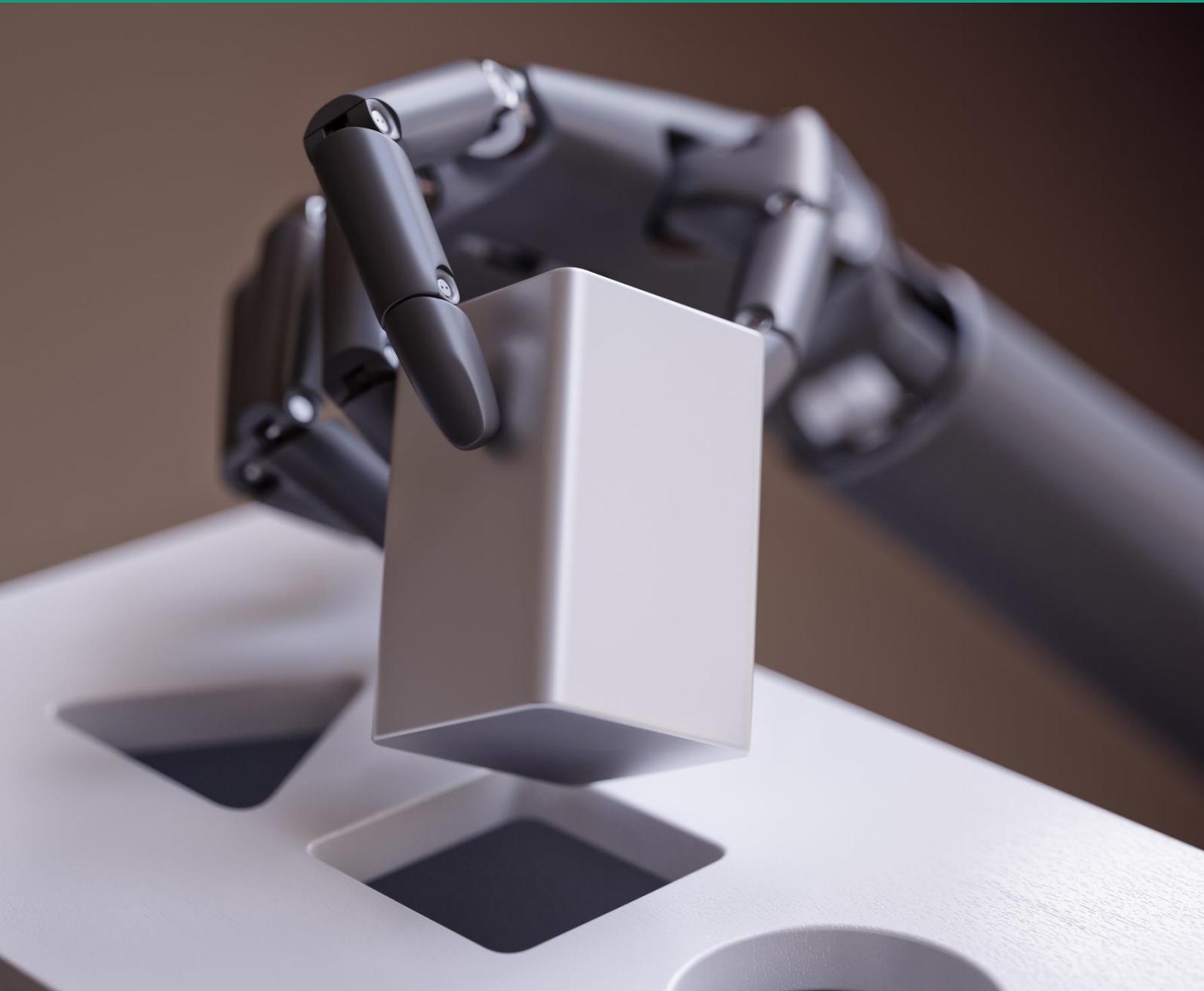


# The Advance of the Machines

Vision und Implikationen einer Machine Economy

Projektgruppe Wirtschaftsinformatik



# THE ADVANCE OF THE MACHINES

## VISION UND IMPLIKATIONEN EINER MACHINE ECONOMY

### Autoren

Prof. Dr. Nils Urbach, Tobias Albrecht, Tobias Guggenberger, Dr. Jan Jöhnk, Laurin Arnold, Julia Gebert, Dennis Jelito, Luis Lämmermann, Dr. André Schweizer – in Zusammenarbeit mit der qbound GmbH

Die Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT vereint die Forschungsbereiche Finanz- und Informationsmanagement in Augsburg und Bayreuth. Die Expertise an der Schnittstelle von Finanzmanagement, Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik sowie die Fähigkeit, methodisches Know-how auf höchstem wissenschaftlichem Niveau mit einer kunden-, ziel- und lösungsorientierten Arbeitsweise zu verbinden, sind ihre besonderen Merkmale.

Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT  
Projektgruppe Wirtschaftsinformatik  
Wittelsbacherring 10  
95444 Bayreuth

Die qbound GmbH ist ein deutsches IT-Sicherheitsunternehmen. Das Unternehmen, zählt zu den innovativsten Unternehmen in Deutschland und nutzt neuste Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse zur Entwicklung zukunfts-trächtiger IT-Sicherheitslösungen im Bereich Cloud und IoT.

qbound GmbH  
Stolzingerstr. 29  
81927 München

### Acknowledgements

Dieses White Paper wurde durch das StMWi (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie) im Rahmen des Projekts »Wissenschaftscampus E-Commerce (20-3066-08/18)« gefördert. Wir danken an dieser Stelle für die Unterstützung.

### Disclaimer

Dieses White Paper wurde vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT nach bestem Wissen und unter Einhaltung der nötigen Sorgfalt erstellt.

Fraunhofer FIT, seine gesetzlichen Vertreter und/oder Erfüllungsgehilfen übernehmen keinerlei Garantie dafür, dass die Inhalte dieses White Papers gesichert, vollständig für bestimmte Zwecke brauchbar oder in sonstiger Weise frei von Fehlern sind. Die Nutzung dieses White Papers geschieht ausschließlich auf eigene Verantwortung.

In keinem Fall haften das Fraunhofer FIT, seine gesetzlichen Vertreter und/oder Erfüllungsgehilfen für jegliche Schäden, seien sie mittelbar oder unmittelbar, die aus der Nutzung des White Papers resultieren.

### Empfohlene Zitierweise

Urbach, N., Albrecht, T., Guggenberger, T., Jöhnk, J., Arnold, L., Gebert, J., Jelito, D., Lämmermann, L., Schweizer, A. (2020) The Advance of the Machines – Vision und Implikationen einer Machine Economy. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT, Bayreuth.

Bildquellen

© www.shutterstock.de

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Technologiegrundlagen</b> .....	<b>4</b>
Internet der Dinge .....	5
Künstliche Intelligenz .....	7
Blockchain.....	10
<b>3 Technologiekonvergenz</b> .....	<b>14</b>
Bilaterale Technologiebeziehungen in der Machine Economy .....	15
Rollen der Technologien in der Machine Economy.....	19
Auswirkungen der Machine Economy im Unternehmen .....	21
<b>4 Technologieanwendung</b> .....	<b>24</b>
Retourenannahme und intelligente Lagerverwaltung.....	25
Intelligente Steuerung von wirtschaftlich autonom handelnden Windparks .....	29
Zero Trust Architektur als sichere Infrastruktur für die Machine Economy .....	30
<b>5 Handlungsfelder</b> .....	<b>32</b>
<b>Referenzen</b> .....	<b>34</b>



*Die Machine Economy  
beschreibt das  
wirtschaftlich autonome  
Handeln von Maschinen  
in Wirtschaftsprozessen*

# Vorwort

---

Die digitale Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft sorgt für eine Veränderung zahlreicher Prozesse. Immer kürzere Innovationszyklen, die zunehmend intelligentere Vernetzung sowie die daraus resultierenden enormen Informationsflüsse bedeuten einen herausfordernden Paradigmenwechsel für Unternehmen. Statt der reinen Entwicklung von Technologie stehen zukünftig vielmehr deren Koordination und intelligente Vernetzung im Fokus.

Innovative Technologien wie das Internet der Dinge, Künstliche Intelligenz und Blockchain ermöglichen neue Arten zur Gestaltung wirtschaftlicher Prozesse und Geschäftsmodelle. Maschinen übernehmen zunehmend autonome Rollen in Geschäftsprozessen und beteiligen sich direkt am Wertschöpfungsprozess. Der Begriff *Machine Economy* umfasst die vollständige Integration und Partizipation von wirtschaftlich autonom handelnden Maschinen auf Basis dieser innovativen Technologien und deren Konvergenz.

Die vorliegende Studie stellt die Chancen und Herausforderungen der zugrundeliegenden Technologiekonvergenz aus dem Internet der Dinge, Künstlicher Intelligenz und Blockchain vor. Darauf aufbauend erfolgt eine Analyse der individuellen Rollen der Akteure im ökonomischen Umfeld der Machine Economy sowie ihrer Potenziale. Daraus wird die übergreifende Vision der Machine Economy abgeleitet. Abschließend werden mögliche Anwendungsszenarien innerhalb der Machine Economy durch ausgewählte Use Cases skizziert sowie weiterführende Fragestellungen aufgezeigt.

Wir verstehen diese Studie als Anregung zu weiteren Diskussionen zur Gestaltung des Technologieeinsatzes in Unternehmen sowie der damit verbundenen Wirtschaftsprozesse. Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre und freuen uns auf gemeinsame Diskussionen sowie Ihre Fragen und Anregungen.



© Björn Seitz – kontender.Fotografie

## **Prof. Dr. Nils Urbach**

Professor für Wirtschaftsinformatik

Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT, Universität Bayreuth



# 1 Einleitung

# Einleitung

---

Wir befinden uns derzeit in einem revolutionären Wandel. Unsere Gesellschaft und Wirtschaft unterliegen im Zuge der digitalen Transformation nicht nur einer zunehmenden Technologie-durchdringung, sondern einer disruptiven Veränderung der wirtschaftlichen Grundordnung. Immer kürzere Innovationszyklen, die zunehmend intelligenter Vernetzung von Unternehmensbereichen und Technologien sowie die daraus resultierenden enormen Informationsflüsse bedeuten einen Paradigmenwechsel. Statt der reinen technologischen Entwicklung stehen zukünftig deren Koordination und intelligente Vernetzung im Fokus. Deshalb stehen Unternehmen immer öfter vor der Herausforderung, neue Wege bei der Implementierung von und der Interaktion mit digitalen Technologien zu gehen. Organisationen beginnen heute mehr denn je zu begreifen, dass die intelligente Verbindung autonom agierender Maschinen ein geschäftskritisches Handlungsfeld darstellt.

In Form von autonomen Transportfahrzeugen in der Logistik, digitalen sprachgesteuerten Assistenten im Büro oder dezentralen Smart Contracts bei Unternehmenstransaktionen durchdringen transformierende Technologien wie das Internet der Dinge (IoT), Künstliche Intelligenz (KI) und Blockchain (BC) schon heute mit beträchtlicher Geschwindigkeit unsere Arbeitswelt. Bereits zwei Drittel der Unternehmen ab einer Größe von 20 Mitarbeitern aus allen Branchen nehmen eine direkte Veränderung des Wettbewerbs durch die Digitalisierung wahr (Bitkom 2019). Diese Tatsache spiegelt sich auch in den globalen Industrieprognosen wider. So wird ein Anstieg der Anzahl vernetzter IoT-Geräte und -Systeme auf 1,25 Mrd. bis zum Jahr 2030 vorhergesagt (DBS 2018). Gleichzeitig sollen die Ausgaben für KI bereits im Jahr 2022 77,6 Mrd. USD erreichen (IDC 2018) und der BC-Markt bis 2025 ein Volumen von 25 Mrd. USD überschreiten (Global Market Insights 2019). Die bisherige Diskussion beschränkt sich bisher allerdings vornehmlich auf die isolierte Betrachtung von Technologien und die daraus resultierenden Herausforderungen und Handlungsfelder. Das gesamte ökonomische Potenzial der laufenden Entwicklung bleibt dabei jedoch verborgen. Erst die Kombination der Kerntechnologien IoT, KI und BC zu einem digitalen Ökosystem ermöglicht den Schritt in eine vernetzte, effiziente und sichere Welt (Schweizer et al. 2020).

Diese Technologiekonvergenz steht im Zentrum der Machine Economy. Ebenso wie unser bisheriges Wirtschaftsverständnis beschreibt die Machine Economy das gesamtheitliche Handeln von Wirtschaftsteilnehmern, die Güter erstellen, austauschen und konsumieren. Der entscheidende Unterschied besteht jedoch darin, dass die betrachteten Transaktionsplattformen speziell für autonome Maschinen konzipiert und auch primär von diesen genutzt werden (Simerman 2019). Per Definition umfasst der Begriff Machine Economy den beschriebenen Paradigmenwechsel auf technologischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Ebene und bietet eine entsprechende Vielzahl von Anwendungsszenarien.

Für Unternehmen sind der laufende Konvergenzprozess und seine Implikationen erfolgsentscheidend. Folgende Frage ist dabei für Zukunftsstrategien maßgeblich: Welche Chancen und Herausforderungen resultieren aus der Kombination der zentralen Technologien IoT, KI und BC und welche Anforderungen ergeben sich daraus für die einzelnen Unternehmensebenen?

Mit Blick auf diese Fragestellung soll in der vorliegenden Studie durch die Analyse der individuellen Rollen der Akteure im betrachteten ökonomischen Umfeld sowie ihrer Potenziale eine übergreifende Vision der Machine Economy aufgezeigt werden. Ausgewählte Use Cases sollen dazu Anwendungsszenarien skizzieren, auf zukünftige Entwicklungen vorbereiten und so zur Diskussion und gemeinsamen Gestaltung der Machine Economy anregen.



# 2 Technologiegrundlagen

# Technologiegrundlagen

Da die Machine Economy wesentlich durch die Konvergenz der drei Technologien IoT, KI und BC geprägt wird, werden im Folgenden die Grundlagen für die einzelnen Technologien dargestellt. Damit sollen ein umfassender Überblick und ein besseres Verständnis für die folgenden Kapitel geschaffen werden, welche die Kombination der Technologien betrachten. Zur präziseren Erläuterung der drei Technologien erfolgt deren Abgrenzung in eigenen Unterkapiteln. Hier werden zunächst die entscheidenden Begrifflichkeiten definiert und um die jeweiligen Technologieerklärungen ergänzt, bevor deren potenzielle Anwendungsfelder strukturiert aufgearbeitet werden. Abgerundet werden die Fokuskapitel der drei Kerntechnologien der Machine Economy durch das Aufzeigen von Visionen, Potenzialen und Herausforderungen in den jeweiligen Bereichen

## Das Internet der Dinge verbindet die physische und die digitale Welt

### Definition und Erläuterung

Das Internet der Dinge oder auch Internet of Things (IoT) charakterisiert die Verbindung physischer Objekte mit der digitalen Welt und das daraus entstehende Netzwerk aus intelligenten, miteinander vernetzten Objekten (Fähnle et al. 2018). Wegen des vorherrschenden breiten Verständnisses von IoT, das eine Reihe von Technologien, Kommunikationsstandards und Anwendungsmöglichkeiten vereint, ist IoT eher als Paradigma denn als Technologie zu betrachten. Wir folgen in dieser Studie der Definition von Oberländer et al. (2018), die IoT als die Verbindung von verschiedenen, mit Sensoren und Aktuatoren ausgestatteten, physischen Objekten

mit dem Internet sieht. Das IoT besteht technologisch aus verschiedenen Schichten (siehe Abbildung 1). Diese gliedern sich in Datenerfassung (Edge Layer), Datenverarbeitung (Gateway Layer), Datentransport (Internet Layer), Datenintegration (Middleware Layer) und Datenbereitstellung (Application Layer).

Intelligente Geräte (Smart Things) wie Smartphones, Saugroboter oder digitale Sprachassistenten, die durch innovative Technologien neue Funktionalitäten bereitstellen, bilden das Grundgerüst im IoT. Die Geräte beinhalten als sogenannte Randschicht (Edge Layer) Sensoren, eingebettete Systeme, RFID-Tags oder andere Sensorik verschiedener Form. Diese Hardwareelemente gewährleisten die Informationsaufnahme, -speicherung und -verarbeitung sowie Kommunikation, Steuerung und Antrieb.

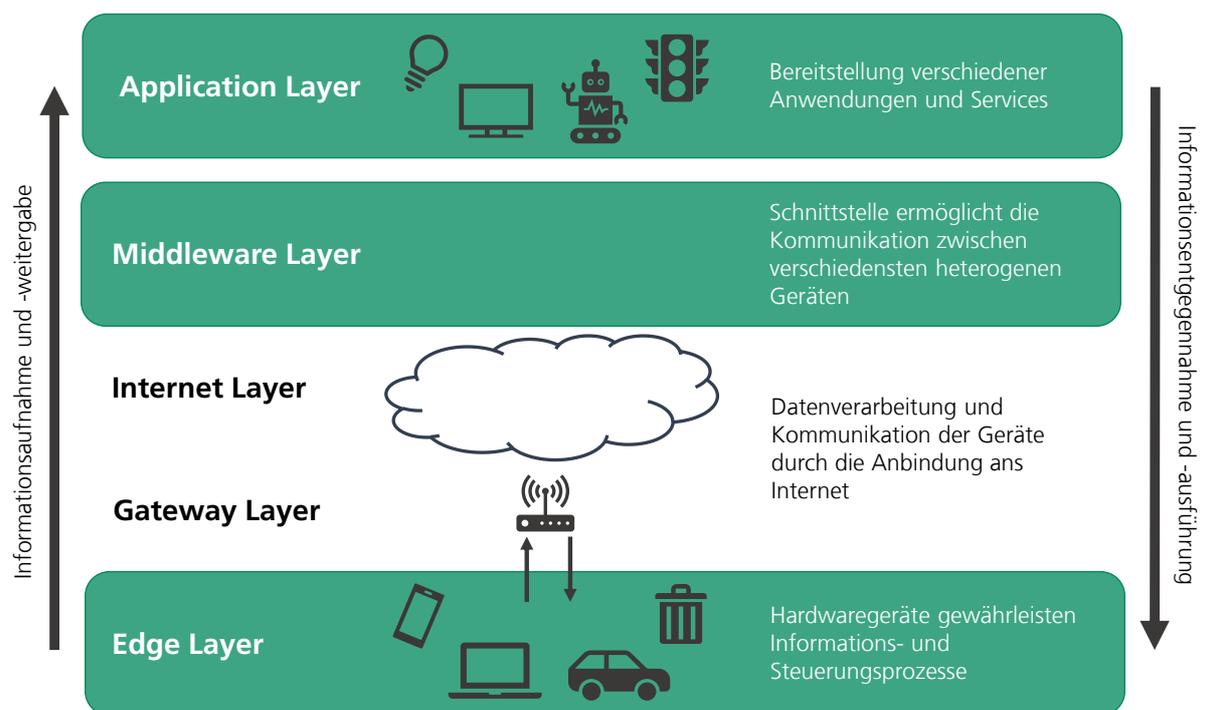


Abbildung 1: Technologische Schichten der IoT-Architektur (Bandyopadhyay und Sen 2011)

# Technologiegrundlagen

---

Die erste Stufe der Datenverarbeitung findet auf der Zugangsschicht (Gateway Layer) statt (Bandyopadhyay und Sen 2011). Hier wird die Kommunikation der Geräte untereinander durch die Anbindung an das Internet ermöglicht. Die Geräte werden smart und können Informationen wahrnehmen, miteinander kommunizieren und Prozessabläufe selbst anstoßen. Der Middleware Layer dient als Integrationsschicht und ermöglicht die Kommunikation zwischen heterogenen Geräten. Sie fungiert damit als Schnittstelle zwischen der Hardware-Schicht aus Geräten und der Anwendungsschicht. Hier werden kritische Aufgaben wie Geräte- und Informationsmanagement ausgeführt und Themen wie Datenfilterung, Datenaggregation, Zugriffskontrollen, Informationserfassung und Informationsdienste bearbeitet. Die Anwendungsschicht (Application Layer) am oberen Rand der IoT-Architektur ist für die Bereitstellung verschiedener Anwendungen und Services an die Benutzer im IoT verantwortlich. Solche Anwendungen werden von verschiedenen Branchen (Fertigung, Logistik, Einzelhandel etc.) angeboten (Bandyopadhyay und Sen 2011) und über verschiedene Geräte bereitgestellt.

## Anwendungscluster

Aufgrund dieser unterschiedlich ausgeprägten Eigenschaften von Smart Things kann dahingehend eine Einordnung von IoT-Technologien in Anwendungsfelder erfolgen. Die Nutzung von IoT ist sowohl im betrieblichen als auch im privaten Bereich vielfältig, wobei sich die Anwendungsmöglichkeiten in drei Kategorien charakterisieren: Industrie, Gesundheit und Wohlbefinden sowie Intelligente Stadtkonzepte (Borgia 2014). Diese lassen sich wiederum in weitere dazugehörige Anwendungskonzepte aufgliedern.

Im Bereich der Industrie kann zwischen drei Unterkategorien unterschieden werden. Im Kontext der industriellen Weiterverarbeitung wird das IoT beispielsweise bei der Überwachung von Industrieanlagen, für mobile Tickets oder Fahrassistenz (z.B. durch Autopilotfunktionen) eingesetzt. In der Landwirtschaft und in der Viehzucht erleichtern Ortungstechnologien für Tiere oder auch IoT-basierte Bewässerungssysteme (z.B. sensorgestützte Apps) den Arbeitsalltag. Intelligente Fabriken und Logistiksysteme gewinnen im Bereich Logistik und Management der Produktlebensdauer (z.B. durch smarte Wartungssysteme)

an Bedeutung und verhelfen zu verbessertem Lagerverwaltungsmanagement (z.B. durch Bestandsverfolgung) sowie innovativen Einkaufs- (z.B. durch Sensoren, die Engpässe melden) und Bezahlungsprozessen.

Das Anwendungsfeld Gesundheit und Wohlbefinden wird zum einen durch Themen im Bereich der medizinischen Versorgung und des Gesundheitswesens gebildet. Hier finden Technologien wie intelligente Krankenhaus- und Remote-Überwachungs-Systeme (z.B. Überwachung des Zustands von Patienten über Sensoren) Anwendung. Zum anderen bildet die Thematik der selbstständigen Lebensführung einen weiteren Bereich, der unter anderem mobile Assistenzsysteme für Senioren und Menschen mit Behinderung oder zur Nachverfolgung der persönlichen Fitness (z.B. Fitnesstracker und Smart Watches) umfasst.

Die Kategorie Intelligente Stadtkonzepte umfasst bisher den größten Anwendungsbereich. Intelligente Mobilität und Tourismus verweisen auf IoT-Anwendungen wie Verkehrsmanagement, Car- und Bikesharing (z.B. vernetzte Fahrradverleihsysteme) sowie Parksysteme, aber auch auf Abfallerfassung oder Services für Reiseleitungen. Intelligente Netze schließen beispielsweise das Energiemanagement mit Energiegewinnung, -distribution und -speicherung, nachhaltige Mobilität und Laststeuerung ein. Im Bereich intelligenter Haustechnik wird IoT zu Zwecken der Anlagenwartung, des Energiemanagements (z.B. Smarte Heizungen oder Steckdosen), der Videoüberwachung und anderer Sicherheitsanwendungen (z.B. Einbruch-Schutz) sowie für Unterhaltung und Wohnkomfort (z.B. durch eine App steuerbare smarte Kaffeemaschinen) genutzt. Aber auch für die öffentliche Sicherheit wird IoT zur Umweltüberwachung, für Radarkontrollen und die Notfallrettung eingesetzt.

## Potenziale, Herausforderungen, Vision

Dank des raschen Fortschritts der dem IoT zugrundeliegenden Technologien eröffnen sich enorme Möglichkeiten für eine Vielzahl neuer Anwendungen, die eine Verbesserung der Lebens- und Servicequalität versprechen (Xia et al. 2012). So schafft das IoT neue Perspektiven in der Organisation und Verwaltung von Wertschöpfungsnetzwerken sowie in hochflexibler Produktion, sodass Produkte beispielsweise kostengünstig individualisiert werden können.

Weiterhin wird erwartet, dass der Einsatz von Smart Devices (z.B. intelligente, tragbare Geräte, die Produktionsarbeiter in ihren Prozessen unterstützen) oder von cyberphysikalischen Systemen (z.B. Systeme intelligenter vernetzter Maschinen) in Fertigungsprozessen die Produktivität steigern wird (Fähnle et al. 2018). Darüber hinaus ermöglicht das IoT Unternehmen, ihren Kunden innovative digitale Dienstleistungen anzubieten (Anderl et al. 2015). Solche IoT-basierten Dienste werden durch intelligente Produkte ermöglicht, die komplexere Dienste als lediglich physische Güter anbieten können (z.B. das Angebot von vorausschauenden Wartungen für IoT-fähige Produkte) (Fähnle et al. 2018). Zukünftig werden intelligente Gegenstände zu weitgehend autonomen Akteuren in digitalen Wertschöpfungsnetzwerken, welche weitreichende Business-to-Thing (B2T) Interaktionen zur Folge haben. Der Kunde, der bisher für die Umsetzung solcher Services selbst zuständig war, wird dadurch entlastet (Oberländer et al. 2018).

Neben den genannten Potenzialen sind jedoch auch die Herausforderungen zu berücksichtigen, die durch die Marktdurchdringung des IoT entstehen. Aufgrund der explosionsartigen Zunahme der von IoT-Geräten erzeugten Daten werden sich Rechenzentren den Problemen in den Bereichen Sicherheit, Verbraucherschutz und Speicherverwaltung stellen müssen (Lee und Lee 2015). Zu den zentralen Herausforderungen zählen dabei zum einen die Limitationen der aktuellen Netzwerkarchitektur in Bezug auf Mobilität, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit sowie zum anderen das Management heterogener Anwendungen, Umgebungen und Geräte. Vor dem Hintergrund der Sicherheit muss ein besonderer Fokus auf die Themen IoT-Sicherheitsarchitektur, proaktive Identifizierung und Schutz des IoT vor Angriffen (z.B. DDoS-Angriffe), schädlicher Software und Missbrauch gelegt werden. Zu den Herausforderungen im Bereich Verbraucherschutz zählen insbesondere die Gewährleistung der Sicherheit personenbezogener Daten und Bewegungsdaten.

## Künstliche Intelligenz generiert neues Wissen und smarte Lösungen

### Definition und Erläuterung

Künstliche Intelligenz (KI) hält heute bereits in verschiedensten Formen Einzug in unser Privat- und Berufsleben. Entsprechend gilt KI als Technologietrend, der potenziell jeden Industriebereich und alle Unternehmensebenen maßgeblich beeinflussen kann (Panetta 2018). Für Unternehmen ist es demnach unerlässlich, den grundsätzlichen Charakter von KI in Form seiner technologischen Grundzüge sowie die Implikationen für eigene Unternehmensentscheidungen zu kennen und zu verstehen. Der Begriff KI hat sich, seit seiner erstmaligen Verwendung in der Informatik durch John McCarthy (1956), in vielen Bereichen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft als ganzheitliches Konzept etabliert und weiterentwickelt. Grundsätzlich beschreibt KI dabei die Übernahme von menschlichen Fähigkeiten und Handlungen durch Maschinen.

Zunächst stand vor allem die Konzeptionierung des menschlichen Denkens und Entscheidens als System vorprogrammierter Endergebnisse im Fokus. Das heute neu entfachte Interesse an KI beruht dagegen insbesondere auf Entwicklungen im Bereich des Machine Learning. Dieses Teilgebiet der KI beschreibt den Vorgang, wie Computersysteme aus Daten lernen und neues Wissen generieren. Dadurch können Maschinen neue Situationen erkennen, sich an unbekanntes Gegebenheiten anpassen und situativ auf Veränderungen reagieren. Im Sinne dieser neuen Möglichkeiten der KI lässt sich heute von lernfähigen Systemen zur datenbasierten Bewältigung vordefinierter Aufgabenstellungen unterschiedlicher Komplexität sprechen.

KI umfasst typischerweise drei funktionale Komponenten, die aus technologischer Perspektive Inputsignale empfangen, daraus Informationen generieren und diese abschließend zu einem Output umsetzen. Der Computerwissenschaftler Kristian Hammond (2006) greift diese Verarbeitungsbestandteile auf und kategorisiert im »Periodensystem der KI« (siehe Abbildung 2) insgesamt 28 verschiedene KI-Fähigkeiten in die Gruppen »Wahrnehmen« (z.B. Erfassen der Verkehrssituation um ein autonom fahrendes Auto in Millisekunden), »Problemlösen und Lernen«

# Technologiegrundlagen

(z.B. Berechnen der Wahrscheinlichkeit einer Kollision für die nächsten drei Fahrsekunden) und »Handeln« (z.B. Einleiten eines notwendigen Brems- oder Ausweichmanövers). Durch die Systematisierung der komplexen Zusammenhänge verschiedener KI-Fähigkeiten soll so eine Grundlage für die einfachere Beurteilung von Einsatzpotenzialen und Herausforderungen in verschiedenen Anwendungsfällen geschaffen werden (Hofmann et al. 2020).

## Anwendungscluster

Heute sorgen die exponentiell steigende Datenverfügbarkeit, stark verbesserte Rechenkapazitäten und die Weiterentwicklung von Machine Learning-Algorithmen zur Lösung immer neuer Problemstellungen für eine Vielzahl potenzieller KI-Anwendungsfälle. So erfassen die Fähigkeitskomponenten der KI inzwischen von der

medizinischen Diagnostik über virtuelle Assistenten bis hin zu autonomen Fahrzeugen das gesamte gesellschaftliche und wirtschaftliche Leben. Spezifische Anwendungsfälle lassen sich jedoch nicht durch das reine Kopieren von Use Cases anderer Unternehmen oder die beliebige Kombination von Teilbausteinen identifizieren und umsetzen. Vielmehr müssen Anwendungsfälle unter Beachtung unternehmensspezifischer Kontextfaktoren individuell analysiert und entwickelt werden. Dabei gilt es sowohl die Integration in Geschäftsprozesse als auch die Interaktion mit dem menschlichen Anwender in unternehmerische Überlegungen einzubeziehen (Alan et al. 2019).

Je nach Rolle, Umfang und Wert der KI-Integration in Systeme und Prozesse lassen sich demnach vier verschiedene Typen von KI-Lösungsansätzen identifizieren: Regelbasierte



Abbildung 2: Das Periodensystem der KI gruppiert übersichtlich 28 verschiedene KI-Funktionalitäten (Bitkom 2018, Hammond 2016)

# Technologiegrundlagen

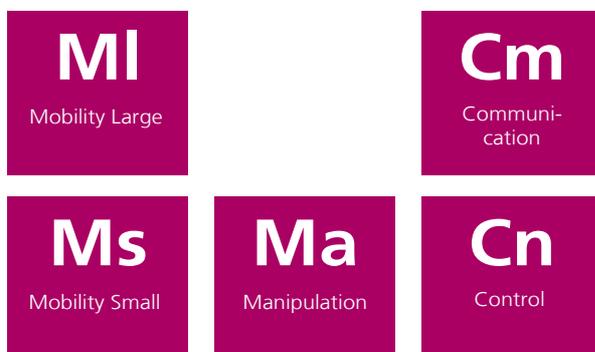
Lösungen, KI-gestützte Lösungen, KI-basierte Lösungen und vollständige KI-Lösungen (Hofmann et al. 2020). Diese Klassifizierung können Unternehmen nutzen, um die Entwicklung von Anwendungsfällen in Abhängigkeit von Fallcharakteristiken zu steuern. Regelbasierte Lösungen besitzen keine KI-Komponente im klassischen Sinne, sondern setzen auf vordefinierte Programmierung. Deshalb eignen sie sich insbesondere für die Automatisierung standardisierter Projektaufgaben durch einfache Workflow-Integration (z.B. Prozessautomatisierung durch Robotik). KI-fähige Lösungen nutzen KI zur Unterstützung von Ein- und Ausgabeschnittstellen wie Spracheingabe auf Basis von Natural Language Processing (z.B. Chatbots). KI-basierte Lösungen setzen auf KI, um die Bearbeitung von Kernaufgaben zu unterstützen und schaffen somit neues Wissen (z.B. Budgetschätzung oder Risikomanagementberatung). Vollständige KI-

Lösungen implementieren KI sowohl für Input- und Output-Prozesse als auch zur Aufgabenverarbeitung und können auch aus einer Gruppierung von Einzellösungen bestehen (z.B. Chatbots zur Kommunikation KI-basierter Budgetschätzungen).

KI ist generell als Werkzeug zu verstehen, das die Problemlösungskompetenz des Menschen in einem breiten Spektrum von Fragestellungen unterstützen und verbessern kann (Dellermann et al. 2019). Je nach Ausprägung der Mensch-Maschine-Interaktion, lassen sich verschiedene Anwendungskategorien bilden: KI als unterstützende, KI als erweiterte und KI als autonome Intelligenz. KI als unterstützende Intelligenz umfasst jene Art von Automatisierung, bei der KI den Menschen assistiert, Aufgaben schneller oder besser zu erledigen ohne sich auf die menschlichen Entscheidungsrechte auszuwirken (z.B. Fertigungsaufgaben, die Optimierung von Lagerlogistikprozessen oder administrative Aufgaben wie die Besprechungsprotokollierung). Es wird in diesem Zusammenhang von KI-basierten digitalen Assistenten gesprochen (Russel und Norvig 2010). KI als erweiterte Intelligenz erlaubt, die Breite und Tiefe der Interaktion von Mensch und Maschine durch eine wechselseitige Lernbeziehung und geteilte Entscheidungskompetenz neu zu definieren. KI als autonome Intelligenz gilt heute als nächstes visionäres Level in der Wissenschaft auf dem Weg zu einer »allgemeinen künstlichen Intelligenz«, die jede menschliche intellektuelle Aufgabe vollständig und autonom ausführen kann. Für diesen Schritt, von auf konkrete Anwendungsprobleme fokussierten Systemen ohne tieferes Verständnis für die Problemlösung hin zu einer flexiblen und selbstgetriebenen starken KI, gilt heute allerdings ein Zeithorizont von mehreren Jahrzehnten als realistisch.

## Potenziale, Herausforderungen, Vision

In seinen beschriebenen Ausprägungsformen bietet KI für Unternehmen zum einen das Potenzial, in bestehenden Prozessen Effizienzsteigerungen zu erzielen. Zum anderen erschließt KI durch die Fähigkeit, auch in komplexen Problemfeldern mit vorgegebener Verfahrensweise geeignete Lösungen zu identifizieren, komplett neue Aufgabenbereiche (Brynjolfsson und McAfee 2017). Während Mitarbeiter durch die Übernahme von Routineaufgaben durch intelligente Maschinen entlastet werden, besteht in



# Technologiegrundlagen

---

neu geschaffenen Tätigkeitsfeldern besonders hoher Bedarf an KI-Kompetenz, um konzeptionelle, strategische und kontrollierende Funktionen ausfüllen zu können. Diese Verschiebung hat tiefgreifende Veränderungen der Arbeitswelt zur Folge. Auf die daraus resultierenden Chancen und Herausforderungen gilt es sich aus Unternehmensperspektive durch zusätzliche Expertise im Umgang mit KI vorzubereiten. Um KI-Potenziale bestmöglich ausschöpfen zu können, sind sowohl Aufgaben technologischer Natur bei der Integration als auch auf der Ebene der Mensch-Maschine-Interaktion im Unternehmen zu meistern (Rzepka und Berger 2018).

Daten bilden das Fundament für KI. Entsprechend ergeben sich insbesondere in diesem Bereich zentrale Herausforderungen für die erfolgreiche Nutzung von KI. Enorme Rechenleistung und immer komplexere Modelle sind für die Informationsgewinnung nötig. Datenqualität, Datensicherheit und Datenschutz müssen gewährleistet werden. Ethische Bedenken und Zweifel bezüglich der Fehlbarkeit und der Anfälligkeit für den Missbrauch von KI müssen ernst genommen werden. Vertrauen in die KI-gestützte Entscheidungsfindung muss geschaffen werden (Dwivedi et al. 2019). Kurzum: Auf allen Unternehmensebenen braucht es KI-Spezialisten, damit die Transformation zum digitalen und intelligenten Unternehmen gelingt. KI-Kompetenz wird somit zunehmend zu einem gewichtigen Faktor für die Industrie und entscheidend für den Erfolg von Unternehmen in unterschiedlichsten Branchen (Esser und Sallaba 2019).

## Blockchain ermöglicht ein neues Paradigma für digitale Transaktionen

### Definition und Erläuterung

In den letzten Jahren ist das globale Interesse an der Blockchain (BC) erheblich gestiegen, nachdem verschiedene Fachleute und Forscher ihr enormes Potenzial bei der Optimierung von Geschäftsprozessen erkannt haben (Arnold et al. 2019; Wright und Filippi 2015). Während die Technologie allgemein als das Grundgerüst von Bitcoin bekannt ist, gehen viele Anwendungen weit über die ursprüngliche Nutzung als Kryptowährung hinaus (Crosby et al. 2016; Schütte et al. 2017).

Die BC kann als eine dezentrale Transaktions- und Datenverwaltungstechnologie beschrieben werden (Yli-Huumo et al. 2016), welche den Datenaustausch zwischen zahlreichen Teilnehmern über ein Netzwerk ermöglicht (Xu et al. 2017). Transaktionen werden in Blöcke gruppiert, diese kryptografisch miteinander verbunden und chronologisch sortiert – daher der Name BC (engl. für Blockkette).

Ein Konsensalgorithmus, welcher auf allen Netzknoten der Teilnehmer läuft, garantiert die Richtigkeit und Reihenfolge der Transaktionen. Eine Vielzahl dieser Algorithmen ermöglicht die Optimierung für unterschiedliche Anwendungsfälle wie Sicherheit, Latenz, Energieverbrauch oder den Einsatz in einem Unternehmensumfeld.

Die BC-Technologie kann auf unterschiedlichste Weise verwendet werden. Anwendungspotenziale reichen von neuen Möglichkeiten verteilter Softwarearchitekturen bis zum Einsatz von Tokens. Deren Nutzung erstreckt sich wiederum von verteilten virtuellen Währungen (Kryptowährungen genannt) über die Darstellung von Vermögenswerten bis hin zur digitalen Rechteverwaltung auf der BC (Conley 2017; Schweizer et al. 2017). Zusammengefasst weisen BC-Implementierungen die in Abbildung 3 aufgeführten Charakteristika auf (Schlatt et al. 2016).

### Anwendungscluster

Seit der Einführung der Technologie im Jahr 2008 durch Satoshi Nakamoto, durchlief diese eine dreistufige Entwicklung: BC 1.0, 2.0 und 3.0. Diese Aufteilung veranschaulicht jene

# Technologiegrundlagen

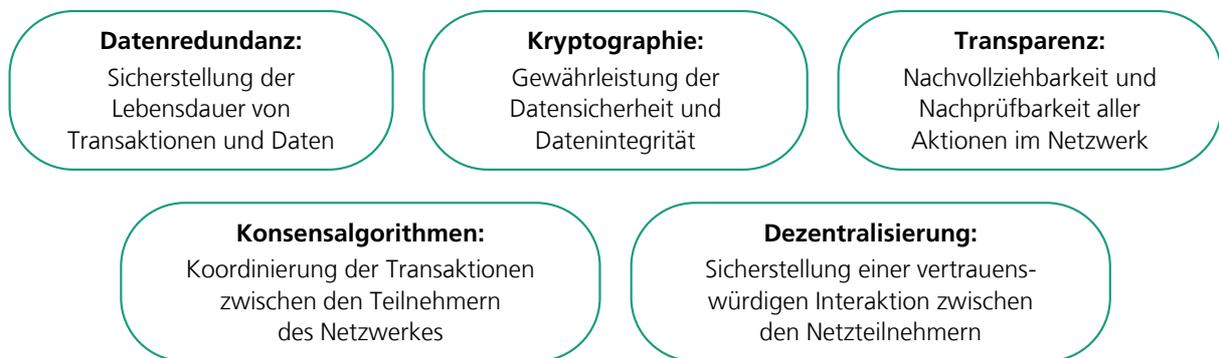


Abbildung 3: Charakteristika von Blockchain-Implementierungen

Entwicklung der BC-Technologie als Zahlungsmittel (1.0), der Implementierung von Programmen auf der BC (2.0, sogenannte Smart Contracts) und der Adressierung von Problemen konventioneller BC-Implementierungen, allen voran der Skalierbarkeit, Interoperabilität und Nachhaltigkeit (3.0). Im Laufe der Zeit haben sich hieraus eine Reihe verschiedene Anwendungscluster ergeben (Arnold et al. 2019). Ein öffentliches Interesse an der ersten Generation der BC entstand erst mit der Veröffentlichung von Bitcoin, wodurch deren Rolle als Grundgerüst für Kryptowährungen bekannt wurde. Da zum ersten Mal verteilte Netzwerke, kryptografische Algorithmen wie Hashfunktionen und asymmetrische Kryptografie in einem gemeinsamen Kontext verwendet wurden, gelang ein Durchbruch in der Informatik. Die Technologie löste als Erste das Problem des Double Spending, indem sie eindeutige digitale Repräsentationen ermöglicht, wodurch zweimalige Verwendung eines Coins oder Tokens effizient in einem dezentralen System verhindert wird (Kopfstein 2013). Hiermit wurde der Grundstein für die BC als ein dezentrales Zahlungssystem gelegt.

Die zweite Generation der BC entstand 2013 durch die Einführung von Ethereum und ging weit über die Ausführung von Finanztransaktionen hinaus. Ethereum implementiert eine integrierte, universell programmierbare Sprache namens Solidity, welche eine universelle Programmierinfrastruktur bietet. Dank dieser Infrastruktur werden Smart Contracts ermöglicht, deren Konzept bereits 1994 von Nick Szabo vorgestellt wurde und ein computerbasiertes Transaktionsprotokoll zur Ausführung von Programmcode auf der BC beschreibt. Obwohl nicht alle Smart Contracts Verträge in der

eigentlichen Form des Vertragsrechts sind, ermöglichen sie eine erhebliche Automatisierung der Prozesse, da gegenseitig misstrauische Vertragspartner auf die Fälschungssicherheit der BC vertrauen können (Lauslahti et al. 2017). Auf Basis dieser Smart Contracts ist die Abbildung fast jeglicher Geschäftslogik möglich. Diese reichen vom einfachen Abspeichern von Prozessinformationen, beispielsweise im Supply Chain Management, bis hin zur Repräsentation ganzer Unternehmen in Form von dezentralen selbststeuernden Organisationen (Schlatt et al. 2016).

Die dritte Generation der BC geht über Transaktionen und Smart Contracts hinaus und fokussiert sich hauptsächlich auf drei Anforderungen: Skalierbarkeit, Interoperabilität und Nachhaltigkeit. Bezogen auf Kryptowährungen ergeben sich hinsichtlich der Skalierbarkeit drei Herausforderungen: Transaktionen pro Sekunde, das Netzwerk und das Datenvolumen. Diese Herausforderungen sind miteinander verknüpft, denn je mehr Personen dem Netzwerk beitreten, desto mehr Datenverkehr fällt an und desto mehr Transaktionen pro Sekunde müssen verarbeitet werden. Interoperabilität beschreibt die Fähigkeit unterschiedlicher Systeme, möglichst nahtlos zusammenzuarbeiten. Dabei gibt es nicht die eine BC, sondern es existieren bereits einige Netzwerke wie Bitcoin, Ethereum, Ripple oder Litecoin. Jedes dieser Systeme hat seine eigene Anwendungslogik und Regeln. Derzeit ist es für jedes Netzwerk noch schwierig, mit einem anderen zu kommunizieren. Aus diesem Grund müssen Standards entwickelt werden, welche diese unterschiedlichen Technologien und Netzwerke ohne eine dritte Partei miteinander verbinden. Nachhaltigkeit beschreibt die Fähigkeit einer bereits implementierten BC sich dynamisch an Technologieentwicklungen und

# Technologiegrundlagen

---

Anwendungsfälle anzupassen, statt statisch auf Veränderungen zu reagieren. Mit der Umsetzung dieser Anforderungen sollen zukünftig weitreichende BC-basierte Ökosysteme aufgebaut werden. Die Anwendungsszenarien bauen nahtlos auf den Ideen der BC 2.0 auf, erlauben jedoch eine nachhaltige Verwendung jenseits der zuvor genannten Limitationen.

## **Potenziale, Herausforderungen und Vision**

Der Anforderung, viele Mikrotransaktionen, beispielsweise im IoT-Kontext, zeitnah auszuführen, werden BCs der ersten und zweiten Generation in der Regel nicht gerecht. Langfristig werden zwar die Eigenschaften einer BC der dritten Generation angestrebt, aktuelle Lösungsansätze befinden sich jedoch noch in der Konzeptionierungs- oder zumindest noch in der frühen Testphase. Um jedoch eine nachhaltige Infrastruktur für eine Vielzahl an Anwendungen aufzubauen, bedarf es noch einiger Entwicklungsarbeit und der Suche nach neuen Technologien. Denn obwohl die BC den Oberbegriff der Distributed-Ledger-Technologie erst geprägt hat, existieren mittlerweile zahlreiche Projekte, welche nicht alle Eigenschaften einer BC erfüllen, aber dem Grundgedanken eines verteilten Kontobuchs folgen. So werden Merkmale wie die verketteten Blöcke von neuen Konzepten ersetzt, um unterschiedliche Limitierungen der BC zu umgehen. Beispielsweise implementieren der Tangle von IOTA oder Swirlds Hashgraph einen gerichteten, azyklischen Graphen, um die Begrenzungen der BC hinsichtlich Skalierbarkeit und Mikrotransaktionen für (IoT-) Anwendungen aufzulockern (Bashir 2017). Die zielgerichtete Identifikation und Entwicklung von zukunftssträchtigen BC-Anwendungsfällen erfordert daher ein ganzheitliches Vorgehensmodell (Fridgen et al. 2018).



*Das Internet der Dinge,  
Künstliche Intelligenz und  
Blockchain-Technologien  
bilden das technologische Fundament  
der Machine Economy*



# 3 Technologiekonvergenz

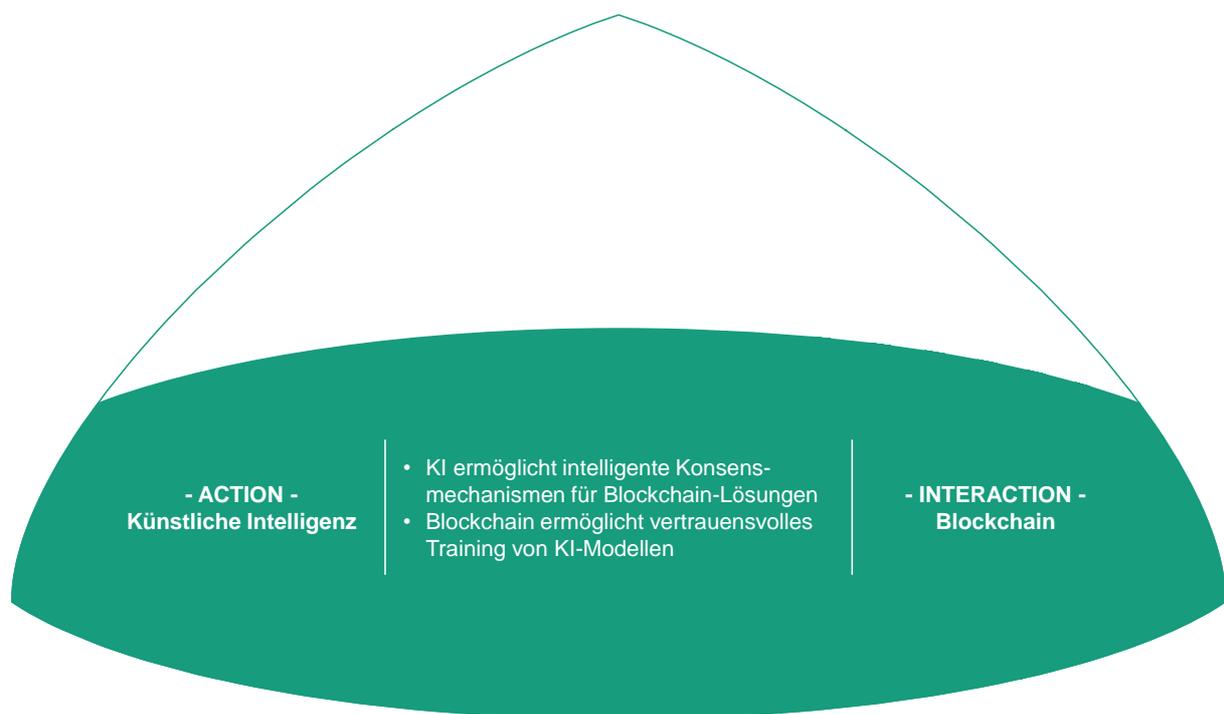
# Technologiekonvergenz

Aufbauend auf den individuellen Erläuterungen der drei Einzeltechnologien wird nun deren Zusammenspiel betrachtet. Dabei werden im Rahmen der übergreifenden Vision der Machine Economy zunächst die bilateralen Technologiebeziehungen dargelegt. Im Anschluss wird die Konvergenz der drei Technologien IoT, KI und BC als Trias der Machine Economy aufgezeigt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden daraufhin die Rollen und Anforderungen der einzelnen Kerntechnologien in der Machine Economy abgeleitet.

## Bilaterale Technologiebeziehungen in der Machine Economy

Hinsichtlich der Zweierkombinationen der jeweiligen Technologien konnte sowohl in der Forschung als auch in der Praxis bereits umfassend dargelegt werden, dass durch die Kombination der Technologien völlig neue Anwendungsfälle entstehen, welche durch Einzeltechnologien jeweils nicht realisierbar sind. Die explizite Analyse jeder bilateralen Beziehung erlaubt eine Abbildung der abstrakten Nutzenvorteile der einzelnen Technologien, wodurch das grundlegende Verständnis für eine Machine Economy geschaffen wird, in der IoT, KI und BC symbiotisch wirken.

### Künstliche Intelligenz – Blockchain



Bei der Betrachtung der Kombination aus KI und BC ist anzumerken, dass beide Technologien die Ergänzung der jeweils anderen ermöglichen. KI kann vor allem dabei helfen, Konsensmechanismen traditioneller BC-Systeme zu verbessern. Durch die Analyse von Transaktionen können Fehlverhalten und Betrug schneller erkannt werden. Ein KI-gestützter Konsensmechanismus könnte nicht nur eine formale Prüfung von neuen Transaktionen vornehmen, sondern auch eine inhaltliche Validierung erlauben. Diese

Fähigkeit kann auch bei der Erstellung neuer Smart Contracts helfen. Bereits kleine Fehler in solch einem Programmcode können zu schwerwiegenden Konsequenzen führen. Im Programmcode von The DAO, einer auf der BC existierenden Organisation, hat beispielsweise ein unerkannter Bug dazu geführt, dass Unbekannte Ether (die Währung der Ethereum-BC) im Wert von 50 Mio. US Dollar stehlen konnten. Speziell trainierte KIs könnten dabei helfen, komplexe Smart Contracts auf solche Fehler zu

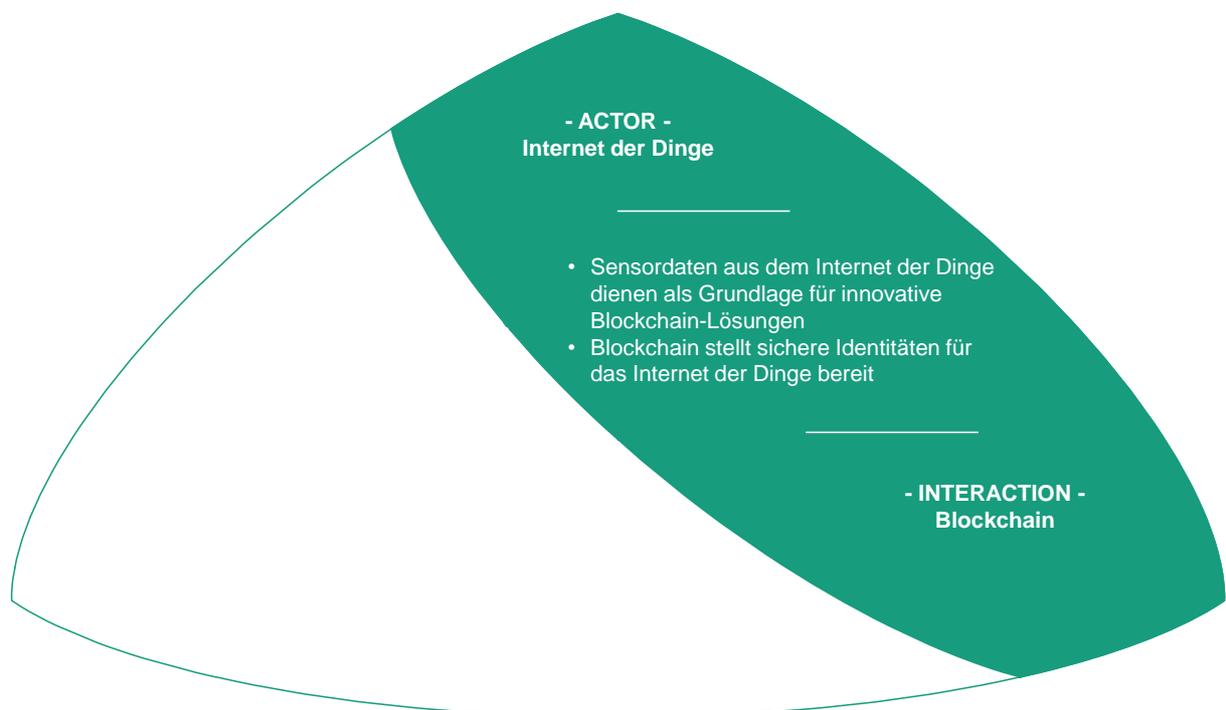
# Technologiekonvergenz

untersuchen oder sogar von vornherein sichere Smart Contracts zu programmieren.

KI kann im Gegenzug von der BC-Technologie durch dezentrale Abrechnung von Trainingsprozessen profitieren. Das Trainieren einer KI ist sehr rechenaufwendig und zeitintensiv. Ungenutzte Geräte wie Roboter und Maschinen können jedoch Rechenkapazität zur Verfügung stellen, wenn sie nicht ausgelastet sind. BC kann hier zur Koordination und automatischen Entlohnung eingesetzt werden. An den vorher genannten Punkt anknüpfend, ist auch die Vision einer vollständig dezentralen KI vorstellbar. Derzeit ist das Potenzial von KI noch durch lokale Rechenleistungen beschränkt. Es wäre jedoch ein globales Netzwerk mit theoretisch unbeschränkter Rechenleistung denkbar. Die Fähigkeit einer KI könnte so von verschiedenen Akteuren bei Bedarf als »KI-as-a-Service« gemietet und verbrauchsgerecht über BC bezahlt

werden. In Verbindung mit Smart Contracts wäre so ein hoher Grad an Automatisierung und Komplexitätsbewältigung möglich.

## Blockchain – Internet der Dinge



Die Kombination von BC und IoT verspricht ebenso weitreichende Potenziale. Beispielsweise kann die BC durch ein hochverfügbares, kryptographisches Public-Key-Infrastructure-System in der IoT für sichere Identitäten sorgen. Damit wird ein Single Point-of-Failure eines Systems oder zentraler Entscheidungsträger vermieden.

Denn im IoT gewährleisten Identitäten die Adressierung des richtigen Geräts in der gemeinsamen Kommunikation. Die BC erlaubt hier Mechanismen für eine sichere Zugangskontrolle via dezentraler und hochverfügbarer Zugriffsrechte.

# Technologiekonvergenz

---

Allgemein wäre durch BC auch das Wiederherstellen von Datensouveränität und Datenschutz im Zusammenhang mit KI möglich. Derzeit wird KI in der Praxis oft durch Daten von Privatpersonen trainiert, welche dafür weder entlohnt werden noch sich dessen überhaupt bewusst sind. BC ermöglicht in diesem Fall die Kontrolle, selektive Freigabe, Vergütung und Nachvollziehbarkeit der Datennutzung. Damit bleibt die Datenhoheit bei den Privatpersonen. Auch im Unternehmensbereich wird so das einmalige Anlernen von KI ermöglicht, ohne dass die Daten das Unternehmen verlassen müssen (z. B. Anpassung von Gewichtungen in neuronalen Netzen). Eine weitere Ergänzung in der betrachteten Beziehung ist die Anwendung von BC zur Protokollierung von KI-Entscheidungen. Diese sind häufig zu komplex und so für Menschen nicht mehr nachvollziehbar. BC eignet sich in diesem Kontext zur fälschungssicheren Protokollierung im Falle von Unfällen an denen KI beteiligt ist.

Identitäten können so auch Reputation erlangen, wodurch sie sich als vertrauenswürdige Geräte ausweisen können. Auch die allgemeine Sicherheit von IoT-Devices kann durch BC-Technologien verbessert werden. Mit Hilfe von Device Firmware Hashing wird der Hash der Firmware auf der BC gespeichert. Im nächsten Schritt gleicht das IoT-Gerät die erhaltene Firmware mit dem Eintrag auf der BC ab. Wenn der Wert der BC gleich dem der erhaltenen Firmware ist, erfolgt ein Update. Wenn die Werte ungleich sind, wird ein Update verweigert und damit die Verwendung einer manipulierten Firmware verhindert. Die ergänzende Kombination von IoT und BC ist auch in Form von BC-basierten Marktplätzen (z.B. IOTA Marketplace) von Nutzen. Hier werden Mikrotransaktionen abgewickelt, um die Bereitstellung von Sensordaten zu vergüten. Bei diesem Vorgang fragt Device A Daten an, woraufhin Device B die Daten freigibt. Danach erfolgt eine Zahlung von Device A an Device B. Solch ein Szenario ist dann gegeben, wenn eine Maschine von gewissen Daten profitiert, diese aber nicht selbst erheben oder verarbeiten kann. Bei zunehmender Anzahl an Geräten und ggf. eintretender Ressourcenknappheit erlaubt ein solches Vorgehen ökonomisches Kalkül und damit eine optimale Allokation der Ressourcen.

Darüber hinaus kann nicht nur IoT von den Eigenschaften der BC profitieren. Auch viele BC-spezifische Anwendungsfälle sind zwangsläufig

auf die Bereitstellung von Sensordaten angewiesen. Hierbei wird auch von sogenannten Oracles gesprochen. Diese Oracles haben die Aufgabe, Informationen über die Echtwelt für die BC bereitzustellen. Beispielsweise erlaubt es die BC, Zahlungen automatisch auf Basis von Wetterereignissen auszuführen, wozu es jedoch verlässliche Temperaturdaten braucht. Maschinen mit den entsprechenden Sensoren könnten diese Informationen aufzeichnen und der BC zur Verfügung stellen. Um eine sichere Abbildung der Realität zu gewährleisten, ist hier vor allem eine Vielzahl an Oracles notwendig. Da einzelne Geräte manipuliert werden könnten, bedarf es vor allem einem Netz aus möglichst vielen Sensoren, welche sich anschließend auf einen bestimmten Wert einigen. Die große Zahl an IoT-Geräten könnten genau solch ein Netz bereitstellen.

# Technologiekonvergenz

## Internet der Dinge – Künstliche Intelligenz



Weltweit nutzen Unternehmen zunehmend das IoT, um neue Netzwerke von Produkten und Dienstleistungen zu schaffen und innovative Geschäftsmöglichkeiten zu eröffnen. Um das daraus resultierende Potenzial voll auszuschöpfen, ist intelligentes Verhalten in Form von fundierten Entscheidungen innerhalb dieser Netzwerke nötig. Durch die Kombination mit KI entstehen so digitale Ökosysteme, deren Wert den der einzelnen Technologiestränge deutlich übersteigt. Daten sind die Währung der digitalen Wirtschaft und als solche auch die zentrale Komponente in der Verknüpfung von IoT und KI.

Exponentielles Wachstum des Datenvolumens wird durch IoT ausgelöst und weiter aufrechterhalten. Diese Flut an Daten bietet allerdings nur dann einen Mehrwert, wenn daraus Informationen generiert und diese umsetzbar gemacht werden können. An diesem Punkt kommt KI als Provider von Kontext und Bedeutung ins Spiel, der eine vernetzte Intelligenz erst ermöglicht. Dabei basiert diese smarte Vernetzung sowohl auf Echtzeit-Austausch als auch auf Informationsbereitstellung durch Analysen über einen längeren Zeitraum hinweg.

KI erweitert den Handlungsspielraum von IoT-Anwendungen durch die Beantwortung der Fragestellungen »Was wird passieren?« (Predictive Analytics), »Was sollen wir tun?« (Prescriptive Analytics) sowie »Welche Veränderungen stehen an und welche Anpassungen sollen wir vornehmen?« (Adaptive / Continuous Analytics). Gleichsam profitiert auch KI vom IoT. So ist die Fähigkeit des IoT, Echtzeit-Feedback zu generieren, für adaptive Lernsysteme von entscheidender Bedeutung.

Die Kombination von IoT und KI durch die kluge Nutzung ihrer Interdependenzen verändert damit potenziell ganze Branchen sowie die Beziehungen, die Unternehmen zu ihren Kunden haben. Unabhängig davon, ob ein Unternehmen IoT und KI verwendet, um Kunden zu gewinnen, Gesprächspartner für Kunden zu implementieren, Benutzererfahrungen anzupassen, Analysen zu erhalten oder die Produktivität zu optimieren, schafft der Einsatz von IoT und KI neue Dynamiken im Unternehmen. Es wird ein Einblick in jedes Datenelement aus internen und externen Beziehungen bis hin zur Auswertung von Geschäftsprozessen ermöglicht. Der Raum für Erkenntnisgewinne erstreckt sich von den tatsächlichen Abläufen zwischen Fertigung und

# Technologiekonvergenz

---

Vertrieb bis hin zu dem, was Kunden effektiv bewegt und wie Mitarbeiter, Lieferanten und Partner in den verschiedenen Bereichen des gesamten Ökosystems interagieren. Anstatt Geschäftsprozesse nur softwaregestützt zu modellieren, geben IoT-Geräte Systemen eine direkte Schnittstelle zur realen Welt. Überall dort, wo Sensoren oder Geräte zum Messen, Interagieren oder Analysieren platziert werden, kann ein IoT-Gerät durch die Kombination mit KI-Systemen mit einem erheblichen Mehrwert ausgestattet werden (Schmelzer 2019). Frühzeitigen Anwendern und Innovatoren verspricht diese Konstellation enorme Vorteile in Form von niedrigeren Kosten, besseren Kundenerfahrungen und einem Vorsprung bei der Erschließung neuer Geschäftsmöglichkeiten (PwC 2017).

## Rollen der Technologien in der Machine Economy

Die Realisierung der beschriebenen bilateralen Technologiebeziehungen verspricht bereits einen erheblichen ökonomischen Mehrwert für Unternehmen. Erst die Kombination aller drei identifizierten Kerntechnologien zu einem digitalen Ökosystem setzt jedoch das komplette Potenzial autonom agierender Maschinen am Markt frei. In der Machine Economy stehen das Zusammenspiel der Einzeltechnologien und dessen wirtschaftliche Auswirkungen im Fokus. Sie ist daher vom oft synonym verwendeten Begriff der Machine-to-Machine Economy abzugrenzen, der insbesondere die technologische Perspektive und den Informationsaustausch zwischen Maschinen in den Vordergrund stellt.

In der Machine Economy ermöglicht die Trias aus IoT, KI und BC vernetzte, effiziente und sichere Marktaktivitäten, ohne dass Menschen in die ablaufenden Prozesse direkt einbezogen werden. Autonome Maschinen übernehmen also einen Großteil der wirtschaftlichen Transaktionen in der Wertschöpfung. Das Ausmaß dieser technologischen Autonomie lässt sich anhand des heutigen Stands digitaler Ökosysteme bisher nur in Teilen beispielhaft veranschaulichen. So wird sich etwa die Vorstellung von autonomem Fahren in Zukunft grundlegend verändern. Fahrerlose Autos werden nicht nur Personen sicher an ihr Ziel bringen können, sondern als autonom agierende Marktteilnehmer bedarfsorientierte Services anbieten, Zahlungen entgegennehmen und individuelle Budgets für

Transaktionskosten wie elektrische Tankladungen, Mautgebühren und Versicherungen bereitstellen.

IoT, KI und BC nehmen in der Machine Economy individuelle Rollen ein, die das intelligente Agieren von Maschinen und deren sicheren Austausch in Echtzeit ermöglichen. Dabei leistet jede der Technologien einen eigenen Beitrag für die Abwicklungsprozesse in der Machine Economy und fördert gleichzeitig die Potenziale der übrigen Technologien. Für Unternehmen ist es entscheidend, die jeweilige Technologierolle im digitalen Ökosystem zu verstehen. Nur so können Anwendungsszenarien identifiziert, Prozesse und Strukturen adaptiert und ein optimales Zusammenspiel von IoT, KI und BC erreicht werden.

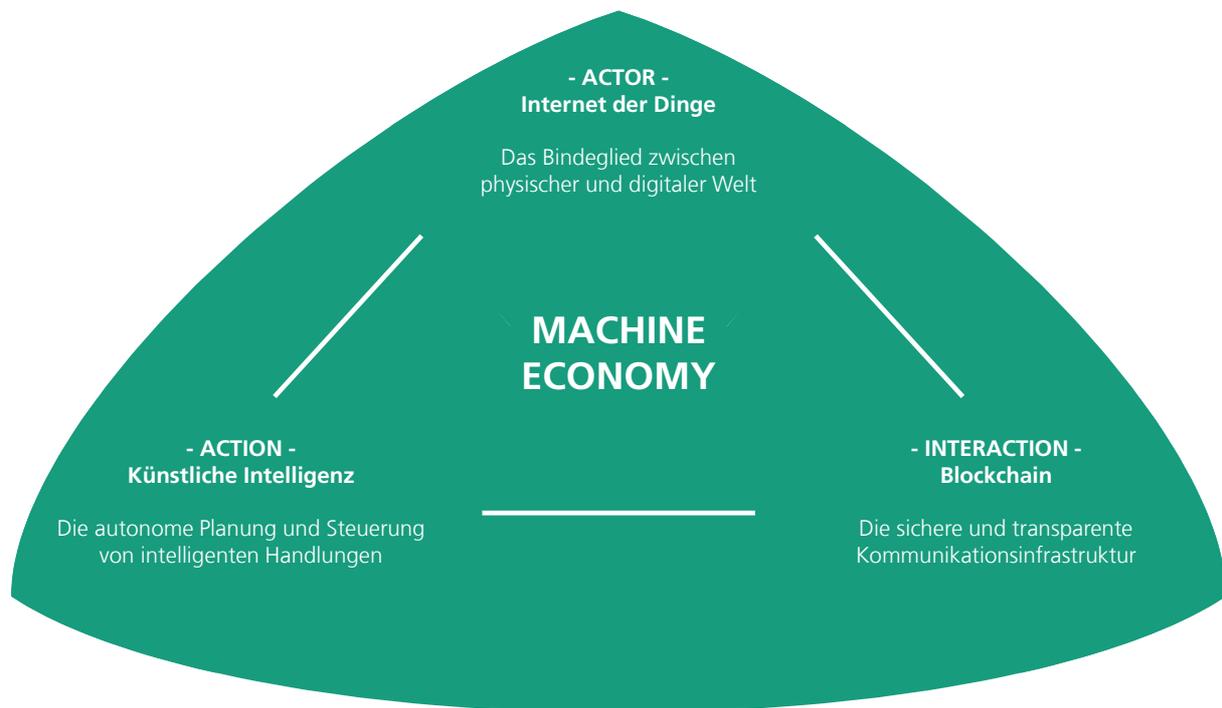
## IoT – Der ACTOR in der Machine Economy

Das IoT bildet im Wirtschaftssystem der Machine Economy die physische Repräsentanz und tritt damit als Bindeglied zwischen digitaler und physischer Welt auf. In Form von vernetzten Geräten und Systemen, die Daten sammeln, Informationen austauschen und Handlungen ausführen, übernimmt das IoT die Rolle des »Actors«, der aktiv als Teilnehmer des wirtschaftlichen Marktgeschehens der Machine Economy in Erscheinung tritt.

Durch die Vernetzung einer immer größeren Anzahl an Geräten, die durch immer kleinere, preiswertere und flexibler einsetzbare Rechenkomponenten exponentiell ansteigt, stehen immer größere Mengen an Sensordaten zur Verfügung. Das wiederum eröffnet ein neues Spektrum an Möglichkeiten, um die ausgeführten Handlungen der physischen Instanzen durch Anwendung von KI intelligenter und effizienter zu gestalten und so die Produkte und Services kontinuierlich zu verbessern. Gleichzeitig entsteht durch die Verbindung besserer und leistungsstärkerer IoT-Geräte eine stabilere Struktur aus Netzknoten für die BC als sichere, dezentrale Transaktionsplattform.

Mit der steigenden Zahl smarterer Geräte wächst also nicht nur die Menge an bereitgestellten Daten, sondern durch den Informationsgewinn sowie effizienteren und sichereren Informationsaustausch erhöht sich auch deren Nutzungspotenzial als »Actor« in der Machine Economy.

# Technologiekonvergenz



## KI – Initiator der ACTION in der Machine Economy

In der Trias der Machine Economy übernimmt KI die Planung und Steuerung von Aktivitäten, indem relevante Informationen auf Basis gesammelter Daten bereitgestellt werden. Durch die Generierung von neuem Wissen leitet KI ab, welche Handlungen, Anpassungen und Reaktionen im digitalen Ökosystem für optimale Abläufe zwischen den Technologiekomponenten sowie in der Interaktion mit der Umwelt sorgen. KI tritt demnach als Initiator für die »Action« in der Machine Economy auf.

KI zeichnet sich durch seine charakteristische Lernkomponente aus. Die daraus resultierende Fähigkeit, Erkenntnisse aus den schier endlosen Datenströmen der physischen Welt zu gewinnen, macht sie zu einer unverzichtbaren Ergänzung des IoT. Davon profitiert sowohl die Konnektivität als auch die Aktivität von Geräten in Form von steigender Effizienz durch intelligentes Monitoring, Echtzeitprognosen und smartem Entscheidungsmanagement. Zugleich ist die Effizienzsteigerung auch für den BC-gestützten, dezentralen Datenaustausch relevant. Die Implementierung von dezentralisierten Lernsystemen bietet die Möglichkeit, Transaktionen bezüglich ihrer Relevanz im System zu bewerten und so mit der Problemstellung hoher

Transaktionsfrequenz sowie mit dem damit einhergehenden immensen Energiebedarf umzugehen.

Im Zuge der Entwicklung immer leistungsfähigerer Algorithmen ist ein Fortschreiten der KI-Anwendung entlang des Komplexitätsspektrums der Aufgaben zu beobachten. Der erzielbare Informationsgewinn erhält technologieübergreifend durch die steigende Konnektivität von Geräten, rasant wachsende Datenmengen und den Bedarf an Sicherheit und Skalierbarkeit des Datenaustauschs zusätzliche Relevanz. Deshalb ist KI als Initiator der »Action« ein entscheidendes Element der Machine Economy.

## Blockchain – Provider der INTERACTION in der Machine Economy

Für die Kommunikation und den multidirektionalen Austausch der Akteure der Machine Economy sorgt die BC als dezentrale Transaktionsplattform. Durch Bereitstellung der ökonomischen Rahmenbedingungen übernimmt die BC die Rolle als Provider der »Interaction« in der Machine Economy.

Die BC ermöglicht die unveränderliche Abbildung aller wirtschaftlichen Vorgänge innerhalb des digitalen Ökosystems durch die Bereitstellung einer sicheren und transparenten Infrastruktur. Dadurch kann sowohl ein höheres Maß

# Technologiekonvergenz

---

an Datensicherheit und -integrität als auch die ständige und allumfassende Datenverfügbarkeit bezüglich abgewickelter Transaktionen gewährleistet werden. Die eindeutige Identifikation von Geräten mittels individueller Signaturen oder vollständig digitaler Identitäten schafft innerhalb eines Netzwerks von IoT-Geräten rechtssichere Nachvollziehbarkeit und damit Vertrauen bei allen Marktteilnehmern. Durch Echtzeittransfers und das Wegfallen von Intermediären steigt zudem die Effizienz der Interaktionen im IoT. Von effizienterem und sichererem Datenaustausch profitiert wiederum auch die KI durch die daraus folgende erhöhte Datenverfügbarkeit. Zudem führt gesteigertes Vertrauen in die genutzte Datengrundlage und die Aufzeichnung von Entscheidungsprozessen in der BC zu einer besseren Nachvollziehbarkeit von KI-Anwendungen durch die Marktteilnehmer.

Durch Gewährleistung von Sicherheit und Transparenz beim Austausch von Informationen zwischen Geräten sowie von Vertrauen in und Effizienz von KI-gesteuertem Entscheidungsmanagement leistet die BC als Provider der »Interaction« einen wesentlichen Beitrag in der Machine Economy.

## Auswirkungen der Machine Economy im Unternehmen

In einer digitalen Wirtschaft stehen Unternehmen vor vielfältigen Herausforderungen. Die Ausrichtung am Kunden ist dabei unerlässlich. Um den Kunden als zentralen Werttreiber stets im Blick zu haben und Handlungen an diesem Bezugspunkt auszurichten, können Unternehmen sich entlang der fünf Ebenen einer Unternehmensarchitektur gliedern (siehe Abbildung 4) (Urbach und Röglinger 2019).

Im Rahmen der Machine Economy ist es für Unternehmen essenziell, Strukturen und Prozesse zu etablieren, in denen das Zusammenspiel der Ebenen reibungslos funktioniert und weiterentwickelt werden kann. Die Auswirkungen, die die drei betrachteten Technologien auf die einzelnen IS-Ebenen haben, sollen im Folgenden anhand der Geschäftsmodell-, Geschäftsprozess-, Daten- und Informations- sowie der Infrastrukturebene näher betrachtet werden.

Das Geschäftsmodell umfasst die globale Unternehmensaufgabe mitsamt den zugehörigen Zielen, Strategien und Rahmenbedingungen. Es definiert unter anderem, wie das Unternehmen agiert und welche Kosten und Erlösmodelle es nutzt, um erfolgreich zu sein. Darüber hinaus legt es eine passende Organisationsstruktur fest, mit dem Zweck, Unternehmen durch gezielte Vernetzung mit Partnern in ein funktionierendes digitales Wertschöpfungsnetz zu integrieren. Diese Sichtweise auf Geschäftsmodelle war lange Zeit sinnvoll und erfolgreich, gerät in der Machine Economy jedoch zunehmend unter Druck. Denn durch KI werden nicht nur Geschäftsprozesse, sondern auch gesamte Geschäftsmodelle neu gedacht. Durch die BC werden Geschäftswelten nicht nur untereinander, sondern auch übergreifend miteinander vernetzt. Diese Vernetzung wird insbesondere die Beziehung von Geschäftspartnern untereinander spürbar verändern. Denn während heutzutage noch die persönliche Beziehung und Vertrauen untereinander ein großer Faktor ist, wird dieser zukünftig durch die zugrundeliegende Technologie abgebildet. KI-basierte Managementunterstützungssysteme erlauben es, bevorstehende Entscheidungen stärker datenbasiert und rational zu treffen.

Die Geschäftsprozesse eines Unternehmens organisieren die Zusammenarbeit über

# Technologiekonvergenz

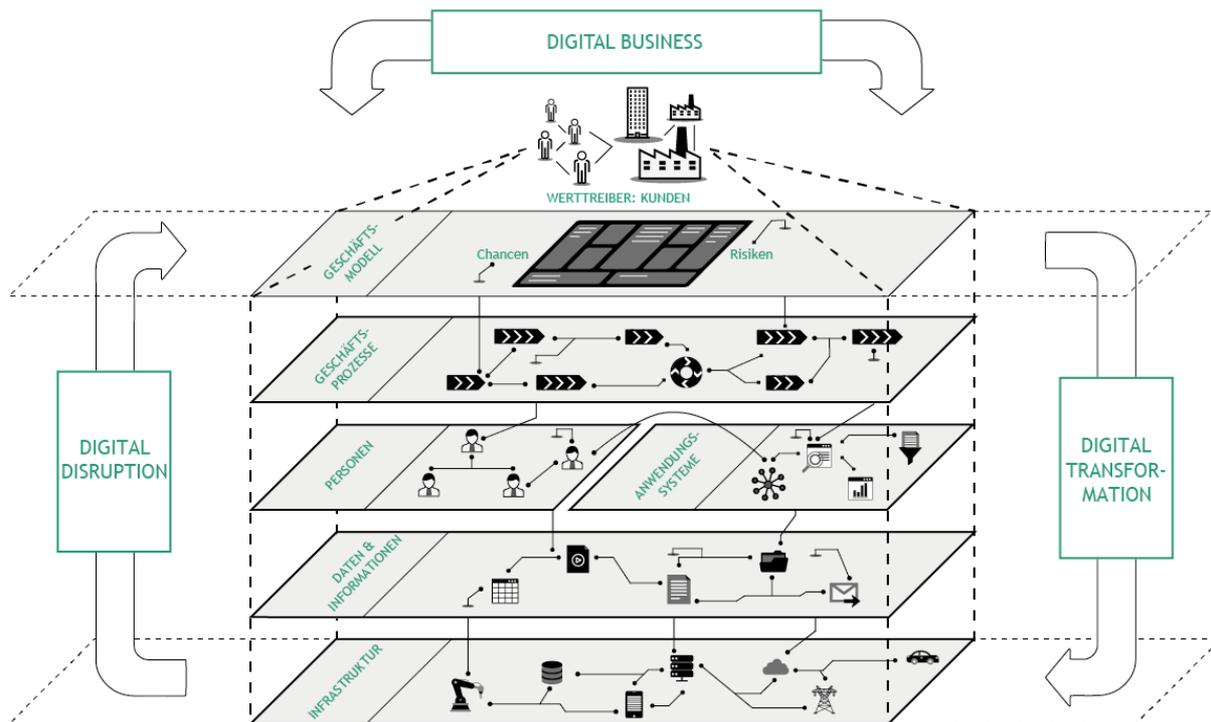


Abbildung 4: Fünf-Ebenen Modell einer Unternehmensarchitektur (Urbach und Röglinger 2019)

Funktionsbereiche hinweg. Für eine effiziente Unternehmensführung ist die Ausrichtung an diesen deshalb essenziell. Geschäftsprozesse spezifizieren, welche Aufgaben durchgeführt werden müssen und wie diese miteinander verflochten sind. Im Zuge der Entwicklungen hin zur Machine Economy wird es auch hier große Veränderungen geben. Moderne Techniken wie Process Mining werden durch das IoT ermöglicht und lassen neue Rückschlüsse auf die Effizienz und Gestaltung von Geschäftsprozessen zu. BCs und Smart Contracts ermöglichen eine sichere Abwicklung von Geschäftsprozessen über Unternehmensgrenzen hinweg, sogar dann, wenn Unklarheit über die wirkliche Informationslage besteht.

Neue Geschäftsprozesse entstehen und werden, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, durch den Einsatz von KI gesteuert.

Aufgaben aus Geschäftsprozessen können entweder manuell (durch Mitarbeiter), automatisiert (durch Anwendungssysteme) oder durch eine Kombination beider durchgeführt werden. Bisher wurden Informationssysteme hauptsächlich dafür benutzt, Mitarbeiter in ihrer Tätigkeit zu unterstützen (siehe zum Beispiel ERP-Systeme, Business-Intelligence-Systeme etc.) und somit

bessere Prozessleistung zu erreichen. Dieses System bietet verschiedene Vor- und Nachteile. Zum einen ist der Mensch als Mitarbeiter an Flexibilität und Anpassung unübertroffen. Andererseits müssen Mitarbeiter auch aufwendig geschult werden, damit sie ihre Aufgabe erledigen können, was Skalierungslimitationen mit sich bringt. Diese entfallen jedoch, sobald Maschinen kognitiv anspruchsvolle Aufgaben übernehmen können, welche bis dato Menschen vorbehalten waren. Dies führt unter anderem dazu, dass Dinge im IoT nicht mehr eigenständig betrachtet werden, sondern sie sich zu neuen Systemen zusammenschließen, die wiederum jeweils ein »System of Systems« bilden (siehe Abbildung 5).

In der Machine Economy wird das insbesondere zu noch größerer Prozessleistung führen. Zur Veranschaulichung dient der Kundenberater als gutes Beispiel. Während dieser täglich von 8 bis 20 Uhr erreichbar ist, um Kundenanfragen zu bearbeiten, kann ein Chatbot dieselbe Aufgabe quasi ununterbrochen und sogar für mehrere Kunden gleichzeitig erledigen. Für die Durchführung dieser Aufgaben, werden Daten und Informationen benötigt. Im Zuge der Digitalisierung hat sich die Anzahl verfügbarer Daten rapide gesteigert, sodass heute sogar ein Überangebot an

# Technologiekonvergenz

Daten herrscht. Es gilt, durch Kombination verschiedener Daten Informationen zu gewinnen, die wiederum in größerem Umfang Wissen begründen. Einige Verfahren werden bereits heute eingesetzt. Diese beruhen jedoch auf statistischen Analysemethoden und sind nicht in der Lage, mit der Fülle und Menge an Daten vollumfänglich umzugehen. Durch maschinelles Lernen und neue Analysemethoden können zukünftig Verknüpfungen zwischen Daten hergestellt und somit Informationen generiert werden, die bisher undenkbar waren (zum Beispiel frühzeitiges Erkennen von Trends oder Kundenbedürfnissen). Um die Potenziale des Einsatzes digitaler Technologien nutzen zu können, wird eine passende Infrastruktur benötigt. Dazu gehören alle Hardwarekomponenten und Systemsoftware, die zur technischen Umsetzung notwendig sind.

Hier gibt es im Bereich Hardware bereits große Veränderungen durch den Fortschritt des IoT, indem erstens viel mehr Dinge hinzugekommen sind und sich zweitens deren Diversität erhöht hat. Im Rahmen der Machine Economy werden diese Veränderungen noch intensiver werden. Während das Internet aktuell als ein Internet der Informationen fungiert, wird die BC dabei helfen, ein Internet der Werte zu etablieren.

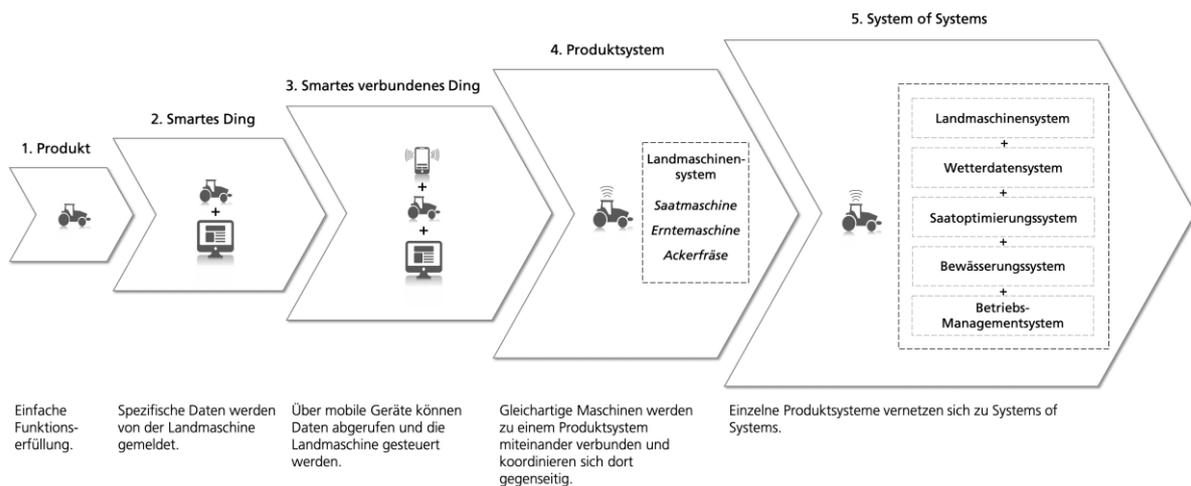


Abbildung 5: Die Entwicklung von physischen Produkten zu einem System of Systems durch das IoT am Beispiel einer Landmaschine (Porter und Heppelmann 2014)

# 4 Technologieanwendung



# Technologieanwendung

---

Die Machine Economy lässt sich in verschiedenen Kontexten vorstellen und verwirklichen. Es sind besonders diejenigen Märkte betroffen, deren Teilnehmer zunehmend Maschinen ausmachen, die durch autonomes Agieren die menschliche Beteiligung an Transaktionen verzichtbar machen. Gerade Wirtschaftsbereiche, die sich nicht mehr im Anfangsstadium der digitalen Transformation befinden und solche, die über ein hohes Potenzial für den Einsatz intelligenter Maschinen verfügen, können von der Technologiekonvergenz profitieren. Nachfolgend werden drei Anwendungsfälle der Machine Economy diskutiert, die bereits heute prototypisiert, getestet und evaluiert werden (siehe Abbildung 6).

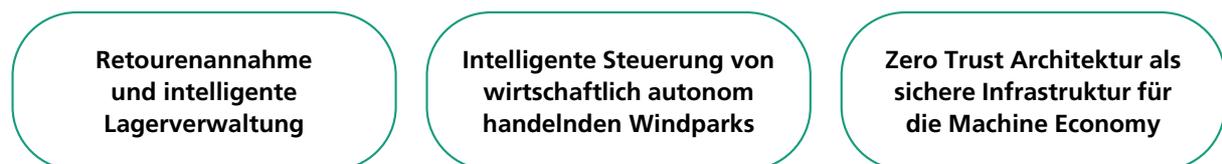


Abbildung 6: Ausgewählte Anwendungsfälle der Machine Economy

## Retourenannahme und intelligente Lagerverwaltung

In Deutschland ist der Versand von Päckchen und Paketen in den vergangenen zehn Jahren von 2,1 Mrd. auf 3,6 Mrd. angestiegen, was einem Zuwachs von 71 % entspricht (BIEK 2019). Die gesamte Logistikindustrie steht vor großen Umbrüchen im Zuge der Digitalisierung, insbesondere zurückzuführen auf zwei Aspekte: Zum einen arbeiten viele Unternehmen in der Paketverarbeitung noch per Hand. Einer aktuellen Studie zufolge sehen sich lediglich 28 % der Transport- und Logistikunternehmen auf die Digitalisierung vorbereitet (Tipping und Kauschke 2016). Im Vergleich mit anderen Wirtschaftszweigen wie der Automobilbranche (41 %) und dem Elektroniksektor (45 %) ist das eher wenig. Zum anderen sind die Grundvoraussetzungen für technologische Durchbrüche im Logistiksektor besser als jemals zuvor. Noch nie gab es Zugang zu so vielen Daten und bisher wird lediglich ein Bruchteil davon analysiert. Es bieten sich also enorme Potenziale, die durch den Einsatz von Analysetechniken wie maschinellem Lernen gehoben werden können.

Anhand eines selbst entwickelten Proof-of-Concepts (PoC) wird die Funktionsweise der Machine Economy in diesem Bereich deutlich. Insbesondere die Retourenabwicklung, welche im Moment noch größtenteils von Personen erledigt wird, kann dadurch optimiert werden. Darüber hinaus ermöglicht eine intelligente Lagerverwaltung neue Geschäftsmodelle, etwa eine nutzungsgenaue und transparente Abrechnung eines Logistikdienstleisters für ihre Kunden (Pay-per-Use).

# Technologieanwendung

---

## Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Die Verschmelzung von physischen Geräten mit verschiedenen Technologien ermöglicht neue Wege den Retourenprozess sowie nachfolgende Prozesse der Lagerverwaltung effizienter und automatisiert abzuwickeln.

In Logistikzentren erfolgt die Kontrolle von ankommenden Paketen und deren Inhalten hinsichtlich Quantität und Qualität aktuell zumeist per Hand und verursacht dadurch im bundesdeutschen Mittel circa 19,51 Euro an Abwicklungskosten pro Retoure (Asdecker und Sucky 2019). Vor dem Hintergrund zunehmender Paketversendungen sowie -rücksendungen stellen diese Kosten für viele Unternehmen eine zunehmend große Belastung dar. Abhilfe kann dabei durch Prozessautomatisierung und den Einsatz von Informationstechnologie geschaffen werden. Die Abwicklung einer Paketretoure wird im beschriebenen Anwendungsfall durch den Einsatz verschiedener Kameras mit entsprechender Bilderkennungssoftware übernommen. Im ersten Schritt werden Absender und Sendungsnummer über eine Kamera erfasst und ausgewertet. Im ERP-System kann daraufhin die entsprechende Versanddokumentation aufgerufen werden. Nachdem das Paket geöffnet wurde, erfasst eine zweite Kamera den Inhalt und überprüft, ob es sich um die laut Versanddokumentation bzw. Retourenangaben richtigen Inhalte handelt. Sollte ein Fehler vorliegen, wird das Paket vom Förderband sortiert und ein Mitarbeiter schaut sich diesen Fall gesondert an. Meldet das System keine Auffälligkeiten, wird das Paket zur nächsten Verarbeitungsstation weitergeleitet.

Im darauffolgenden Prozessschritt wird das Paket vermessen, damit es in ein entsprechendes Lagerregal sortiert werden kann. Für externe Nutzer von Lagerkapazitäten (z.B. kleine Onlinehändler, die sich kein eigenes Lager- und Versandsystem aufbauen können, sondern diesen Dienst bei anderen Unternehmen in Anspruch nehmen) bietet diese Vermessung den Vorteil, dass Lagerplätze volumengerecht abgerechnet werden können und somit nur für den wahren Lagerplatz bezahlt werden muss (Pay-per-Use). Ein intelligentes Lagerverwaltungssystem legt den optimalen Ablageplatz für das Paket fest, damit Lagerfläche möglichst effizient genutzt wird.

# Technologieanwendung

## Technische Funktionsweise

Abbildung 7 zeigt schematisch den technischen Aufbau des Anwendungsfalls. Zwei Industrieroboter (Nr. 1, Nr. 2) sowie ein Förderband bilden den Grundaufbau des Prototyps. Die Roboter können jeweils über eine Computereinheit miteinander kommunizieren. Das Förderband ist mit Roboter 2 verbunden und wird über diesen gesteuert. Es werden zwei verschiedene Kameras zur Bilderkennung verwendet. Eine handelsübliche Webcam (Nr. 3) wird zur Überprüfung der Paketinhalte verwendet. Zur Ermittlung der Paketgröße wird eine Infrarotkamera mit Tiefenerkennung (Nr. 4) eingesetzt. Die Steuerung des Demonstrators erfolgt über ein webbasiertes Interface, welches sowohl die Informationen aller Akteure bündelt als auch Befehle entgegennimmt.

### Internet-of-Things-Komponente

Die beiden Industrieroboter sowie das Förderband sind die physischen Objekte, die mithilfe der Computer gesteuert werden und so ein Netzwerk bilden, welches mit dem Internet verbunden ist. Über das Netzwerk können bidirektional Nachrichten und Daten ausgetauscht werden, wodurch ein kontinuierlicher Informationsfluss erreicht wird, was eine wichtige Voraussetzung für die Prozessautomatisierung darstellt. Alle anfallenden Daten werden über die Netzwerkschnittstelle mit einem Server synchronisiert und über ein Webinterface ausgegeben. Beispielsweise kann der erste Roboter am Wareneingang ankommende Pakete auf das Förderband legen und den Start des Bandes

beim zweiten Roboter anfordern, welcher schließlich die Lieferung im Lager einsortiert.

### Künstliche-Intelligenz-Komponente

Die Bilderkennung im PoC erfolgt über zwei unterschiedliche Systeme. Kamera eins (Nr. 3) verwendet eine vollvernetzte neuronale Netzwerkarchitektur (fully connected neural network), um Paketinhalte zu klassifizieren und zu zählen. Zur Vereinfachung erfolgt die Klassifizierung über Zahlen auf den einzelnen Paketinhalten. Die zweite Kamera (Nr. 4) kann mittels Infrarotsensorik das Paket präzise dreidimensional vermessen und ermöglicht somit dem zweiten Roboter die Auswahl eines geeigneten, platzsparenden Lagerplatzes.

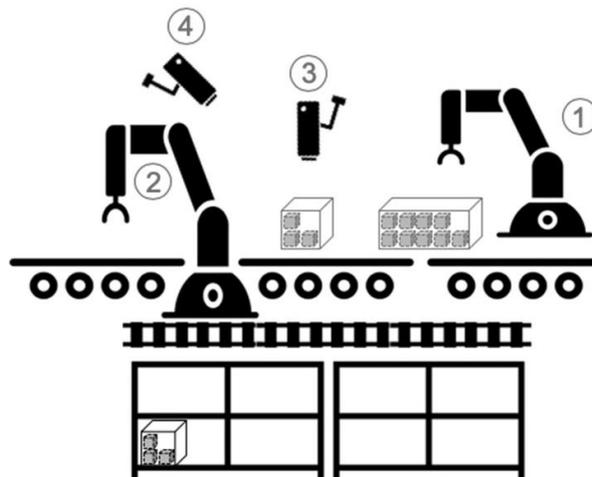
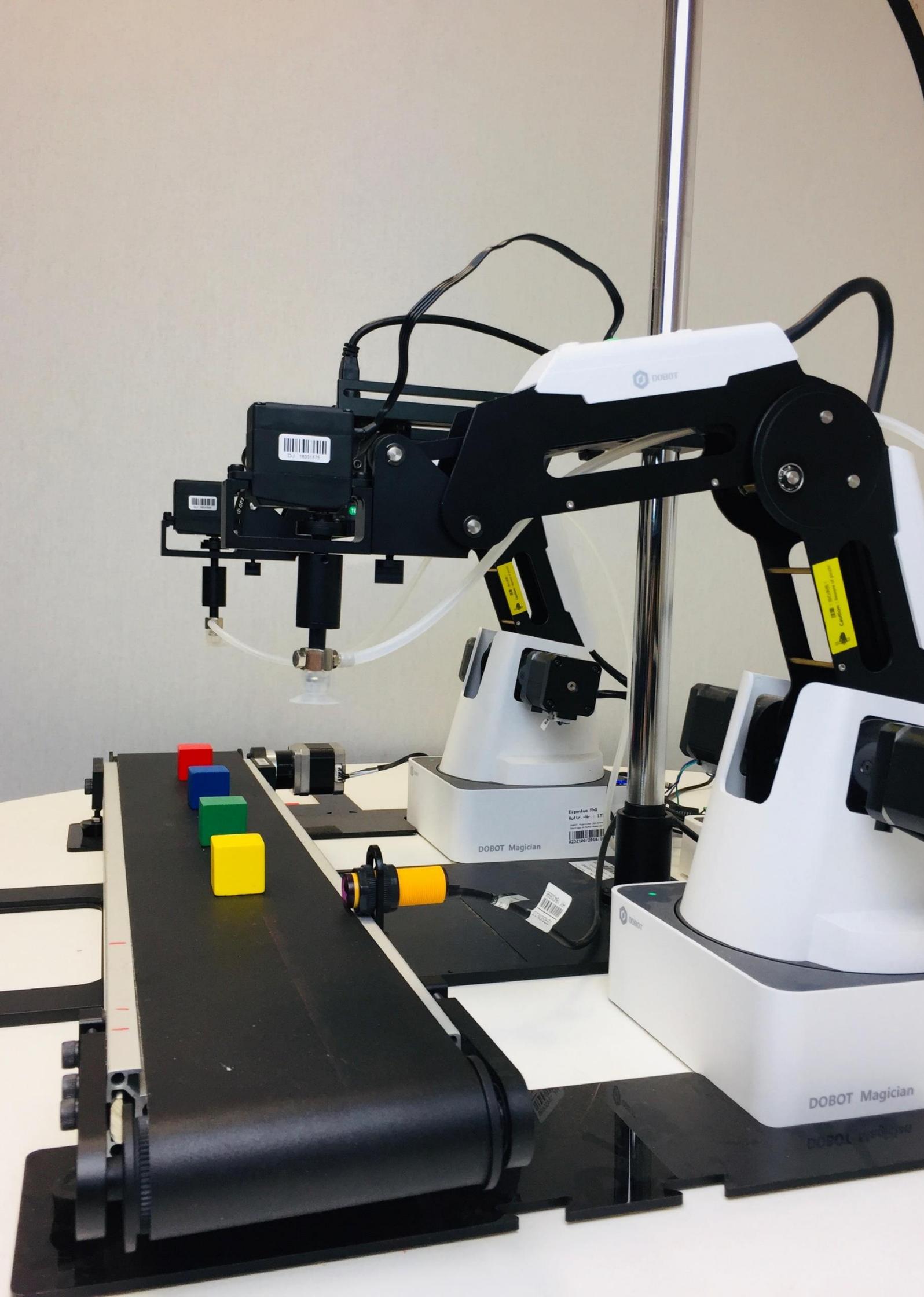


Abbildung 7: Technischer Aufbau des Dobot Use Cases mit zwei Robotern und einem Förderband



DOBOT

Barcode label on gripper assembly

DOBOT Magician

Expertise PRO  
R&D - 117  
8232100-2018/11

DOBOT Magician

IN SOL

# Technologieanwendung

---

## *Blockchain-Komponente*

Als BC-Lösung bietet Hyperledger Fabric eine gute Antwort auf die Anforderungen in einem konsortialen Umfeld und wurde speziell für diese Anwendung entwickelt. Dabei handelt es sich um ein privates, zugangsbeschränktes System, welches nur die gewünschten Akteure am Netzwerk teilnehmen lässt. Die BC wird primär zu vertrauensstiftenden und fälschungssicheren Dokumentationszwecken eingesetzt. Beispielsweise kann der Kunde überprüfen, wann seine Retoure im Lager angekommen ist und von Roboter 1 bearbeitet wurde oder ob die Analyse der Ware durch die KI ein positives Ergebnis geliefert hat und der Käufer mit einer zeitigen Rückerstattung rechnen kann. Des Weiteren ermöglichen Smart Contracts die automatisierte Interaktion der beiden Industrieroboter. Da Hyperledger Fabric keine native Kryptowährung implementiert, muss mithilfe von Chaincode ein interner Token programmiert werden. Anschließend kann jede Partei Zahlungen mittels einer Transaktion empfangen und versenden. Beispielsweise muss das Unternehmen sich nicht selbstständig um das Trainieren der KI zur Objekterkennung kümmern, sondern kann aufgenommenes Bildmaterial einem Dienstleister zur Auswertung zusenden und diesen automatisch über das Netzwerk bezahlen.

## **Intelligente Steuerung von wirtschaftlich autonom handelnden Windparks**

Im Zuge der Energiewende und der damit einhergehenden Förderung von erneuerbaren Energien – bis 2030 sollen die erneuerbaren Energien über 60% am Energiemix betragen – erfolgt die Energieerzeugung zunehmend dezentral (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018, Draht 2020). Entsprechend steigen auch die Anforderungen an die Flexibilität bei der Energieerzeugung, um den Anteil der erneuerbaren Energien in die Strommärkte und das Stromversorgungssystem integrieren zu können, ohne dabei die Versorgungssicherheit zu gefährden (Bundesnetzagentur 2017). Zunehmend wird dabei auch die Rolle des (autarken) Peer-to-Peer Energiehandels diskutiert und evaluiert (Kraus 2020). Einen konkreten Anwendungsfall repräsentierten hierbei die intelligente und autonome Steuerung von Windparks sowie deren Integration in Energiemarktplätze. Die Koordination von Windparks als »Energiequelle« erfolgt hier vermehrt dezentral, dynamisch und intelligent, um Erzeugungsmengen in Echtzeit an den aktuellen Bedarf sowie die Nachfrage anzupassen. Dabei agieren die einzelnen Windräder, basierend auf einer Vielzahl von Parametern, wie Strombörse, Verbrauchserwartung, und Wettervorhersagen, autonom und regeln entsprechend unterschiedlicher Maximierungsziele, wie z.B. Gewinn und Netzstabilität, die Erbringungsmenge.

Bei diesem Anwendungsfall handelt es sich um eine Neuordnung des Energiemarkts, bei der die Kunden ihren Strom direkt vom Produzenten erwerben und der ursprüngliche Stromlieferant ggf. lediglich einen Marktplatz bereitstellt, der für die Transaktionsabwicklung und den Austausch von Informationen genutzt wird. Die Machine Economy ermöglicht im Energiemarkt also den Paradigmenwechsel von passiven Marktteilnehmern zum proaktiven Energiehandel durch autonom und intelligent agierende Maschinen. Daraus resultieren nicht nur neuartige Fragestellungen hinsichtlich zukunftssträchtiger Geschäftsmodelle und den Rollen des neuen Systems, sondern auch Ansätze hinsichtlich der Energiespeicherung und der Dimensionierung von Stromtrassen. Zudem wird sehr deutlich, dass die Ausfallsicherheit und Integrität der intelligenten Windparks höchste Priorität besitzen müssen. Fehlfunktionen und IT-Schwachstellen, die

# Technologieanwendung

---

von Dritten böswillig ausgenutzt werden, könnten weitreichende und schwerwiegende Folgen haben.

Mit Blick auf die einzelnen Technologieelemente lässt sich die Konvergenz im Sinne der Machine Economy in diesem Szenario besonders greifbar darstellen.

## *Internet-of-Things-Komponente*

Die einzelnen Windräder, als Komponenten der Energiegewinnung eines Windparks, sind mit internetfähigen Steuerungseinheiten ausgestattet und bilden die erzeugerseitige physische IoT-Präsenz. Die intelligente Steuerung dieser IoT-Komponenten ermöglicht nicht nur die Koordination der generierten Energiemengen, sondern auch die Integration von relevanten Kontextdaten, wie Wettervorhersagen und Daten von unterschiedlichen Strombörsen, in Echtzeit. Auf Energieverbraucherseite stellen Smart Meter, als moderne und intelligente Messeinrichtungen, ebenfalls physische Bestandteile des IoT dar. Hier zeigt sich auch, dass die intelligente Steuerung von Windparks Echtzeit-Verbraucherinformationen sowie deren Vorhersage berücksichtigen muss.

## *Künstliche-Intelligenz-Komponente*

Um die steuerungsrelevanten Informationen (z.B. gegenwärtiger Verbrauch, momentane Strompreise auf den Börsen oder generierte Wetterprognosen) sowie historische und zukünftige Daten (z.B. historische und zukünftige Entwicklung des Strompreises und Nachfragesimulationen) verarbeiten und eine Optimierung hinsichtlich der Einspeisemenge vorzunehmen, sind KI-Algorithmen auf den CPUs der Windräder integriert.

## *Blockchain-Komponente*

Die BC dient in diesem digitalen Ökosystem der Machine Economy als IT-Infrastruktur zur revisionssicheren und nachvollziehbaren Speicherung von Logdaten sowie zur Peer-to-Peer Abwicklung von Micropayments über Tokens. Darüber hinaus bildet die BC die Datenbasis der KI-Algorithmen, um die sichere Steuerung und das reibungslose Zusammenspiel der IoT-Komponenten zu gewährleisten.

## **Zero Trust Architektur als sichere Infrastruktur für die Machine Economy**

Die immer weiter voranschreitende Vernetzung von Produkten, Maschinen und kritischen Infrastrukturen bietet nicht nur enorme Potenziale, sondern bringt auch verstärkt digitale Risiken und Gefahren. Insbesondere die Cyberkriminalität steigt rasant an und die eine Kompromittierung von IT-Systemen der Machine Economy kann zu weitreichenden Störungen und Gefahren für Leib und Leben führen (Brühl 2020).

Heutige Ansätze zur Absicherung vor Cyberattacken sind den aktuellen Entwicklungen und zukünftigen Herausforderungen wie bspw. der immer stärkeren Dezentralisierung im Energiesektor oder der wachsenden Anzahl an internetfähigen Geräten (IoT), die eine starke Integration von internen und externen Systemen notwendig machen, nicht mehr gewachsen (Wellershoff 2020). Eine zukunftssträchtige Absicherung kritischer Infrastrukturen bedarf daher eines ganzheitlichen und integrierten Ansatzes, der die individuelle und feingranulare Absicherung von Anwendungen und Geräten ermöglicht, die Analyse des Verhaltens sowie Kontextfaktoren einschließt und eine Echtzeitüberprüfung des Datentransfers integriert. Dieses holistische Konzept wird als Zero Trust Architektur bezeichnet (Bird 2019). Zur Schaffung einer sicheren Infrastruktur für die Machine Economy bedarf es die Kombination mehrerer innovativer Technologien (Schweizer et al. 2020).

## *Internet-of-Things-Komponente*

Die Akteure der Machine Economy (z.B. Industrieroboter, autonome Fahrzeuge und Windkraftanlage) sind IoT-Geräte. Sie werden durch spezifische IoT-Gateways individuell und feingranular abgesichert. Dadurch wird ermöglicht, dass jedes Gerät hinter einer geräte- und kontextspezifischen Firewall abgesichert ist. Jeder Akteur ist dadurch zur Authentifizierung vor jeglichem Datenaustausch verpflichtet. Ferner sind die IoT-Geräte für Unautorisierte nicht sichtbar und per Design geschützt (qbound 2019). Zur Operationalisierung dieses Ansatzes kommt insbesondere das Konzept Software Defined Perimeter (SDP) zum Einsatz. Diese Absicherung auf Gerätebasis statt Netzwerkebene eliminiert Cyberangriffsvektoren und Angriffe auf die Teilnehmer der Machine Economy.

# Technologieanwendung

---

## *Künstliche-Intelligenz-Komponente*

Durch die Einbeziehung von KI lassen sich basierend auf Geräteidentität, historischen Geräteverhaltensdaten und Kontextinformationen Analysen hinsichtlich der Vertrauenswürdigkeit der Anfrage noch vor dem Verbindungsaufbau erstellen. Sollte ein Fehl- oder Angriffsverhalten vorliegen, kann eine solche Analyse dieses erkennen und den Akteur noch vor dem Verbindungsaufbau und Datenaustausch vom Netzwerk ausschließen. Dabei werden im Authentifizierungsprozess auf dem Controller KI-Algorithmen eingesetzt, die ermöglichen, dass das System einem selbstlernenden Konzept folgt.

## *Blockchain-Komponente*

Die BC-Technologie übernimmt im Rahmen der Zero Trust Architektur mehrere Aufgaben. Unter anderem kann durch die dezentrale Datenverwaltung eine manipulationssichere Speicherung von Protokolldateien sichergestellt werden. Die Nachvollziehbarkeit der Datenübertragung ist also per Design sichergestellt. Darüber hinaus können potenzielle Angriffspunkte und Schwachstellen von traditionellen zentralistischen SDP-Konzepten adressiert und eliminiert werden (qbound 2019).



# 5 Handlungsfelder

# Handlungsfelder

---

Die Konvergenz aus IoT, KI und der BC-Technologie ist der wesentliche Treiber für die Vision einer Machine Economy. Dadurch können Maschinen zu eigenständigen Akteuren in Wertschöpfungsprozessen werden und somit innovative, autonome Prozessabläufe ermöglichen. Dabei leisten alle drei Technologien auf Basis ihrer individuellen Eigenschaften und Potenziale einen spezifischen Beitrag für das Gelingen der Machine Economy. Das IoT vernetzt physische Objekte untereinander sowie mit dem Internet. Dadurch werden in Prozessen beispielsweise durch Sensoren zusätzliche Informationen zugänglich gemacht und durch die physische Repräsentanz der Objekte neue Handlungsoptionen ermöglicht. KI nutzt mit seinen vielfältigen Methoden und Anwendungsmöglichkeiten diese zusätzlichen Informationen, um Prozessabläufe dynamisch zu gestalten und über den Zeitverlauf hinzuzulernen. Daraus ergeben sich Möglichkeiten der Selbstregulierung und -optimierung von Maschinen, um höhere Autonomielevel zu erreichen. Schließlich werden Interaktionen zwischen Maschinen durch die BC-Technologie dezentral, nachvollziehbar und ohne zentralen Intermediär unterstützt. Somit stärkt die BC-Technologie das Vertrauen in die autonomen Prozessabläufe der Machine Economy. Unsere Studie beschreibt das Zusammenspiel der Technologien detailliert aus den Perspektiven »Actor« (IoT), »Action« (KI) und »Interaction« (BC-Technologie).

Aus diesem Zusammenwirken der drei Technologien entstehen für Unternehmen große Potenziale, wie die Anwendungsfälle aus Handels- und Energiebranche in Kapitel 4 beispielhaft unterstreichen. Damit gehen jedoch auch weitreichende Veränderungen für Unternehmen einher, welche zu einer Vielzahl von Herausforderungen für die erfolgreiche Umsetzung führen. Für Entscheider in Unternehmen genügt es nicht länger digitale Technologien separat oder in ihrem Zusammenspiel mit der bestehenden IT-Infrastruktur in Organisationen zu analysieren, um sie anschließend in isolierten Anwendungsfällen einzusetzen. Vielmehr entstehen aus der Konvergenz digitaler Technologien in der Machine Economy vollkommen neue Anwendungsmöglichkeiten. Diese Potenziale erfordern andere Strukturen, Prozesse, Kenntnisse und Fähigkeiten, um im Vergleich mit etablierten Wettbewerbern und innovativen Startups bestehen zu können. Sind Sie gewappnet für die Machine

Economy? Wir können Ihnen dabei helfen, die passenden Lösungen für Ihr Unternehmen und Ihr Geschäftsmodell zu entwickeln und erfolgreich zu implementieren.

In den vergangenen Jahren konnten wir ein tiefgehendes Verständnis der Technologien sowie ihres Zusammenspiels entwickeln und wenden dieses zielgerichtet für konkrete Fragestellungen in Unternehmen an. Aus zahlreichen Praxis- und Forschungsprojekten verfügen wir über die nötigen Kenntnisse zu den Anwendungsmöglichkeiten der Technologien und ihrem Geschäftseinfluss. Experten der Fraunhofer-Projektgruppe Wirtschaftsinformatik arbeiten mit Ihnen daran, die richtigen Antworten für Ihr Unternehmen zu finden.

- Die disruptiven Veränderungen der Machine Economy betreffen Unternehmen und ganze Wirtschaftszweige. Sind Sie innovativ genug? Wir begleiten Sie durch die komplette digitale Transformation.
- Der Erfolg der Machine Economy ist auch eine Frage der Technologie. Verfügen Sie über die nötigen technologischen Ressourcen? Wir unterstützen Sie bei der zukunftssicheren Modernisierung bestehender IT-Infrastruktur.
- Das IoT ermöglicht neue Interaktionsformen mit physischen Objekten. Haben Sie die Möglichkeiten in Ihren Prozessen bereits geprüft? Mit Innovationsmethoden suchen wir gemeinsam nach neuen Potenzialen.
- Daten sind die Grundlage aller KI-Lösungen. Kennen Sie Ihre verfügbaren Daten und deren Wert? Wir helfen Ihnen dabei, Daten gewinnbringend zu nutzen.
- Anwendungsfälle in der Machine Economy müssen skalierbar sein. Wissen Sie, welche BC-Technologien sich dafür eignen? Unsere Erfahrung erleichtert es Ihnen, die passende BC-Technologie zu finden.
- Menschen bleiben auch in der Machine Economy das Herz jedes Unternehmens. Kennen Sie die Rolle neuer, kollaborativer Arbeitsformen in der Machine Economy? Mit uns können Sie Ihre Organisation erfolgreich transformieren und agile, flexible Modelle etablieren.

# Referenzen

---

- Alan, Y., Urbach, N., Hinsen, S., Jöhnk, J., Beisel, P., Weißert, M., Blumenthal, S. und Hofmann, P. (2019) KI, mein Freund und Helfer - Herausforderungen und Implikationen für die Mensch-KI-Interaktion. EY Think Beyond Tomorrow.
- Anderl, R., Picard, A., Wang, Y., Fleischer, J., Dosch, S., Klee, B. und Bauer, J. (2014) Leitfaden Industrie 4.0, abgerufen am 23.06.2020 von [https://www.vdmashop.de/refs/VDMA\\_Leitfaden\\_l40\\_neu.pdf](https://www.vdmashop.de/refs/VDMA_Leitfaden_l40_neu.pdf).
- Arnold, L., Brennecke, M., Camus, P., Fridgen, G., Guggenberger, T., Radszuwill, S., Rieger, A., Schweizer, A. und Urbach, N. (2019) Blockchain and Initial Coin Offerings: Blockchain's Implications for Crowdfunding, Business Transformation through Blockchain (Hrsg. Treiblmaier, H., Beck, R.)
- Asdecker, B. und Sucky, E. (2019) Retourentacho 2018/2019 ausgewertet, abgerufen am 23.06.2020 von <http://www.retourenforschung.de/info-retourentacho2019-ausgewertet.html>.
- Bandyopadhyay, D. und Sen, J. (2011) Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization, Wireless Personal Communications, 58, 1, 49–69.
- Bashir, I. (2017) Mastering Blockchain: Deeper insights into decentralization, cryptography, Bitcoin, and popular blockchain frameworks, Packt Publishing, Birmingham, UK.
- BIEK (2019) KEP-Studie 2019 – Analyse des Marktes in Deutschland, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.biek.de/download.html?getfile=2335>.
- Bird, R. (2019) Why a 'zero trust' security strategy is the future for your business, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.csoonline.com/article/3501795/why-a-zero-trust-security-strategy-is-the-future-for-your-business.html>.
- Bitkom (2018) Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz – Ein Navigationssystem für Entscheider, abgerufen am 23.06.2020 von [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2018-12/181204\\_LF\\_Periodensystem\\_online\\_0.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2018-12/181204_LF_Periodensystem_online_0.pdf).
- Bitkom (2019) Digitalisierung kommt in den deutschen Unternehmen an, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.bitkom-research.de/de/pressemitteilung/digitalisierung-kommt-den-deutschen-unternehmen>.
- Borgia, E. (2014) The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues, Computer Communications, 54, 1–31.
- Brühl, J. (2020) Cyberkrieg im Dunkeln, Süddeutsche Zeitung, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.sueddeutsche.de/digital/iran-usa-hack-trump-stuxnet-kritis-1.4750506>.
- Brynjolfsson, E. und McAfee, A. (2017) The business of artificial intelligence, Harvard Business Review
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018) Erneuerbare Energien, abgerufen am 23.06.2020, von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.
- Bundesnetzagentur (2017) Flexibilität im Stromversorgungssystem: Bestandsaufnahme, Hemmnisse und Ansätze zur verbesserten Erschließung von Flexibilität, abgerufen am 23.06.2020 von [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/NetzentwicklungundSmartGrid/Flexibilitaet/Flexibilitaet\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungundSmartGrid/Flexibilitaet/Flexibilitaet_node.html).
- Chitkara, R., Rao, A. und Yaung, D. (2017) Leveraging the upcoming disruptions from AI and IoT, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.pwc.com/gx/en/industries/communications/assets/pwc-ai-and-iot.pdf>.
- Crosby, M., Pattanayak, P. und Verma, S. (2016) Blockchain technology: Beyond bitcoin, Applied Innovation Review, 2, 2, 6–10.
- DBS Bank (2018), Internet of Things, abgerufen am 23.06.2020, von [https://www.dbs.com/aics/templatedata/article/generic/data/en/GR/062018/180625\\_insights\\_internet\\_of\\_things\\_the\\_pillar\\_of\\_artificial\\_intelligence.xml#](https://www.dbs.com/aics/templatedata/article/generic/data/en/GR/062018/180625_insights_internet_of_things_the_pillar_of_artificial_intelligence.xml#).
- Dellermann, D., Lipusch, N., Ebel, P. und Leimeister, J. M. (2019) Design principles for a hybrid intelligence decision support system for business model validation, Electronic Markets, 29, 3, 423–441.
- Draht, M. (2020) Dezentrale Versorgung auf Blockchain-Basis ist die Zukunft, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.btc-echo.de/dezentrale-versorgung-auf-blockchain-basis-ist-die-zukunft/>.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., Medaglia, R., Le Meunier-FitzHugh, K., Le Meunier-FitzHugh, L. C., Misra, S., Mogaji, E., Sharma, S. K., Singh, J. B., Raghavan, V., Raman, R., Rana, N. P., Samothrakis, S., Spencer, J., Tamilmami, K., Tubadji, A., Walton, P. und Williams, M. D. (2019) Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy, International Journal of Information Management.

# Referenzen

---

- Esser, R. und Sallaba, M. (2019) State of AI in the Enterprise Survey 2019, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/ki-studie-2019.html>.
- Fähnle, A., Püschel, L., Roeglinger, M. und Stohr, A. (2018) Business Value of the Internet of Things – A Project Portfolio Selection Approach, Proceedings of the 26<sup>th</sup> European Conference on Information Systems, Portsmouth, UK.
- Fridgen, G., Lockl, J., Radszuwill, S., Rieger, A., Schweizer, A. und Urbach N. (2018) A Solution in Search of a Problem: A Method for the Development of Blockchain Use Cases, Proceedings of the 24th Americas Conference on Information Systems (AMCIS), New Orleans, USA.
- Fridgen, G., Regner, F., Schweizer, A., und Urbach, N. (2018) Don't Slip on the Initial Coin Offering (ICO) - A Taxonomy for a Blockchain-enabled Form of Crowdfunding, Proceedings of the 26th International Conference on Information Systems (ICIS), San Francisco, USA.
- Global Market Insights (2019) Global Blockchain Market Size to hit \$25 Bn by 2025, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.gminsights.com/pressrelease/blockchain-market>.
- Hammond, K. (2016), The Periodic Table of AI, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.data-sciencecentral.com/profiles/blogs/the-periodic-table-of-ai>.
- Hofmann, P., Jöhnik, J., Protschky, D. und Urbach, N. (2020) Developing Purposeful AI Use Cases - A Structured Method and Its Application in Project Management, Proceedings of 15th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI), Potsdam, Germany.
- International Data Corporation (2018) Worldwide Spending on Cognitive and Artificial Intelligence Systems Forecast to Reach \$77.6 Billion in 2022, According to New IDC Spending Guide, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.idc.com/get-doc.jsp?containerId=prUS44291818>.
- Kauschke, P. und Tipping, A. (2016) Shifting Patterns, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.pwc.com/sg/en/publications/assets/future-of-the-logistics-industry.pdf>.
- Kopfstein, J. (2013) The Mission to Decentralize the Internet, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.newyorker.com/tech/elements/the-mission-to-decentralize-the-internet>.
- Kraus, T. (2020) Lokaler Energiehandel: Mit Blockchain die Energiewende antreiben, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.pv-magazine.de/2020/02/11/lokaler-energiehandel-mit-blockchain-die-energiewende-antreiben/>.
- Lauslahti, K., Mattila, J. und Seppälä, T. (2017) Smart Contracts – How will Blockchain Technology Affect Contractual Practices?, abgerufen am 23.06.2020 von <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-68.pdf>.
- Lee I. und Lee, K. (2015) The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises, *Business Horizons*, 58, 4, 431–440.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. und Shannon, C. E. (2006) A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, *AI Magazine*, 27, 4.
- Porter, M. E. und Heppelmann, J. E. (2014) How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, 92, 11, 64–88.
- Oberländer, A. M., Röglinger, M., Rosemann, M. und Kees, A. (2018) Conceptualizing business-to-thing interactions – A sociomaterial perspective on the Internet of Things, *European Journal of Information Systems*, 27, 4, 486–502.
- Panetta, K. (2018) Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>.
- qbound (2019) IoT Access, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.qbound.io/cloud-iot-integration/>.
- Russell, S. und Norvig, P. (2016) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3. Auflage, Pearson Education Limited.
- Rzepka, C. und Berger, B. (2018) User Interaction with AI-enabled Systems: A Systematic Review of IS Research, Proceedings of the 26<sup>th</sup> International Conference on Information Systems, San Francisco, USA.
- Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N. und Fridgen, G. (2016) Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale, Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT, Bayreuth.
- Schmelzer, R. (2019) Making The Internet Of Things (IoT) More Intelligent With AI, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/10/01/making-the-internet-of-things-iot-more-intelligent-with-ai/#5a2f111bfd9b>.
- Schütte, J., Fridgen, G., Prinz, W., Rose, T., Urbach, N., Hoeren, T., Guggenberger, N., Welzel, C., Holly, S., Schulte, A., Sprenger, P., Schwede, C., Weimert, B., Otto, B., Dalheimer, M., Wenzel, M., Kreutzer, M., Fritz, M., Leiner, U. und Nouak, A.

# Referenzen

---

- (2017) Blockchain und Smart Contracts: Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/747/wi-747.pdf>
- Schweizer, A., Knoll, P., Urbach, N., von der Gracht, H. und Hardjono, T. (2020) To what extent will blockchain drive the machine economy? Perspectives from a prospective study, IEEE Technology and Engineering Management Society.
- Simerman, D. (2019) Connecting The Human Economy and The Machine Economy, abgerufen am 23.06.2020 von <https://blog.iota.org/connecting-the-human-economy-and-the-machine-economy-ec00c3236843>.
- Urbach, N. und Röglinger, M. (2019) Introduction to Digitalization Cases: How Organizations Rethink Their Business for the Digital Age, *Digitalization Cases: How Organizations Rethink Their Business for the Digital Age* (Hrsg. Urbach, N., Röglinger, M.).
- Wellershoff, S. (2020) Mobiles Arbeiten gefährdet die IT-Sicherheit, Springer Professional, abgerufen am 23.06.2020 von <https://www.springerprofessional.de/risikomanagement/it-sicherheit/mobiles-arbeiten-gefaehrdet-die-it-sicherheit/17587064>.
- Wright, A. und Filippi, P. de (2015) Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia, abgerufen am 23.06.2020, von <https://ssrn.com/abstract=2580664>.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L. und Vinel, A. (2012) Internet of Things, International Journal of Communication Systems, 25, 9, 1101–1102.
- Xu, X., Weber, I., Staples, M., Zhu, L., Bosch, J., Bass, L., Pautasso, C. und Rimba, P. (2017) A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design, Proceedings of the IEEE International Conference on Software Architecture, Gothenburg, Sweden.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S. und Smolander, K. (2016) Where Is Current Research on Blockchain Technology? – A Systematic Review, PLoS ONE, 11, 10.