland. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Berlin.
- [5] Jacobi HF., Landherr M. (2013): Treiber der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit im globalen Kontext. In: Westkämper E., Spath D., Constantinescu C., Lentjes J. (Hrsg.): Digitale Produktion. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 31f
- [6] BMWi (2019): Cyber Security. Zugriff: 06. Dezember 2019. <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Dossiers/A-Z/cyber-security.html>
- [7] IBM (2019): What is Quantum Computing. Zugriff: 09. Dezember 2019. <https://www.ibm.com/quantum-computing/learn/what-is-quantum-computing>
- [8] Denchev, VS. et al. (2016): What Is the Computational Value of Finite-Range Tunneling? Physical Review X 6.3 (2016). S. 1
- [9] Mankins J. C. (1995): Technology Readiness Levels. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology. NASA

[10] Preissler, S. (2016): Interorganisationaler Wissens- und Technologietransfer. Eine transaktionsökonomische Analyse zwischen Markt und Hierarchie. Berlin, Heidelberg, New York. Springer-Verlag. S. 121

[11] IFTF (2019): Signals. Institute for the Future. Zugriff: 03. Dezember 2019. <http://www.iftf.org/what-we-do/foresight-tools/signals>

[12] Seagate (2018): Prognose zum Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmenge weltweit in den Jahren 2018 und 2025 (in Zettabyte). Statista. Statista GmbH. Zugriff: 02. Dezember 2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/>

[13] iwd (2019): Datenmenge explodiert. Informationen aus dem Institut der deutschen Wirtschaft. Zugriff: 02. Dezember 2019. <https://www.iwd.de/artikel/datenmenge-explodiert-431851/>

[14] Popovic, A., Hackney, R., Tassabehji, R., Castelli, M., (2018): The impact of big data analytics on firms' high value business performance. Inf. Syst. Front. 20 (2). S. 209–222.

[15] Bashir, I., Prusty, N. (2019): Advanced Blockchain Development. Build highly secure, decentralized applications and conduct secure transactions. Birmingham Packt Publishing Ltd. S. 15

[16] Liu, S., Tekinerdogan, B., Aoyama, M., Zhang, L.J., (2018): Edge Computing - EDGE 2018: Second International Conference, Held as Part of the Services Conference Federation. SCF 2018. Seattle, WA, USA. June 25-30, 2018. Proceedings. 1st ed. 2018. Berlin, Heidelberg: Springer, 2018. S. 55

[17] ESA (2019): What is space 4.0? European Space Agency. Zugriff: 09. Dezember 2019. [https://www.esa.int/About\\_Us/Ministerial\\_Council\\_2016/What\\_is\\_space\\_4.0](https://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2016/What_is_space_4.0)

[18] Meinel, C., Willems, C., Roschke, S., Schnjakin, M. (2011): Virtualisierung und Cloud Computing. Konzepte, Technologiestudie, Marktübersicht. Potsdam. Universitätsverlag Potsdam. S. 28

[19] Reinheimer, S. (2018): Cloud Computing. Die Infrastruktur der Digitalisierung. Berlin Heidelberg New York. Springer-Verlag. S. 5

[20] EPOSS (2008): Internet of Things in 2020, Roadmap for the Future. In: Networked Enterprise & RFID & Micro & Nanosystems. Proceedings of Cooperation with the Working Group RFID of the ETP EPOSS. S. 4

[21] Zavaza, C. (2015): ITU Work on Internet of Things. Presentation at ICTP workshop 26 March 2015. International Telecommunication Union. Zugriff: 03. Dezember 2019. [http://wireless.ictp.it/school\\_2015/presentations/secondweek/ITU-WORK-ON-IOT.pdf](http://wireless.ictp.it/school_2015/presentations/secondweek/ITU-WORK-ON-IOT.pdf) S. 12

[22] IHS Markit (2017): The Internet of Things: a movement, not a market. The Technology Group at IHS Markit. Zugriff: 03. Dezember 2019. <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IoT-ebook.pdf> S. 2

[23] Columbus, L. (2016): Roundup Of Internet Of Things Forecasts And Market Estimates, 2016. Forbes. Zugriff: 03. Dezember 2019. <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2016/11/27/roundup-of-internet-of-things-forecasts-and-market-estimates-2016/#6182b0ee292d>

[24] Abdulhakim, S., Abdulhakim, M., Abdelgader Eissa, H. (2018): Implementation of Smart Building (A Complete End to End Solution for Smart Building System), International Conference on Green Energy & Environmental Engineering (GEEE-2018). Proceedings of Engineering and Technology. Vol. 38. S. 15

[25] Plantronics (2019): Smarter Working - the New Competitive Advantage. Plantronics Inc. S. 2

 Weitere Belege, Quellen und Informationen finden Sie gesammelt unter [radar.itwirtschaft.de](http://radar.itwirtschaft.de)

- [26] Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., Wang, X. (2018): All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X,Y), and Multimediased Reality. arXiv:1804.08386 S. 1
- [27] DW (2017): Cyborgs - Human Machines. Deutsche Welle. Zugriff: 11. Dezember 2019. <https://www.dw.com/en/cyborgs-human-machines/a-41972927>
- [28] Wang, L., Wang, X. V. (2017): Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. 1st ed. 2018. Berlin, Heidelberg: Springer
- [29] NIST (2014): National Institute of Standards and Technology. Zugriff: 03. Dezember 2019. [https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/FY2014\\_SMOPAC\\_ProgramPlan.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/FY2014_SMOPAC_ProgramPlan.pdf) S. 1
- [30] Ghobakhloo, M. (2018): The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward industry 4.0, J. Manuf. Technol. Manag.t 29 (6) 2018. S. 924
- [31] Low, C., Chen, Y., Wu, M., (2011) Understanding the determinants of cloud computing adoption, Ind. Manag. Data Syst. 111 (7) 2011 S. 1007.
- [32] Tao, F., Cheng, J., Qi, Q. et al. (2018): Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2018) 94. S. 3564
- [33] Wang, G. (2018): Nanotechnology: The New Features. Dept. of Computer Science and Engineering University of Connecticut. S. 1
- [34] Gonzalez C., (2015): What Are Human Machine Interfaces and Why Are They Becoming More Important? Machine Design. Zugriff: 11. Dezember 2019. <https://www.machinedesign.com/iot/what-are-human-machine-interfaces-and-why-are-they-becoming-more-important>
- [35] REPLY (2019): HMI Trend Research. So kommen Menschen den Maschinen näher. Zugriff: 11. Dezember 2019. <https://www.reply.com/de/topics/artificial-intelligence-and-machine-learning/human-machine-interfaces-trend-report>
- [36] Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019): An Overview on 3D Printing Technology: Technological Materials and Applications. Procedia Manufacturing, 35. S. 1ff
- [37] Kirste, M., Schürholz, M. (2019): Einleitung: Entwicklungswege zur KI. In Wittpahl, V. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz: Technologien | Anwendung |. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. S. 21
- [38] Gentsch, P. (2018). Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service: Mit AI und Bots zu einem Algorithmic Business – Konzepte, Technologien und Best Practices. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. S. 29
- [39] Michels, P. (2019): Smart Bot, Dumb Bot: How Intelligent is Your Chatbot? Zugriff: 12. Dezember 2019. <https://arctouch.com/blog/smart-bot-dumb-bot/>
- [40] Hidaka, K., Shiga, T. (2018): Forecasting Travel Demand for New Mobility Services Employing Autonomous Vehicles. Transportation Research Procedia. Volume 34. S. 139
- [41] DFKI (2019): Embedded Intelligence. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz. Zugriff: 12. Dezember 2019. <https://www.dfki.de/en/web/research/research-departments-and-groups/embedded-intelligence/>
- [42] Samsonovich, A. V. (2019): Socially Emotional Brain-Inspired Cognitive Architecture Framework for Artificial Intelligence, Cognitive Systems Research. S. 29



**Der nächste Tech Report erscheint im Juli 2020**



**Mittelstand 4.0**  
Kompetenzzentrum  
IT-Wirtschaft



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

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages