



Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
IT-Wirtschaft

Tech Report Dezember 2020

Ein komprimierter Überblick
über aktuelle und aufkommende
Technologien

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?

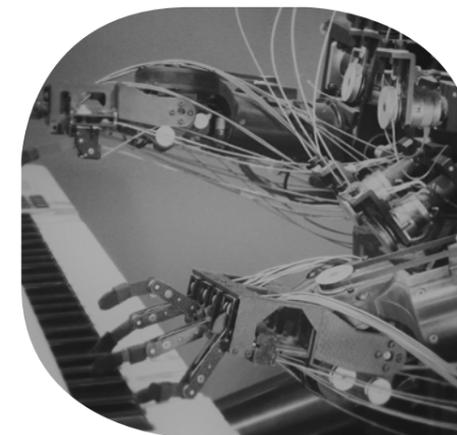
Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationen, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch 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

Impressum

Autor:
Marko Berndt
Bildnachweise:
Titel: unsplash; S.3: unsplash S.4: Marcus v. Amsberg;
S.10: SpoonTek, Yanko Design; S.14: Youtube (Argo AI),
Youtube (Mastercard); S.17: Youtube (Masaki Takeuchi),
Carlo Ratti Associati; S.19: Vimeo (wework4her), Youtube
(Digital Building Technologies); S.20: Youtube (Walmart),
Tijmen Schep; S.22: DIESEL, HLRS, Youtube (TalentWeb);
S.23: Sodar.Google, FC Arhus, NASA, Teambuilding, Go
Evo; Rückseite: FG-Inno



Dieses Werk ist lizenziert unter einer
Creative Commons Namensnennung-
Nicht kommerziell 4.0 International



Inhalt

Impressum und Kontakt	2
Das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft	4
Vorwort Tech Radar	5
Tech Report Dezember 2020	6
Wie Sie das Tech Radar lesen	6
Technologiebereiche	6
Technologische Treiber	6
Reifegrad und Handlungsempfehlung	7
Signals	8
Gesamtansicht Tech Radar IT-Wirtschaft	12
Die Technologiebereiche	14
Data Sphere	14
Connected World	16
Smart Manufacturing	18
Artificial Intelligence	20
Corona als Chance für Innovationen	22
Anhang	24
Weiterführende Informationen	24
Literatur	24

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 bewertet deren Marktnähe und Anwendungspotenziale. Die Ergebnisse werden in Form eines Tech Radars visualisiert, das Sie als digitales Scouting- und Kommunikationstool oder einfach als Inspirationsquelle 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 führte das Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft Foresightprozesse für den IT-Mittelstand und deren Anwenderbranchen durch. Die Ergebnisse finden Sie unter itwirtschaft.de/materialien.

Ansprechpartner

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



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**

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 wurden halbjährlich Tech Reports verfasst. Zur Visualisierung werden Tech Radare eingesetzt, die nicht nur als starre Grafik erscheinen, sondern dynamisch und mit interaktiven Funktionen unter radar.itwirtschaft.de aufzurufen sind. Eine englische Version des Radars (allerdings mit dem Stand vom Juli 2020) finden Sie unter en-radar.itwirtschaft.de

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

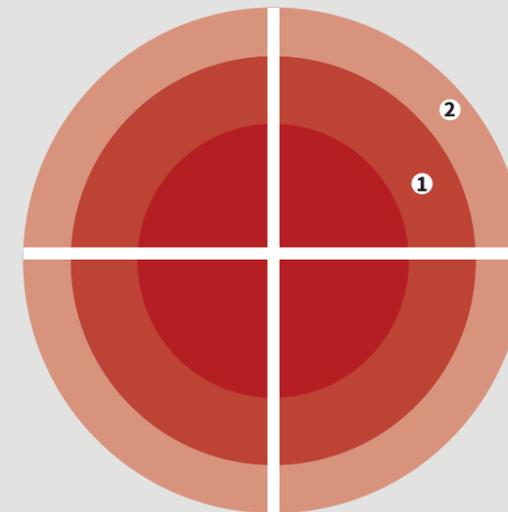
Die Zusammenstellung der Technologiebereiche teilt das Radar in vier Quadranten auf. Sie helfen, eine Grundordnung zu schaffen. Ganz trennscharf sind sie nicht. Der Inhalt der jeweiligen Bereiche kann teilweise auch anderen Quadranten zugeordnet werden.

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 Transmission

Höher, schneller, weiter scheint die Devise von Datenübertragungstechnologien zu sein: Während beispielsweise die neue 5G-Mobilfunktechnik noch nicht flächendeckend verfügbar ist [6], arbeiten Forscher/innen bereits an Technologien für die nächste Generation der drahtlosen Datenübertragung. Neben 6G werden auch in den Bereichen Bluetooth und NFC Weiterentwicklungen erforscht [7].

② 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 [8].

Bewertung und Handlungsempfehlung

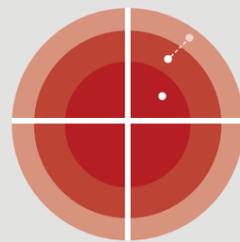
Bestimmung des Reifegrades auf Basis des Technology Readiness Levels

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.



- MARKT**
 - **Stufe 9**
Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes.
 - **Stufe 8**
Qualifiziertes System mit Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Einsatzbereich
 - **Stufe 7**
Prototyp im Einsatz
 - **Stufe 6**
Prototyp in Einsatzumgebung
 - **Stufe 5**
Versuchsaufbau in Einsatzumgebung
 - **Stufe 4**
Versuchsaufbau im Labor
 - **Stufe 3**
Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer Technologie, „Proof of Concept“
 - **Stufe 2**
Beschreibung des Technologiekonzepts und/oder der Anwendung einer Technologie
 - **Stufe 1**
Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips
- PROTOTYP**
- FORSCHUNG**

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

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 auf der rechts zwei Beispiel-Signals dargestellt.

! Spannende Signals, die direkt in Verbindung mit der Covid-19 Pandemie stehen, finden sie auf der Signal-Wall auf Seite 22!



Die neue Löffelgeneration

Unsere Zunge kann 5 Grundgeschmacksrichtungen erkennen. Wenn wir essen, werden unsere Geschmacksknospen aktiviert, und letztlich bestimmt das Gehirn unsere endgültige Wahrnehmung von Geschmack. Das Unternehmen SpoonTEK verwendet eine fortschrittliche galvanische Sensortechnologie, um die Geschmacksknospen auf der Zunge zu aktivieren und anzuregen. Das unmittelbare Ergebnis ist ein verstärktes Aroma, ein erhöhter Geschmack und ein verbesserter Nachgeschmack.



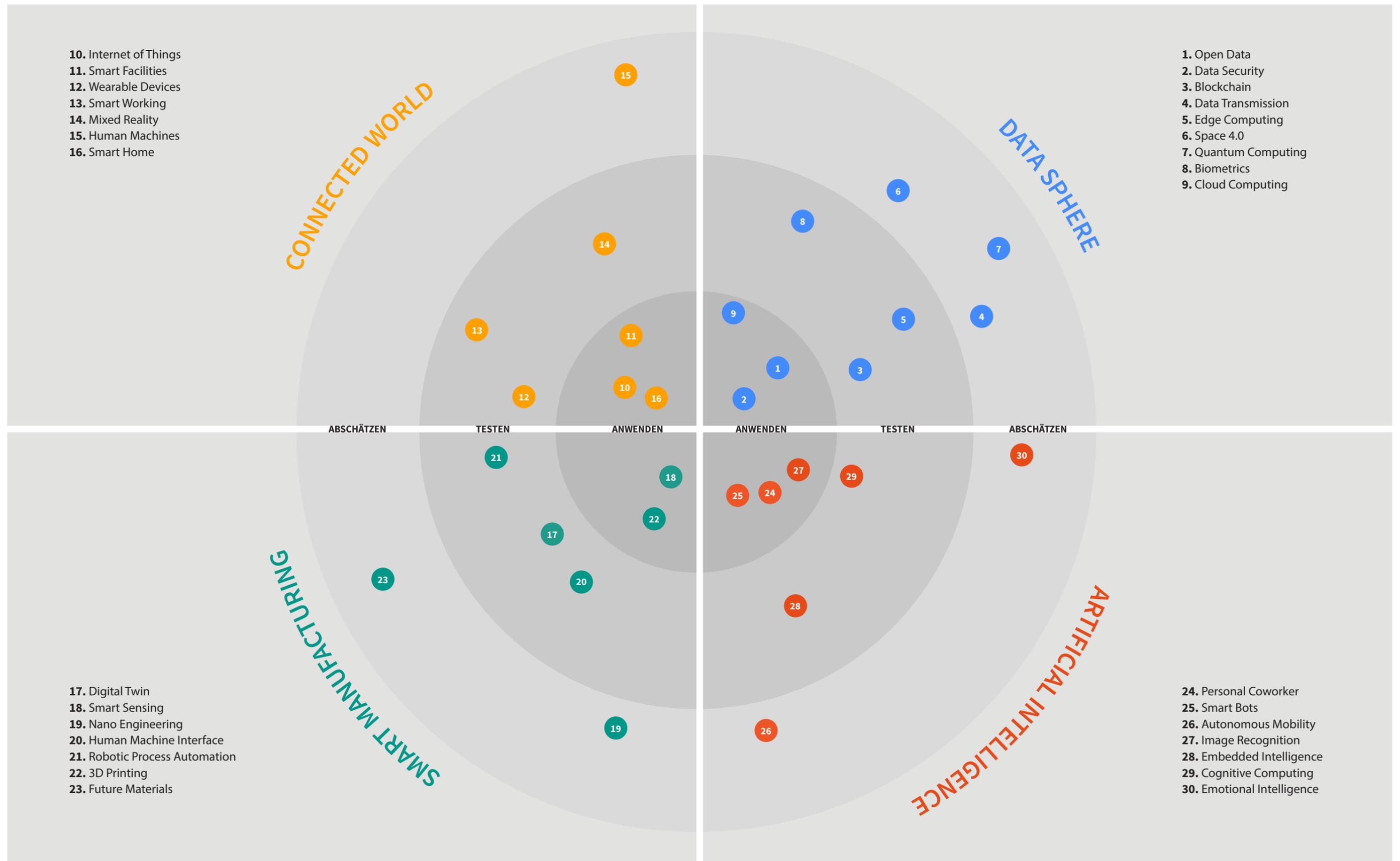
Der säubernde Smartphone-Toaster

Dieser konzeptionelle Toaster, entworfen von Lee Sungwook, macht die Desinfektion von Telefonen etwas einfacher und spielerischer. Der Toaster lädt das Telefon beim Desinfizieren auf, während es „getoastet“ wird, und Sie können es erst herausnehmen, wenn es fertig ist. Während das Konzept noch in der Entwicklung ist, verwendet er UV-Licht, um das Telefon zu desinfizieren und zu reinigen, während er es drahtlos auflädt.



**Das Tech Radar IT-Wirtschaft
(Stand Dezember 2020):**

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



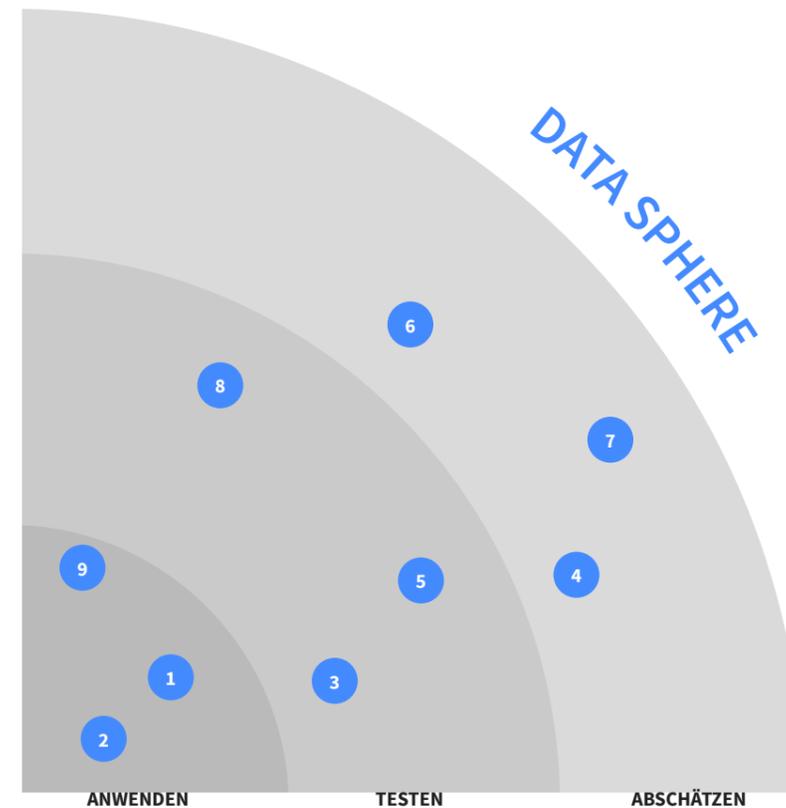
Offene HD-Karten für die autonome Mobilität

Argo AI hat ein öffentliches Repository für seine Entwicklungsdaten für selbstfahrende Autos, einschließlich hochauflösender Karten, eingerichtet. Argoverse, wie es genannt wird, enthält Datensätze und Karten, die im Rahmen von Argo AI's eigener Autonomieforschung gesammelt wurden. Sie werden unter einer nicht-kommerziellen Creative-Commons-Lizenz kostenlos veröffentlicht. Interessierte soll diese HD-Karten nutzen können, um die autonome Mobilität weiter voranzubringen.



Die biometrische Kreditkarte

Die Mastercard Biometric Card kombiniert Chip-technologie mit Fingerabdrücken, um die Identität des Karteninhabenden bei Einkäufen im Geschäft bequem und sicher zu überprüfen. Ein eingebetteter Sensor authentifiziert die Identität durch einen Fingerabdruck und kann weltweit an Bezahlgeräten verwendet werden. Die biometrischen Daten des Karteninhabenden verlassen die Karte zu keinem Zeitpunkt, da die Erfassung und der Abgleich vollständig auf der Karte erfolgen.



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

Im Jahr 2008 wurde unter einem Pseudonym ein bahnbrechender Artikel mit dem Titel Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system geschrieben. Dort 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].

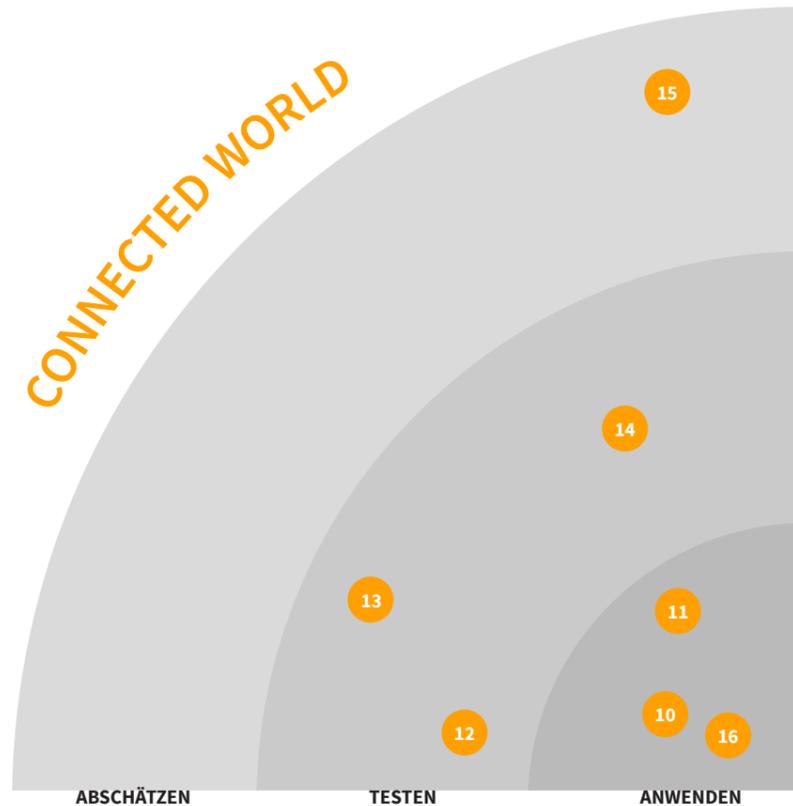
6. Space 4.0

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 Service Ebenen (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, Klima, Beleuchtung, Sicherheit und andere Systeme. Dabei werden Sensoren und Mikrochips verwendet, um Daten zu sammeln. Diese Infrastruktur hilft Eigentümer/innen, Betreiber/innen und Facility-Manager/innen, die Zuverlässigkeit und Leistung ihrer Anlagen/Gebäude zu verbessern, was den Energieverbrauch reduziert, die Raumnutzung optimiert und die Umweltbelastung durch Gebäude minimiert [24].

14. Mixed Reality

Der Begriff 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 gemeinsam erlebt werden können [25].

15. Human Machines

Elektronische Komponenten verschmelzen mit dem menschlichen Körper. Im Labor können Schaltkreise, die über die Herzen von Versuchstieren gelegt werden, die Aktivität jeder der vier Herzkammern verfolgen und Gewebe töten, das möglicherweise tödliche Arrhythmien auslöst. Ein Team hat sogar ein 3D-gedrucktes bionisches Ohr entwickelt, das in der Lage ist, Ultraschall-Blöcke aufzunehmen, die Menschen nicht hören können. Was sich anhört wie Science-Fiction ist heute schon Science-Fact, da viele Prototypen bereits in der Medizin eingesetzt werden [26]. Auch abseits der Forschungslabore gibt es immer mehr Cyborgs oder 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 „Wearable Devices“ und „Smart Working“ mit Beispiel-Signals.



Wearable schenkt Erkrankten eigene Stimme

Aktuelle Sprechhilfen sind zumeist zylinderförmige Geräte, die beim Sprechen gegen den Hals gedrückt werden müssen, was Unbehagen verursacht. Syrinx ist ein tragbares Gerät, das Ihre Stimme aus der Vergangenheit wiederherstellt. Mit dem Wearable können Menschen, die ihren Kehlkopf entfernen mussten, wieder mit ihrer früheren Stimme sprechen. Syrinx verwendet komplizierte Schwingungsmuster, die mittels KI erzeugt werden, um eine natürliche Stimme zu simulieren.



Individueller Arbeitsraum trotz Großraumbüro

Carlo Ratti renovierte ein Bürogebäude, um es in ein smartes Arbeitsumfeld zu verwandeln. Die Klimafunktionen von „Office 3.0“ - sowie die Beleuchtung - können auf individuelle Vorlieben abgestimmt werden, so dass für Mitarbeitenden eine kleine Umgebungsblase entsteht, die ihnen dann von Raum zu Raum folgen. Das System basiert auf Hunderten von WiFi-fähigen Sensoren, die Daten über die Belegung, Temperatur, Kohlendioxidkonzentration und den Status von Räumen sammeln.

! Der Tech Report zeigt an dieser Stelle nur einige Beispiele für den Quadranten „Connected World“ auf. Für weitere Informationen besuchen Sie 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 in allen Aspekten des Designs, des Baus und der Nutzung von Motoren, Maschinen und Strukturen auf der Nanoskala (zwischen 1 und 100 Nanometer) bewegt. Im Kern beschäftigt sich das Nano-Engineering mit Nanomaterialien

und wie sie zusammenwirken, um nützliche Materialien, Strukturen, Vorrichtungen und Systeme herzustellen. Nano-Engineering ist nicht gerade eine neue Wissenschaft, sondern eine Basistechnologie mit Anwendungen in den meisten Branchen von Elektronik über Energie bis hin zu Medizin und Biotechnologie [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. Dies kann so simpel und allgegenwärtig sein, wie ein Lichtschalter, das traditionelle Single-Touch-Display, das an einer Maschine montiert ist, oder so technologisch fortschrittlich wie ein Multi-Touch-fähiges Bedienfeld oder ein Brain-Interface [34]. Immer natürlichere Formen der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sind derzeit in der Entwicklung.



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 Zulieferpartner/innen, Kundinnen und Kunden [ebd., 31].

Einen Einblick in das Smart Manufacturing geben die folgenden technologischen Treiber „Robotic Process Automation“ und „3D Printing“ 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



Fertigungsroboter im Schiffscontainer
Odico verfügt über ein Roboterbausystem, das in einem Schiffscontainer zu Baustellen geschickt werden kann. „Factory on the Fly“ ist ein mobiles System, das es auch nicht spezialisierten Arbeiter/innen ermöglichen soll, Roboter vor Ort in die Herstellung von Bauteilen einzuweisen. Es soll eine Plug-and-Play-Lösung sein, die einfach und intuitiv zu bedienen ist. Über ein Standard-Tablet soll die Interaktion und Bedienung durch das vor Ort Personal ermöglicht werden.



Betonformen gießen und drucken
Forscher der ETH Zürich haben eine Maschine entwickelt, die die Abbindegeschwindigkeit des Betons steuert, um einen nahtlosen Übergang zwischen Gießen und 3D-Druck zu ermöglichen. So können Strukturen mit weniger Materialverbrauch hergestellt werden. Das System kann entweder den schnell aushärtenden Beton für weitere Strukturelemente ohne Schalung in 3D drucken oder einen flüssigeren Beton extrudieren, der in Gussteile fließen kann.

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 [35]. 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 [36]. 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 „Embedded Intelligence“ und „Emotional“ 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



Smarte Regale und Einkaufswagen

Walmart experimentiert mit der Digitalisierung seiner physischen Filialen, um sie effizienter zu verwalten, die Kosten unter Kontrolle zu halten und das Einkaufserlebnis angenehmer zu gestalten. Tausende von Kameras, die von der Decke hängen, werden in Kombination mit intelligenter Sensorik (z. B. in den Regalen) das Geschäft in Echtzeit überwachen, so dass die Mitarbeiter/innen schnell Produkte nachfüllen oder andere Probleme beheben können.



Künstler spielt mit Emotionen und erklärt KI

Von der Europäischen Union finanziert und von Tijmen Schep umgesetzt, bittet Sie die Plattform Ihre Kamera zu teilen und sagt Ihnen dann, was verschiedenen Algorithmen von Ihnen denken - Alter, Geschlecht, BMI und sogar Emotionen. Mit Hilfe kurzer Fragen und einer Analyse des Verhaltens auf der Website wird das Verhalten der Besuchenden in Beziehung zu anderen Nutzer/innen der Website gesetzt. Zusätzlich werden Informationen zum Hintergrund der Datenerfassung bereitgestellt.

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 [37]. Smart Bots, darunter vor allem Chatbots, sind weit verbreitet auf Social Media und verschiedenen Messaging Apps. Allein über 100.000 Chatbots wurden in weniger als einem Jahr innerhalb des Facebook Messengers erstellt [38].

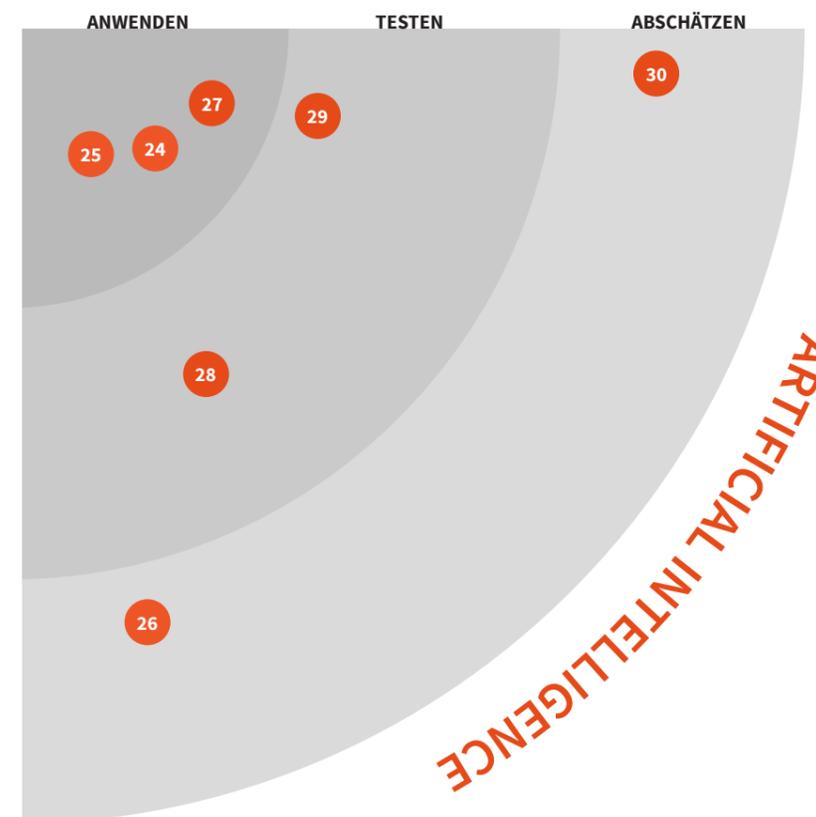
26. Autonomous Mobility

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 [39].

28. Embedded Intelligence

Große Fortschritte in der Mikroelektronik, der drahtlosen Kommunikation und der Sensorik ermöglichen heute den Einsatz intelligenter IT-Systeme und deren Vernetzung in nahezu jedem Arbeits- und Lebensbereich. 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 [40].



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

Corona als Chance für Innovationen

Innovationen als Reaktion auf Probleme

Das Leben hat sich in den letzten Monaten grundlegend geändert: Gewöhnliches und Selbstverständliches wurde schlagartig auf den Kopf gestellt. Disruption, die zumeist aus technologischen Entwicklung entsteht, wird nun von der Natur und einem Virus initiiert. Doch schnell wurde, auch auf Grund des Ausmaßes der Krise, weltweit mit Kreativität, Innovation und Anwendung von Technologien geantwortet. Eine Kurzauswahl von Signals, die in Verbindung mit der Coronakrise stehen sind hier auf einer Signal-Wall festgehalten.



Diesel startet 360-Grad-Verkaufsplattform

Bei Diesel kann die Kundschaft die Produkte in 360-Grad-Präsentationen oder in 2D-Nahaufnahmen mit Produktbeschreibungen kaufen. Alle Produkte werden im virtuellen Laden in einem individuell gestalteten Bereich der Plattform präsentiert, einschließlich der Frühjahrs- und Sommerkollektion 2021. Diesel glaubt, dass das neue Konzept des virtuellen Stores zukünftig eine Lösung für viele Modemarken sein wird, da es auch die Menge der in den Geschäften benötigten Kleidungsmuster reduziert.



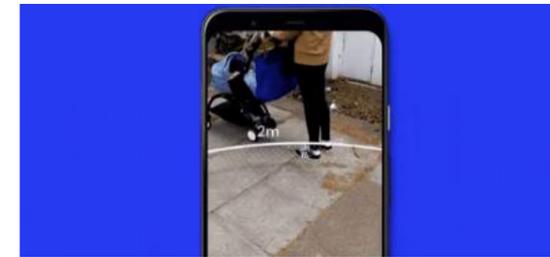
Tourismus per virtueller Realität

Dank eines digitalen Zwillings, der mit dem Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) entwickelt wurde, können Tourist/innen die historischen Kirchen Herrenbergs in virtueller Realität erkunden. Das Team entwickelte eine App, die die Bewohner/innen Herrenbergs einlädt, Feedback darüber zu geben, ob man sich an bestimmten Orten in der Stadt wohl, unsicher oder entspannt fühlt, um diese Gefühle virtuell per Emoticons darzustellen.



Lernplattform für virtuelle Vorstellungsgespräche

Da die meisten Vorstellungsgespräche aufgrund von COVID virtuell geführt und angeboten werden, bietet Talent Web Video-Interviews an, in denen man ein vorgetäushtes verhaltensorientiertes Interview üben und in Echtzeit Tipps und Ratschläge von Karriere-Coaches erhalten kann. Anschließend können die Nutzer/innen ihren Bewertungsbericht und ihr Video erhalten, um zu üben und sich zu verbessern und für das nächste Vorstellungsgespräch vorbereitet zu sein.



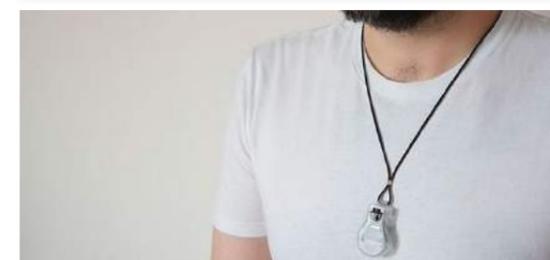
Social Distancing dank Browsertool

SODAR ist eine experimentelle Browserbasierte App von Google, die WebXR (webbasierte Mixed Reality) nutzt, um den Corona Sicherheitsabstand zwischen Menschen abzubilden. Dazu nutzt Sodar die Kamera und überlagert in der Liveansicht einen Kreis mit einem 2 Meter Radius um einen herum. Eine gesonderte App ist nicht nötig und kann direkt im Chrome-Browser auf Android Smartphones aufgerufen werden.



Dänemark beginnt die Fussballliga per Zoom

Die AGF Aarhus empfängt den Lokalrivalen Randers zur Wiedereröffnung der Saison mit einer 40 Meter langen und 3 Meter hohen Riesenleinwand, auf der die Fans per Videolink zuschauen. Die Fans haben sich für Freikarten zur Teilnahme angemeldet, wobei zwei kleinere Leinwände auch Neutrale und Auswärtsfans empfangen werden können. Das Konzept, entstand in Zusammenarbeit mit dem Videochat-Anbieter Zoom.



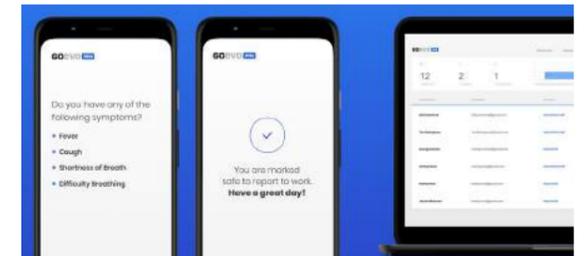
Halskette warnt vor Gesichtsberührungen

Der PULSE ist ein Anhänger, den Sie wie eine Halskette am Hals tragen können und der zu vibrieren beginnt, wenn Ihre Hand sich dem Gerät nähert. Er soll Sie daran erinnern, sich nicht ins Gesicht zu fassen. Die NASA stellt die Designanleitungen für die Herstellung des PULSE für alle kostenlos zur Verfügung.



Virtuelle Teambuilding-Aktivitäten

Das US-Amerikanische Unternehmen „Teambuilding“ bietet seiner Kundschaft eine besondere Art von Remote-Teamaktivitäten. Es sollen für die mobil arbeitenden Teams spaßige Erfahrungen sein mit dem Ziel, die Zufriedenheit, das Engagement und die Bindung der Mitarbeitende an das Unternehmen zu maximieren. Die meisten ihrer virtuellen Veranstaltungen sind 90-minütige Videoanrufe, in denen virtuelle Feuerlager oder Weihnachtsfeiern erlebt werden können.



Per App sicher zurück an den Arbeitsplatz

Go Evo (Government Evolved) startete in diesem Jahr die Personal Protective App (PPA), eine Screening-Lösung für Mitarbeiter/innen, die eine Selbsteinschätzung der COVID-Symptome ermöglichen soll. Diese App unterstützt die Angestellten bei der Entscheidung, ob sie an ihren Arbeitsplatz zurückkehren sollen, und bietet ihnen einen sofortigen Einblick in die Gesundheit und Sicherheit der Belegschaft von Unternehmen.

! Weitere Corona Innovationen finden Sie im Tech Report vom Juli 2020 unter itwirtschaft.de/materialien/downloads/

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
www.itonics.de
www.iplytics.de
www.spotfolio.com

News(letter):

www.spotfolio.com
www.cbinsights.com
www.trendwatching.com
www.eurekalert.org
www.phys.org

Weiterführende Informationen:

www.radar.itwirtschaft.de
www.itwirtschaft.de
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] 5G-Anbieter.info (2020): Karte & Übersicht zu 5G-Standorten in Deutschland + Verfügbarkeitscheck. Zugriff: 23. Juni 2020. <https://www.5g-anbieter.info/verfuegbarkeit/5g-verfuegbarkeit-testen.html>
- [7] Landgraf, M. (2019): Technologies for the sixth generation cellular network. Karlsruhe Institute of Technology. Zugriff am 09. Dezember 2019. <https://phys.org/news/2019-07-technologies-sixth-cellular-network.html>
- [8] 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
- [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] Liu, S., Tekinerdogan, B., Aoyama, M., Zhang, LJ., (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

[16] Liu, S., Tekinerdogan, B., Aoyama, M., Zhang, LJ., (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

[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 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] Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., Wang, X. (2018): All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X,Y), and Multimeditated Reality. arXiv:1804.08386 S. 1

 **Weitere Belege, Quellen und Informationen finden Sie gesammelt unter www.radar.itwirtschaft.de**

- [26] Service, R. F. (2013): The Cyborg Era Begins. Science, Vol. 340 (6137). S. 1162
- [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 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. Int J Adv Manuf Technol (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] 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
- [36] 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
- [37] Michels, P. (2019): Smart Bot, Dumb Bot: How Intelligent is Your Chatbot? Zugriff: 12. Dezember 2019. <https://arctouch.com/blog/smart-bot-dumb-bot/>
- [38] Johnson, K. (2017): Facebook Messenger hits 100,000 bots. Zugriff: 12. Dezember 2019. <https://venturebeat.com/2017/04/18/facebook-messenger-hits-100000-bots/>
- [39] Hidaka, K., Shiga, T. (2018): Forecasting Travel Demand for New Mobility Services Employing Autonomous Vehicles. Transportation Research Procedia. Volume 34. S. 139
- [40] 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/>



**Alle Tech Reports finden sie unter
itwirtschaft.de/materialien/downloads/**



Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
IT-Wirtschaft



www.itwirtschaft.de

Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages