



## Geld verdienen im IoT – aber wie?

Felix Wortmann  · Dominik Bilgeri · Heiko Gebauer ·  
Claudio Lamprecht · Elgar Fleisch

Eingegangen: 8. Juli 2019 / Angenommen: 14. September 2019  
© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

**Zusammenfassung** Unternehmensberatungen, Marktforschungsinstitute und Technologie-Evangelisten haben sich in den letzten Jahren mit positiven Prognosen zum enormen Geschäftspotenzial im Internet der Dinge (aus dem Englischen Internet of Things, IoT) gegenseitig übertroffen. In der Tat eröffnen vernetzte IoT-Lösungen neue Geschäftspotenziale und sind derzeit im Begriff ganze Branchen zu disruptieren. Jedoch zeigen neuste empirische Forschungsergebnisse und bisherige Erfahrungen, dass Unternehmen diese Chancen viel langsamer realisieren als erwartet. Selbst IoT-Pioniere wie General Electric sind mit ihren ambitionierten Digitalisierungsinitiativen vorerst gescheitert und sehen sich gezwungen, ihre kommunizierten IoT-Pläne deutlich anzupassen. In Anbetracht dieses Digitalisierungs-Paradox, mit hohen Investitionskosten und niedrigen Erträgen, suchen Unternehmen heute mehr denn je nach neuen Möglichkeiten, die über bekannte Produkt- und Dienstleistungsinnovationen hinausgehen. Der vorliegende Grundlagenbeitrag widmet sich den Fragen,

---

F. Wortmann (✉) · H. Gebauer · C. Lamprecht · E. Fleisch  
Universität St. Gallen, Dufourstr. 40a, 9000 St. Gallen, Schweiz  
E-Mail: Felix.Wortmann@unisg.ch

H. Gebauer  
E-Mail: Heiko.Gebauer@unisg.ch

C. Lamprecht  
E-Mail: Claudio.Lamprecht@unisg.ch

E. Fleisch  
E-Mail: efleisch@ethz.ch

D. Bilgeri · E. Fleisch  
ETH Zürich, Weinbergstr. 56/58, 8006 Zürich, Schweiz  
E-Mail: dbilgeri@ethz.ch

H. Gebauer  
Fraunhofer IMW, Leipzig, Deutschland

Linköping Universität, Linköping, Schweden

wie das IoT die zentralen Geschäftsmodellelemente von Unternehmen beeinflusst und wie das Digitalisierungs-Paradox überwunden werden kann. Darüber hinaus reflektiert der Beitrag erfolgsversprechende Vorgehensweisen auf dem langen Weg zur Profitabilität im Internet der Dinge.

**Schlüsselwörter** Internet der Dinge · Digitalisierungs-Paradox · Geschäftsmodelle · Innovation · Digitale Produkte und Services · Ertragsmodelle · Profitabilität

## Monetizing the Internet of Things

**Abstract** In recent years, strategy consultants, market researchers, and technology evangelists have outbid each other with positive forecasts regarding the economic potential of the Internet of Things (IoT). In fact, there is a common understanding that IoT solutions open up new business potential and are currently disrupting entire industries. However, recent empirical research shows that companies realize these opportunities much slower than anticipated. Even undisputed IoT pioneers such as General Electric have recently failed with their ambitious digitization initiatives and are forced to revise their communicated IoT plans. In view of this digitization paradox, with significant IoT investments, but low generated returns, companies are now more than ever looking for new opportunities that go beyond popular product and service innovations. This article addresses the question of how the IoT influences core business model elements, and reflects promising strategies for the long journey to profitability in the Internet of Things.

**Keywords** Internet of Things · Digitalization Paradox · Business Models · Innovation · Smart Products and Services · Revenue Models · Profitability

### 1 Einleitung<sup>1</sup>

Das Internet der Dinge (aus dem Englischen Internet of Things, IoT), d.h. die Verschmelzung der physischen und digitalen Welt, bietet enorme neue Geschäftsmöglichkeiten und wird jede Branche grundlegend verändern (Iansiti und Lakhani 2014; Porter und Heppelmann 2014, 2015). Analysten prognostizieren ein hohes IoT-getriebenes Umsatzwachstum (vgl. Columbus 2018). Ob selbstfahrende Autos, intelligente Häuser, medizinische Fitnessstracker oder vernetzte Produktionsanlagen, die disruptive Kraft des IoT wird die Geschäftslogiken verschiedener Branchen fundamental und industrieübergreifend verändern (Lueth 2015; Manyika et al. 2015; Turck 2018).

Trotz dieser prognostizierten Wachstumsszahlen haben viele produzierende Unternehmen derzeit Schwierigkeiten, vom IoT zu profitieren (Davenport und Westerman 2018). Das Digitalisierungs-Paradox beschreibt dieses Phänomen, wonach produzie-

<sup>1</sup> Der vorliegende Beitrag stützt sich auf Inhalte, die in den folgenden Publikationen vertieft behandelt werden: Bilgeri (2019); Bilgeri et al. (2019); Fleisch et al. (2015), (2016); Wortmann et al. (2017).

rende Unternehmen große Probleme haben, IoT-Initiativen erfolgreich umzusetzen (Gebauer et al. 2019). Dies gilt auch für große Unternehmen wie General Electric (GE), die trotz Milliardeninvestitionen, der Einführung neuer digitaler Geschäftseinheiten und des starken Engagements des Top-Managements vor großen Herausforderungen stehen (Crooks 2017; Colvin 2018). In Anbetracht dieses Digitalisierungs-Paradox, mit hohen Investitionskosten und niedrigen Erträgen, suchen Unternehmen heute mehr denn je nach neuen Möglichkeiten, die über bekannte Produkt- und Dienstleistungsinnovationen hinausgehen (Bilgeri et al. 2019). Der vorliegende Grundlagenbeitrag widmet sich den Fragen, wie das IoT die zentralen Geschäftsmodellelemente von Unternehmen beeinflusst und reflektiert erfolgsversprechende Strategien auf dem langen Weg zur Profitabilität im Internet der Dinge.

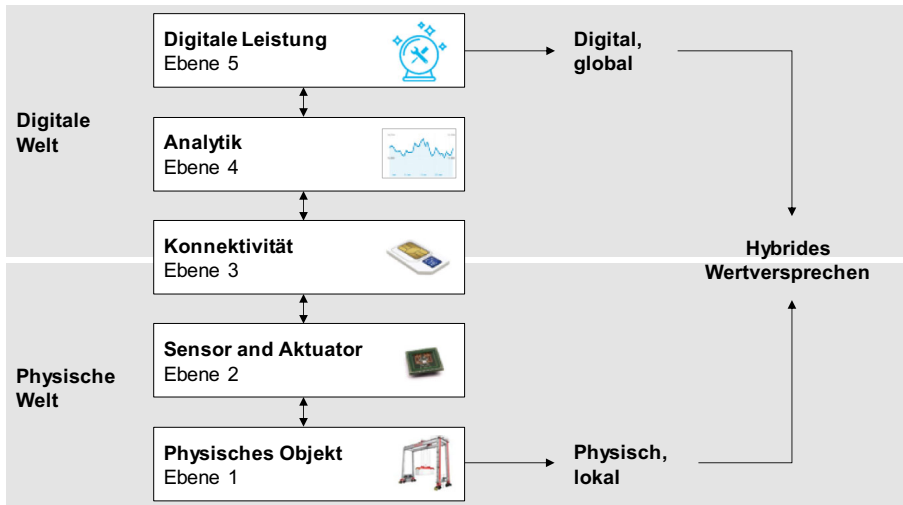
## 2 Wie das IoT Geschäftsmodelle verändert

Eine wachsende Zahl wissenschaftlicher Publikationen widmet sich dem Thema, wie Unternehmen und ihre Geschäftsmodelle von IoT-Technologien beeinflusst werden (vgl. Strobel et al. 2019; Pflaum und Schulz 2018; Fleisch et al. 2015; Flüchter 2014; Westerlund et al. 2014; Dijkman et al. 2015). Der vorliegende Grundlagenbeitrag trägt zu dieser Diskussion bei und beleuchtet im ersten Schritt die Frage, wie sich das IoT auf die drei zentralen Geschäftsmodellelemente *Wertschöpfung*, *Wertversprechen* und *Monetarisierung* auswirkt (Teece 2010). Die „Wertschöpfung“ bezieht sich auf die Prozesse, Aktivitäten und Ressourcen, die erforderlich sind, um ein Wert- bzw. Leistungsversprechen effizient anbieten zu können (Gassmann et al. 2014). Das „Wertversprechen“ wiederum beschreibt den Nutzen, den ein Angebot für den Kunden generiert (Gassmann et al. 2014; Clauss 2017). Schließlich definiert das Geschäftsmodellelement „Monetarisierung“ die Logik, wie die verschiedenen Komponenten eines Wertversprechens bepreist werden, mit dem Ziel, einen Teil der erwirtschafteten Umsätze als Gewinne zu realisieren (Gassmann et al. 2014; Nenonen und Storbacka 2010).

### 2.1 Wertschöpfung

Industrieunternehmen wie GE, Konecranes, Bosch oder Heidelberger Druckmaschinen sind gezwungen, ihre Wertschöpfungsaktivitäten im IoT auszuweiten und die Produktion von physischen Produkten um die Bereitstellung digitaler Leistungen zu erweitern (Fleisch et al. 2015; Porter und Heppelmann 2015; Iansiti und Lakhani 2014). Die daraus resultierenden Lösungen umfassen die physische und digitale Welt (siehe Abb. 1).

IoT-Lösungen umfassen fünf Wertschöpfungsebenen (Fleisch et al. 2015; Porter und Heppelmann 2015; Strobel et al. 2019). So beinhalten beispielsweise die intelligenten Kranlösungen von Konecranes, einem führenden finnischen Anbieter von Industriekränen, immer noch ein physisches Produkt (Ebene 1), nämlich den Kran, der ausschliesslich lokal (dort, wo er physisch steht) genutzt werden kann. Der Kran ist jedoch nun mit Sensoren und Aktoren ausgestattet (Ebene 2), die z. B. die aktuellen Belastungen erfassen, und mit dem Internet verbunden (Ebene 3). Diese Daten

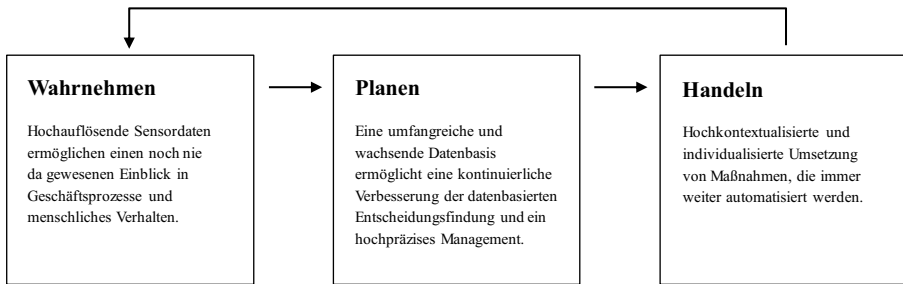


**Abb. 1** Wertschöpfungsebenen im Internet der Dinge. (Fleisch et al. 2015)

stehen für Analysen durch Konecranes und Dritte zur Verfügung (Ebene 4). Aufbauend auf diesen ersten vier Ebenen ist Konecranes nun in der Lage, neue digitale Dienste wie z. B. Ferndiagnose anzubieten, auf die Kunden global (z. B. über das Internet oder entsprechende Apps) zugreifen können (Ebene 5) (Konecranes 2017). Daraus ergibt sich eine IoT-Lösung, die mehr ist als die Summe ihrer Einzelkomponenten und ein hybrides Wertversprechen aus physischen und digitalen Leistungen darstellt (Fleisch et al. 2015; Porter und Heppelmann 2015; Leimeister und Glauner 2008).

Das IoT verändert jedoch nicht nur einzelne Produkte und damit den Wettbewerb innerhalb einer Branche. Zunehmend entstehen vernetzte Produktsysteme, die sich durch die Vernetzung verschiedener Produkte und Komponenten auszeichnen. Porter und Heppelmann (2014) beschreiben diese neuen Systeme am Beispiel der Landwirtschaft. Das IoT wertet nicht nur Traktoren auf, sondern auch Maschinen, die an den Traktor angehängt werden können. Traktor und Maschine können nun ausserdem miteinander kommunizieren. Die Sämaschine kann nun dem Traktor mitteilen, wie ausgelastet sie ist und ob der Trecker noch schneller fahren kann. Traktor und Sämaschine bilden somit ein Produktsystem. Schlussendlich entstehen komplett neue, vernetzte Ökosysteme, die durch das IoT zusammengeführt werden. So verbindet das IoT heute beispielsweise Landwirte mit Landmaschinenherstellern und Wetterdatenanbietern (Porter und Heppelmann 2014).

Das IoT hat schlussendlich einen fundamentalen Einfluss auf das Management im Unternehmen. Hochauflösende Sensordaten geben noch nie dagewesene Einblicke in Abläufe der physischen Welt. Diese Einblicke können genutzt werden, um datenbasiert Entscheidungen zu treffen und ein hochpräzises Management zu realisieren (Fleisch 2010). Schlussendlich können so hochkontextualisierte und individualisierte Maßnahmen umgesetzt werden. Überträgt man diese Logik auf das Beispiel von Konecranes, hilft die Vernetzung dem Fertigungsunternehmen mit Hil-



**Abb. 2** Das IoT verändert das Management im Unternehmen

fe hochauflösender Sensordaten, den Betriebszustand jedes einzelnen Kranes und seiner Komponenten zu überwachen, kontinuierlich seine Entscheidungsprozesse zu optimieren (z. B. ist eine Wartung aktuell notwendig) und im Falle von Problemen kosteneffizient, zunehmend automatisiert und gezielt einzugreifen (siehe Abb. 2).

Von der Medizin kann man dabei zentrale Erkenntnisse für das IoT übernehmen. Röntgen, Computer- (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) haben die Medizin jeweils grundlegend verändert (Dössel 2000; Fleisch 2010). Dies ist zunächst durchaus erstaunlich, da alle diese Geräte per se keine heilende Wirkung haben. Wie das IoT erfassen diese Geräte in einem ersten Schritt „lediglich“ hochauflösende Daten. Damit bieten sie aber die Grundlage für völlig neue Behandlungsmethoden. Heute ist es beispielsweise in der Krebsbehandlung möglich, eine Operation sehr genau mithilfe von MRT-Daten zu planen und schlussendlich auch extrem präzise durchzuführen. Häufig dauert es jedoch auch in der Medizin Jahrzehnte, bis die neuen Möglichkeiten disruptiver Technologien erkannt, umgesetzt und validiert sind. Eine analoge Entwicklung ist auch im IoT zu erwarten.

## 2.2 Wertversprechen

IoT-Lösungen bieten Kunden hybride Wertversprechen, denn sie bestehen aus einem Bündel aus digitalen und physischen Produkten und Services (Fleisch et al. 2016; Wortmann et al. 2017) (siehe Abb. 1 und 3).

Verschiedene Beispiele illustrieren die in der Praxis umgesetzte Vielfalt an Kombinationen hybrider Wertversprechen. So bietet zum Beispiel der Elektroautomobilhersteller Tesla mit seinen Fahrzeugen dem Kunden ein *physisches Produkt* und zusätzlich die Option eines als kostenpflichtigen Software-Updates erhältlichen „Autopiloten“ (*digitales Produkt*). Ein Beispiel für ein anderes Bündel liefert die Google-Tochter Nest mit ihren Überwachungskameras. Nest verkauft die Kamera-Hardware für eine Einmalzahlung von \$199 (*physisches Produkt*) und bietet zusätzlich eine 30-tägige Online-Videospeicherung für monatlich \$ 25 (*digitaler Service*). Als letztes Beispiel offeriert wiederum der finnische Kranhersteller Konecranes mit „RENTALL“ Kräne ein Mietangebot (*physischer Service*) inklusive digitaler Fernwartung (*digitaler Service*) über eine Laufzeit von 36 Monaten.

Digitale Produkte und Services werden heute in der Regel unter dem Begriff *Smart Services* subsumiert (vgl. Strobel et al. 2019; Herterich et al. 2016; Wes-

<b>Digital</b>	immateriell „lagerbar“ Eigentümer Verkauf, Leasing	immateriell „lagerbar“ untrennbar/Anbieter-gebunden Abo, Verbrauch, Ergebnis
	materiell lagerbar Eigentümer Verkauf, Leasing	immateriell nicht lagerbar untrennbar/Anbieter-gebunden Abo, Verbrauch, Ergebnis
<b>Physisch</b>	<b>Produkt</b>	<b>Service</b>

**Abb. 3** IoT-Lösungen als Kombination physischer und digitaler Produkte und Services. (In Anlehnung an Fleisch 2016; Vision Mobile 2016; Kotler et al. 2016)

terlund et al. 2014). Im Lichte der oben skizzierten Beispiele ist dies durchaus kritisch zu reflektieren, da in einem solchen Fall in der betriebswirtschaftlichen Entscheidungsfindung wenig Differenzierung möglich ist. Dabei lassen sich bei einer detaillierteren Betrachtung zwei zentrale Erkenntnisse ableiten.

Erstens, auch in der digitalen Welt können Produkte und Services unterschieden werden, die fundamental unterschiedliche Charakteristika aufweisen. Digitale Produkte, wie z. B. ein iTunes-Song oder die Autopilot-Software von Tesla, haben einen Eigentümer (in der Regel der Käufer) und werden auf der Basis einer Einmalzahlung oder Leasing erworben. Digitale Dienstleistungen, wie z. B. ein Netflix-Abo oder der beschriebene Videospeicher von Nest, sind in der Regel untrennbar an den Leistungserbringer gebunden und werden über Abo, Verbrauch oder erzielt Ergebnis abgerechnet (Fleisch 2016; Vision Mobile 2016).

Zweitens, digitale Produkte und Services unterscheiden sich ganz wesentlich von klassischen, physischen Services, insbesondere im Hinblick auf ihre „Lagerbarkeit“. Das klassische Serviceverständnis verbindet mit dem Begriff Lagerbarkeit, dass Services nicht für die spätere Nutzung und Skalierung vorgehalten werden können (Kotler et al. 2016). Im Gegensatz dazu können digitale Produkte und Services jedoch sehr wohl für eine spätere Nutzung und Skalierung „gelagert“ werden. Sie sind wie Produkte häufig stark standardisiert, und die geringen Grenzkosten der digitalen Welt eröffnen z. B. im Vergleich zu physischen Services, die auf menschlicher Arbeitskraft basieren, völlig neue Möglichkeiten der Skalierung (Porter und Heppelmann 2014). Damit besitzen digitale Produkte und Services entscheidende Charakteristika (Standardisierung, Skalierbarkeit) von physischen Produkten, was

fundamentale Implikationen z. B. für die Wertschöpfung hat (zentrale vs. dezentrale Leistungserbringung).

### 2.3 Monetarisierung

Traditionell haben produzierende Unternehmen den größten Teil ihrer Erträge mit physischen Produkten erwirtschaftet, die gegen Einmalzahlungen verkauft werden. Diesen Zahlungen stehen vor allem Herstellkosten gegenüber, die ebenfalls einmalig anfallen. Zusätzlich wurden Services angeboten und in der Regel eigenständig verrechnet (Gebauer et al. 2005). Im IoT ändern sich Erlös- und Kostenströme nun fundamental.

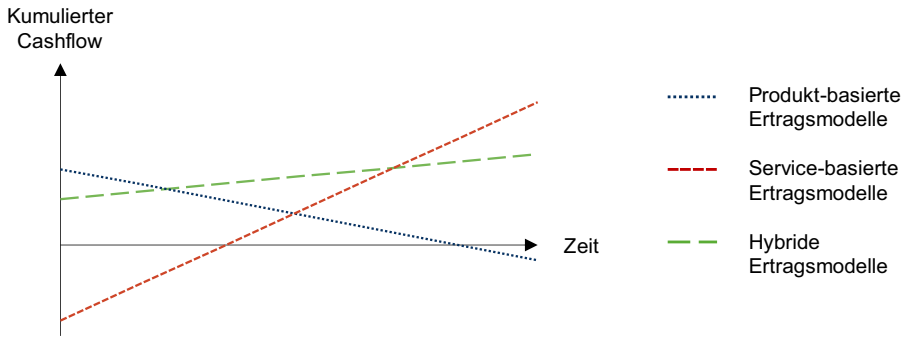
IoT-Lösungen sind eine Kombination aus physischen und digitalen Produkten und Services (Fleisch et al. 2015). Damit können unterschiedliche Erlösströme realisiert werden. NEST kann beispielsweise die Kamera monetarisieren (einmalig) und den Videoservice (Abo). Alternativ kann aber auch nur eine der beiden Komponenten monetarisiert werden. Beispielsweise kann der Videoservice kostenlos angeboten werden, da dies entsprechende Konkurrenzangebote notwendig machen. Damit unterliegen IoT-Lösungen in der Monetarisierung klassischen Bundling-Fragestellung (vgl. Huber und Kopsch 2000). Im IoT sind Unternehmen nun neu zusätzlich zu den Produktkosten auch mit Kosten für die Erbringung digitaler Leistungen konfrontiert (Forschungs- und Entwicklungskosten seien hier vernachlässigt). Bei der regelmäßigen Erbringung digitaler Services fallen dann kontinuierlich Kosten an. Für viele Produkthersteller ist das eine völlig neue Situation, die sie kalkulatorisch erst einmal abbilden müssen. Es entstehen Kosten, obwohl das physische Produkt bereits an den Kunden übergeben wurde.

In der Praxis lassen sich drei IoT-Ertragsmodelle unterscheiden (Wortmann et al. 2017; Fleisch et al. 2016) (siehe Abb. 4). Erstens, mit Produkt-basierten Ertragsmodellen erwirtschaften die jeweiligen Unternehmen ihre Umsätze auf Basis von Einmalzahlungen. Zusätzliche (digitale) Serviceleistungen werden nicht separat monetarisiert. Im Smart Home-Geschäft ist dieses Vorgehen üblich, da Kunden selten bereit sind, für digitale Leistungen zu zahlen. Ein intelligenter Lautsprecher wie Amazon Echo wird einmalig gekauft, und die Nutzung des zugehörigen Dienstes Alexa ist dann kostenlos, obwohl hier für Amazon bei jeder Nutzung Kosten anfallen. Betrachtet man den kumulierten Cashflow<sup>2</sup> über die Zeit, sinkt mit jeder Nutzung die Marge des Anbieters. Bei Produkt-basierten Ertragsmodellen sind die laufenden Servicekosten daher mit der anfänglichen Produktmarge zu kompensieren. Möglich sind solche Ertragsmodelle häufig nur, da digitale Grenzkosten äußerst gering sind.

Zweitens, durch die Anwendung Service-basierter Ertragsmodelle stellen Services die einzige monetarisierte Einnahmequelle dar. Einmalserlöse für Produkte, z. B. zur Finanzierung der Herstellung der Hardware, werden nicht realisiert. Das beschriebene RENTALL-Angebot inkl. Fernwartung von Konecranes basiert beispielsweise lediglich auf monatlichen Mietzahlungen. Betrachtet man hier den kumulierten Cashflow, so steigt dieser dank der regelmäßigen Einnahmen über die Zeit. Jedoch

---

<sup>2</sup> Der kumulierte Cashflow bezieht sich hier auf die Differenz aller Ein- und Auszahlungen die ein Unternehmen für eine bestimmte IoT Lösung mit fortlaufender Zeit realisiert.



**Abb. 4** Kumulierter Cashflow der verschiedenen IoT-Ertragsmodelltypen. (Exemplarische Darstellung)

besteht zunächst eine erhebliche Finanzierungslücke, da die Hardware zwar produziert aber nicht unmittelbar monetarisiert wird. Dadurch entsteht für den Anbieter ein Risiko, dass der Kunde ggf. zu früh das Mietverhältnis kündigt. Im B2B-Umfeld werden solche Angebote daher häufig an Mindestlaufzeiten geknüpft.

Schließlich kombinieren hybride Ertragsmodelle produktbasierte (einmalige) und dienstleistungs-basierte (wiederkehrende) Umsätze. Im Fall von Google Tochter Nest ist für die vernetzte Sicherheitskamera ein Kaufpreis zu bezahlen. Monatlich ist zusätzlich eine Abogebühr zu entrichten, um die aufgezeichneten Videos der Überwachungskamera jederzeit über einen Online-Service abrufen zu können. Der kumulierte Cashflow ist somit von Anfang an positiv (Hardwaremarge der Kamera) und steigt über die Zeit (Abogebühren). Aus Anbietersicht erscheint das hybride Ertragsmodell zunächst einmal vorteilhaft. Dieses lässt sich in der betriebswirtschaftlichen Praxis jedoch immer seltener durchsetzen (Wortmann et al. 2017; Fleisch et al. 2016).

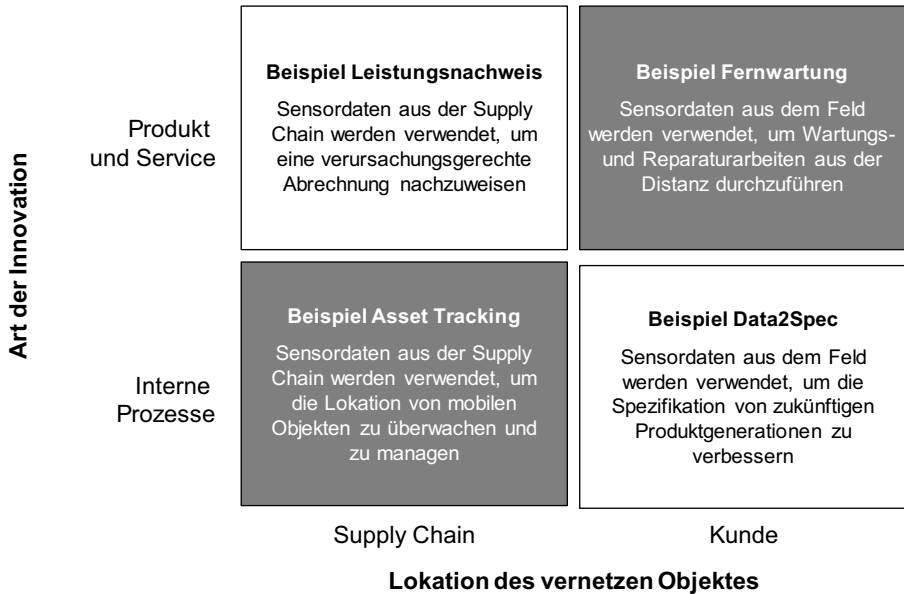
### 3 Überwindung des Digitalisierungs-Paradox

Unternehmen haben verstanden, dass sie die vielfältigen betriebswirtschaftlichen Chancen der Digitalisierung gezielt adressieren müssen. Um im Internet der Dinge erfolgreich zu sein, sind Unternehmen gefordert, wesentliche Hürden im IoT zu meistern. Um diese zu überwinden, haben sich Vorgehensweisen etabliert, denen im Kern eine ähnliche Logik zugrunde liegt (vgl. Ng 2018; O'Reilly und Tushman 2016).

#### 3.1 Das Digitalisierungs-Paradox

Unternehmen realisieren die Chancen der Digitalisierung viel langsamer als erwartet. Gebauer et al. (2019) beschreiben dieses Phänomen als Digitalisierungs-Paradox, das im Gegensatz zum wohlbekannten Service-Paradox (vgl. Gebauer et al. 2005) nicht die Erschließung physischer Services thematisiert, sondern die Erschließung digitaler Produkte und Services (siehe auch Abb. 3). Ein zentraler Schlüssel zu dessen Überwindung liegt in der Ausschöpfung des gesamten ökonomischen Potentials





**Abb. 5** Innovationsarten nach Lokation des vernetzten Objekts. (In Anlehnung an Hartmann et al. 2019)

des IoT. Dies beinhaltet sowohl die Innovation neuer Produkte und Services (Wertversprechen Kunde) als auch die Verbesserung interner Prozesse (vgl. Christensen und van Bever 2014; zitiert in Flüchter 2014). Die Umsetzung einzelner Initiativen, z. B. die alleinige Fokussierung auf die Monetarisierung externer Wertversprechen, reicht häufig nicht aus, um die anfänglichen Investitionskosten zu amortisieren. Viele Unternehmen unterliegen dabei einem *Salienz-Bias* (aus dem Englischen für Auffälligkeitsverzerrung), der eine verkürzte Betrachtung weniger „Blockbuster“-Anwendungsfälle bewirkt (Bilgeri et al. 2019). „Blockbuster“-Anwendungsfälle wie z. B. vorausschauende Wartung (aus dem Englischen Predictive Maintenance) prägen die öffentliche Diskussion und werden insbesondere auch durch das intensive Marketing von IoT-Technologieanbietern immer wieder in den Vordergrund gestellt. Als Resultat konzentrieren sich viele Unternehmen auf diese Anwendungsfälle, die häufig sehr ambitionierte Innovationen in den Mittelpunkt stellen, und übersehen dabei andere Möglichkeiten, die weniger ambitioniert sind, einen guten Einstieg in das Thema IoT erlauben und gerade kurzfristig einen höheren Nutzen versprechen (siehe Abb. 5).

Die zwei folgenden Beispiele veranschaulichen die Bedeutung und Notwendigkeit ganzheitlicher IoT-Innovation. Das erste Beispiel bezieht sich auf vernetzte Objekte, die nicht im Besitz des Kunden sind, sondern im direkten Einflussbereich des jeweiligen Unternehmens stehen. Landwirtschaftliche Dienstleister (Lohnunternehmer) nutzen IoT-Daten ihrer Landmaschinen zunächst einmal, um die Effizienz ihrer eigenen Prozesse zu verbessern. Telemetriedaten ermöglichen es Lohnunternehmern unter anderem, die Position und den Betriebszustand ihrer Landmaschinen zu überwachen und ein effizientes Flottenmanagement zu realisieren. Die entsprechenden

Vorteile kommen dem Lohnunternehmer zugute, der seine internen Prozesse optimieren und schlussendlich effizienter wirtschaften kann. Über interne Prozessinnovation hinaus können die Daten aber auch für neue Produkte und Services genutzt werden. Der Einsatz von hochspezialisierten, leistungsfähigen Agrarmaschinen ist mittlerweile so teuer, dass Kunden von Lohnunternehmern (z. B. Landwirte) eine minutengenaue, hochauflösende Abrechnung auf der Basis von Telemetriedaten als echten Mehrwert und somit differenzierenden Service wahrnehmen. Die Vernetzung der landwirtschaftlichen Maschine führt so zu interner Prozessoptimierung und Serviceinnovation für den Kunden.

Ein zweites Beispiel, in dem sich das vernetzte Objekt beim Kunden befindet, liefert Heidelberger Druckmaschinen AG. Mit seinen vernetzten Lösungen ist der deutsche Hersteller von Industriedruckanlagen in der Lage, innovative Services wie vorausschauende Wartung anzubieten. Dabei sendet die Anlage im Falle einer Störung automatisch eine elektronische Fehlermeldung an das Unternehmen und ermöglicht den Servicetechnikern, Reparaturarbeiten aus der Distanz durchzuführen oder bei Bedarf direkt die richtigen Ersatzteile mitzubringen. Die Monetarisierung dieses neuen daten-getriebenen Serviceangebots deckt jedoch nur einen Teil des IoT-Potentials vernetzter Druckanlagen. Gleichzeitig werden die IoT-Daten auch genutzt, um die Entwicklungsprozesse der Heidelberger Druckmaschinen AG zu optimieren. Im Anwendungsfall Data-to-Specification (Data2Spec) ermöglichen IoT-Daten, reale Belastungsszenarien zu erfassen und somit bei der Entwicklung neuer Produktgenerationen eine Unter- bzw. Überspezifikation zu verhindern. Die Vernetzung der Druckanlage führt so ebenfalls zu Serviceinnovation für den Kunden und interner Prozessoptimierung bei Heidelberger Druck (Bilgeri et al. 2019).

### 3.2 Der lange Weg zur Profitabilität im IoT

Um im Internet der Dinge erfolgreich zu sein und das Digitalisierungsparadox zu überwinden, gilt es grundlegende Hürden zu meistern. Diese müssen permanent reflektiert werden, um zu verstehen, mit welchen drängendsten Herausforderungen das eigene Unternehmen konfrontiert ist und entsprechende Handlungsmaßnahmen abzuleiten. In der Praxis können auf der Reise vom physischen Produkt zur profitablen IoT-Lösung sieben zentrale Herausforderungen unterschieden werden, die überwacht, gemessen und systematisch gemanagt werden müssen (siehe Abb. 6).

Die Herausforderungen beziehen sich auf die Produktkomponenten, die Servicekomponenten und die Profitabilität von IoT-Lösungen. Während diesen Problemen eine sequentielle Logik zugrunde liegt (ohne vernetzbares Produkt können keine Services angeboten werden, ohne genutzte Services können die Potenziale nicht realisiert werden), gibt es verschiedene Querbezüge und zirkuläre Zusammenhänge zu beachten. Im Sinne einer klassischen „Henne-Ei“-Problematik hemmt z. B. der Mangel an attraktiven IoT-Services die Nutzungs- und Zahlungsbereitschaft der Kunden. Vermeintlich fehlende Marktpotenziale wiederum halten Unternehmen davon ab, notwendige Investitionen in attraktive IoT-Lösungen zu tätigen.

Der erste Schritt in Richtung IoT ist die Vernetzung von Produkten. Dabei ergibt sich zunächst das Problem der technischen Vernetzbarkeit (*Vernetzbarkeitsproblem*). Während Autos und Autokomponenten basierend auf der im Fahrzeug enthaltenen



Abb. 6 Zentrale Hürden im IoT

Elektronik und Energieversorgung verhältnismäßig gut vernetzbar sind, stellt die Vernetzung einer Bohrmaschine mit beschränkter Akkuleistung oder etwa eines völlig analogen Produkts (z. B. Fensterrahmen) Unternehmen vor ganz andere Herausforderungen. In einem weiteren Schritt müssen vernetzbare Produkte auch tatsächlich vernetzt werden (*Vernetzungsproblem*). Der finnische Kranhersteller Konecranes berichtet im Zusammenhang mit kürzlich eingeführten intelligenten Kransystemen, dass es insbesondere im B2B-Bereich noch große Ressentiments zu Daten- und Sicherheitsfragen gibt (Bilgeri et al. 2019). Obwohl der Kran vernetzbar ist, fehlt dem Kunden somit ggf. das Vertrauen oder er sieht den Mehrwert der Vernetzung einfach nicht. Im Zweifelsfall wird der Kran dann eben nicht vernetzt, obwohl dies technisch durchaus möglich wäre. Der Kunde „steckt den Netzwerkstecker einfach nicht rein“ und somit fallen auch die Potentiale der internen Prozessoptimierung für den Hersteller weg (vgl. Abschn. 3.1).

Auf dem vernetzten IoT-Produkt setzt das Serviceangebot auf. Hier gilt es für Unternehmen, ein attraktives Serviceangebot zu realisieren. Ohne die notwendige Breite und Tiefe im Serviceangebot (*Verfügbarkeitsproblem*) ist eine Serviceadoption nicht zu erzielen. Die Verfügbarkeit von Services ist Voraussetzung für die Nutzung. Hier wiederum entstehen Probleme (*Nutzungsprobleme*), wenn Services z. B. als zu teuer oder zu wenig wertstiftend wahrgenommen werden. Schlussendlich garantieren hohe Nutzungszahlen noch keine Zahlungsbereitschaft (*Monetarisierungsproblem*), wie die Erfahrungen aus dem Internet aufzeigen. Unreflektierte Ertragsmodelle und eine mangelhafte Preispolitik können hier auch zu Diskrepanzen führen (Wortmann et al. 2017).

In einem letzten Schritt verfolgen Unternehmen das Ziel, ihre IoT-Lösungen gewinnbringend einzusetzen bzw. zu vermarkten. Viele Organisationen kämpfen in diesem Zusammenhang mit unzureichenden Umsätzen und Kosteneinsparungen (*Potenzialproblem*). Können bereits nennenswerte Umsätze und Kosteneinsparungen mit IoT-Lösungen realisiert werden, so sind diese häufig mit hohen Investitions-

kosten und entsprechend geringer Profitabilität verbunden (*Profitabilitätsproblem*) (Gebauer et al. 2019).

Entlang der aufgezeigten Hürden können Unternehmen mit Hilfe von verschiedenen Kennzahlen (KPIs) (aus dem Englischen für Key Performance Indicator) ihren bisherigen IoT-Erfolg gezielt messen und steuern. Welche Kennzahlen für ein Unternehmen sinnvoll sind, variiert nach IoT-Reife der entsprechenden Organisation. In einem frühen Stadium der Digitalen Transformation kann die Anzahl vernetzbarer Produkte (*Vernetzbarkeitsproblem*) ein zielführender Indikator sein. Später sollten die Nutzung und letztendlich die mit digitalen Services generierten Umsätze und Profite im Mittelpunkt des Managementinteresses stehen.

### 3.3 Etablierte Vorgehensweisen

In der Vergangenheit haben Unternehmen bei der Implementierung nicht-disruptiver Technologien von frühzeitiger und umfangreicher strategischer Planung profitiert. Bei disruptiven Technologien wie IoT und Künstlicher Intelligenz (KI) besteht in den Unternehmen jedoch zunächst kein Erfahrungsschatz, auf dem eine strategische Planung aufgebaut werden kann (Ng 2018; O'Reilly und Tushman 2016). Es müssen erst Erfahrungen gesammelt werden, um überhaupt fundiert langfristig planen zu können. Daher haben sich verschiedene Vorgehensweisen etabliert, denen allen eine ähnliche Kernlogik (zunächst Erfahrungen sammeln, dann langfristig planen und skalieren) zugrunde liegt (siehe Abb. 7).

Ng (2018) und O'Reilly und Tushman (2016) beschreiben das zentrale Wesensmerkmal dieser Vorgehensweisen als die veränderte Chronologie strategischer Handlungsmaßnahmen und empfehlen die Umsetzung fünf sequentieller Schritte. So sind Unternehmen angehalten, in einem ersten Schritt mit einzelnen Pilotprojekten Erfahrungen zu sammeln und mit sichtbaren Erfolgen positives Momentum im Unternehmen zu erzeugen (Exploration), um dann nachgelagert erfolgsversprechende IoT-Strategien zu erarbeiten und die IoT-Aktivitäten zu skalieren (Exploitation).

In Unternehmen herrscht häufig eine gewisse Skepsis gegenüber neuen Technologien, und Mitarbeiter müssen erst vom ökonomischen Potential des IoT überzeugt werden. Daher ist es zu Beginn wichtig, mit kleinen, abgetrennten Pilotprojekten die technischen aber auch ökonomischen Möglichkeiten des IoT aufzuzeigen. Kurzfristig, mit beschränktem Ressourcenaufwand, realisierte Projekte außerhalb des unternehmenskritischen Umfelds tragen einen wesentlichen Beitrag dazu bei, mit beschränktem Risiko positives *Momentum zu erzeugen*.

In einem nächsten Schritt sind Unternehmen gefordert, *gezielt IoT Fähigkeiten aufzubauen*. Am Anfang ist es kaum flächendeckend möglich, in allen betroffenen Divisionen und Abteilungen entsprechende IoT-Spezialisten einzustellen, zumal es oft auch an entsprechendem Fachpersonal mangelt. Anstatt mit der „Gießkanne“ Ressourcen über die Firma hinweg zu verteilen, bauen viele Organisationen zunächst zentrale IoT-Teams auf, die bereichsübergreifend Projekte begleiten, eine gewisse Standardisierung durchsetzen und unternehmensübergreifende Infrastruktur zur Verfügung stellen.

Drittens müssen Organisationen ihre Mitarbeiter in der Linie, vom Top-Manager bis zum operativen Mitarbeiter in der Produktion, befähigen, unabhängig von

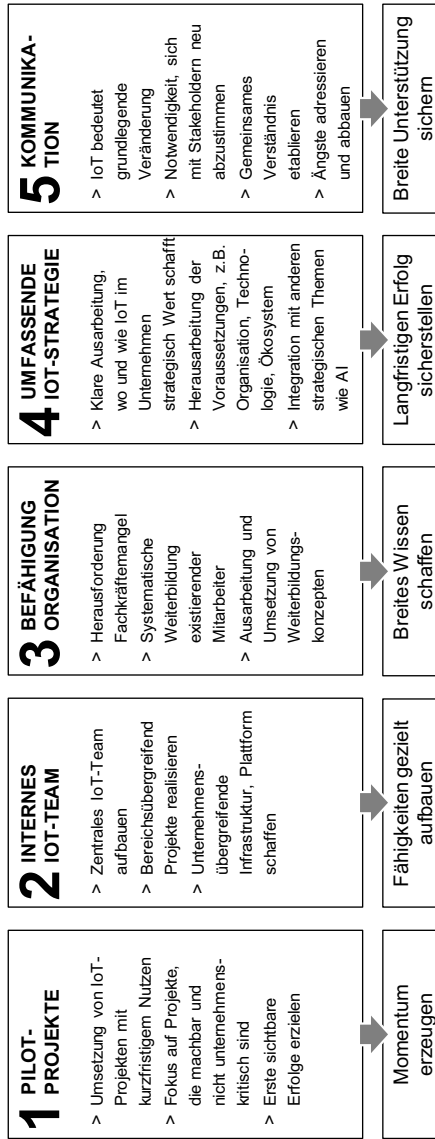


Abb. 7 Etablierte Vorgehensweisen. (Aus dem Englischen von Ng 2018; O'Reilly und Tushman 2016)

zentralen Einheiten und Stabstellen erfolgreiche IoT-Lösungen zu „denken“ und anzugehen (*Breites Wissen schaffen*). Viele Unternehmen setzen bereits heute auf modulare Ausbildungskonzepte. Diese lassen sich beispielsweise gezielt um IoT-Themen erweitern. Im Lichte der starken Nachfrage nach IoT-Weiterbildungsinhalten hat sich ein breites Spektrum an Angeboten etabliert, von mehrmonatigen Ausbildungsprogrammen bis zu fokussierten Schulungen. Alternative, kosteneffiziente Möglichkeiten bieten verschiedene Onlinekurse, wie beispielsweise Coursera, Udemu oder Udacity.

Erst wenn sich ein Unternehmen eine gewisse IoT-Erfahrung und -Kompetenz erarbeitet hat, macht es Sinn, eine umfassende IoT-Strategie auszuarbeiten. Ohne einen grundlegenden, bereichsübergreifenden Wissensstand im Unternehmen drohen entsprechende Diskussionen sonst an ihrer Oberflächlichkeit zu scheitern. Um *langfristigen IoT-Erfolg sicherzustellen*, sind beispielsweise die unternehmenseigenen Treiber der IoT-Wertschöpfung, die Integration mit anderen strategischen Themen oder die organisatorische Implementierung kritisch zu definieren. Die Ausarbeitung einer IoT-Strategie läutet in der Regel auch einen Übergang von einer explorativen zu einer exploitativen Phase der Skalierung ein.

In einem fünften und letzten Schritt müssen sich Unternehmen die *Unterstützung ihrer Stakeholder sichern*. Einen wesentlichen Aspekt stellt dabei die richtige Unternehmenskommunikation dar, mit dem Ziel, eine gemeinsame Vision zu etablieren und etwaige Ängste und Vorbehalte zu adressieren. Differenzierter betrachtet gilt es, Eigentümer und Gläubiger für langfristige Investitionen zu gewinnen, die Ängste von Mitarbeitern vor neuen Jobanforderungen oder gar einem Jobverlust abzubauen und Kunden und Partner vom Potenzial neuer Angebote und dem vertrauensvollen Umgang mit Daten zu überzeugen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass viele Unternehmen derzeit nicht in der Lage sind, mit ihren ambitionierten IoT-Initiativen ausreichenden Wertschöpfung für sich und ihre Stakeholder zu generieren (Davenport und Westerman 2018; Crooks 2017; Colvin 2018). Viele digitale Transformationen scheinen vorerst gescheitert, da sie im Vergleich zu den getätigten Investitionen keine angemessenen Renditen erzielen konnten (Gebauer et al. 2019). Abschließend soll noch einmal aufgezeigt werden, welche zentralen Paradigmenwechseln Unternehmen in diesem Kontext zu meistern haben und auf welche weiteren Entwicklungen im Umfeld IoT sich die Unternehmen einstellen müssen.

### 4.1 Zentrale Paradigmenwechsel im IoT

Verschiedene Studien haben den transformativen Charakter des IoT beschrieben und stützen die These, dass das IoT die Art und Weise, wie Industrieunternehmen wirtschaften, grundlegend verändert (Fleisch et al. 2015; Porter und Heppelmann 2014, 2015; Ardolino et al. 2018). Das IoT stellt dabei vorherrschende Paradigmen in Frage (vgl. Castellacci 2008; Brettel et al. 2014; Savastano et al. 2019). Die

Fähigkeit, bestehende Paradigmen zu überwinden, die über einen langen Zeitraum gültig waren, bildet somit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil auf dem Weg in das IoT.

Im Hinblick auf das Wertversprechen müssen produzierende Unternehmen das *Produktparadigma* überwinden. Hybride Wertversprechen im IoT enthalten per Definition sowohl eine physische Komponente als auch digitale Produkte und Dienstleistungen (Fleisch et al. 2015). Gerade die Erbringung digitaler Dienstleistungen (z. B. Fernüberwachung von Maschinen) und deren Integration in bestehende physische Produkt- und Serviceangebote (z. B. Service-Hotline) stellen produzierende Unternehmen vor große Herausforderungen (Porter und Heppelmann 2015). Sie erfordern einzigartiges Know-how und Fähigkeiten, einschließlich der erforderlichen Wertschöpfungsaktivitäten, adäquater Unternehmensstrukturen und Monetarisierungs-Strategien (Ardolino et al. 2018). Produzierende Unternehmen müssen daher ihren starken Fokus auf das auch heute noch häufig dominierende Produktgeschäft überwinden und Kompetenzen im (digitalen) Servicebereich aufbauen (Wortmann et al. 2017).

In Bezug auf die Monetarisierung setzten produktorientierte Unternehmen traditionell auf *direkte Ertragsmodelle*, die ein zweites dominantes Paradigma darstellen. Physische Produkte werden meist direkt gegen einen Verkaufspreis veräußert oder über ein Leasing angeboten. IoT-Lösungen umfassen wenigstens eine physische und eine digitale Leistungskomponente (z. B. Heizung inkl. Fernwartungsservice). Damit ergibt sich eine zusätzliche Komplexität in der Monetarisierung, da nicht jede Komponente direkt (im Sinne von verursachungsgerecht) verrechnet werden muss. Vielmehr sind zahlreiche Möglichkeiten der Monetarisierung möglich, und ein Erlösmodell muss aktiv entwickelt werden. So kann eine Heizung inkl. 10 Jahre Fernwartung z. B. für einen einmaligen Verkaufspreis inkl. Fernwartungsservice angeboten werden, um sich von der Konkurrenz abzugrenzen. Andererseits kann für 10 Jahre eine jährliche Miete vereinbart werden, die Heizung und Fernwartung umfasst. Eine separate Abrechnung von Heizung und Service ist damit keinesfalls zwingend (Wortmann et al. 2017). Fleisch et al. (2016) und Strobel et al. (2019) diskutieren darüber hinaus innovative Beispiele, wie Unternehmen neue Einnahmelogiken anwenden und indirekte IoT-Ertragsmodelle in Ökosystemen realisieren können. So stellt beispielsweise die Versicherung Liberty Mutual ihren Kunden einen intelligenten Rauchmelder der Google Tochter Nest kostenlos zur Verfügung. Dafür erlaubt der Kunde der Versicherung, regelmäßig auf den Rauchmelder zuzugreifen und zu prüfen, ob er eingeschaltet ist und keinen Fehler aufweist. Die Firma Nest bezieht Ihre Erlöse dabei nicht mehr direkt vom Endverbraucher, sondern indirekt von der Versicherung, der wiederum Nest einen Zugriff auf die Rauchmelder ermöglicht (Fleisch et al. 2016).

Im Hinblick auf die Wertschöpfung ist das Paradigma der *IT als Unterstützungsfunktion* (vgl. Kashanchi und Toland 2006; Ward und Peppard 1996) zu überwinden. In der produzierenden Industrie wird IT traditionell als Unterstützungsfunktion verstanden. Mit dem Angebot von IoT-Lösungen wird IT nun zentraler Teil des Wertversprechens und damit Kern des Unternehmens. Dabei gilt es zunächst, die existierenden IT-Kompetenzen im Unternehmen zusammen zu bringen. Einerseits existiert die traditionelle IT-Abteilung, die mit Ihren Systemen integrierte, effiziente und zuver-

lässige Geschäftsprozesse ermöglicht. Andererseits existieren Entwicklungseinheiten, die über Kompetenz im Umfeld eingebetteter Systeme verfügen und Steuerungs- und Regelungsfunktionalität in Produkten (wie z. B. Flugzeug oder Waschmaschine) realisieren. Darüber hinaus müssen neue Kompetenzen insbesondere im Bereich Konnektivität und Datenanalyse aufgebaut werden, um aus zeitreihenbasierten Nutzungs- und Gerätedaten wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen. Viele produzierende Unternehmen sehen in ihrer bestehenden IT-Kultur ein zentrales Hindernis für die erfolgreiche Entwicklung von IoT-Lösungen (Bilgeri et al. 2018). Anstatt die Kompetenzen ihrer bestehenden IT-Abteilungen auszubauen, konzentrieren daher viele Unternehmen in einem ersten Schritt ihre IoT-Aktivitäten in eigenen, neu gegründeten IoT-Einheiten, die in enger Zusammenarbeit mit den Geschäftsbereichen IoT-Lösungen realisieren (Bilgeri et al. 2018).

## 4.2 Vom „Internet of Things“ zur „Economy of Things“

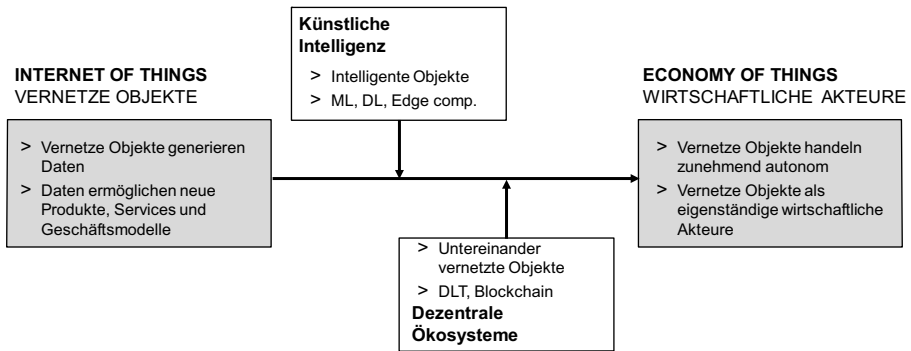
Vernetzte Produkte mit digitalen Services und neuen Geschäftsmodellen sind bereits heute Realität. Gleichzeitig entwickelt sich das Internet der Dinge stetig weiter. Am Beispiel des vernetzten und bald wohl selbstfahrenden Autos wird ersichtlich, dass intelligente Geräte in Zukunft noch autonomer werden. Darüber hinaus werden vernetzte Objekte in Zukunft zunehmend auch zu eigenständigen wirtschaftlichen Akteuren. Technologiepionier und Tesla-Gründer Elon Musk hat bereits ausführlich seine Vision skizziert, wie das beim Automobilhersteller Tesla aussehen könnte. So sollen in Zukunft Teslabeisitzer ihr autonom fahrendes Auto zum Geldverdienen „losschicken“ können (Tesla 2019).

Es gibt zwei zentrale Trends, die diese Entwicklungen wesentlich begünstigen (siehe Abb. 8). Einerseits gibt es die künstliche Intelligenz (KI), die z. B. auf Basis neuer mathematischer Verfahren aus vernetzten Objekten intelligente Objekte macht. Andererseits findet die Wertschöpfung immer stärker in dezentralen Ökosystemen statt. Neue Technologien, wie z. B. die Blockchain, ermöglichen es, dass bisher voneinander unabhängig vernetzte Objekte sich zukünftig in komplexen, dezentralen soziotechnischen System auch sicher untereinander austauschen und ökonomische Transaktionen tätigen können (vgl. Chanson et al. 2019; Papert und Pflaum 2017).

Für Unternehmen stellen sich im Lichte dieser Entwicklungen drei zentrale Fragen. Erstens fragen sich viele Firmen, ob sie jetzt in das IoT investieren sollten oder erst dann, wenn sich der tatsächliche Nutzen und der Erfolg in der Praxis zeigen. Unbestreitbar hat das Internet der Dinge mittel- bis langfristig eine herausragende Relevanz für Unternehmen (Manyika et al. 2015). Entscheidungsträger über Industriegrenzen hinweg sind daher gut beraten, sich bereits heute intensiv mit den in diesem Grundlagenbeitrag skizzierten Zukunftsthemen und deren Einfluss auf ihre Unternehmen zu beschäftigen. Dies gilt sowohl für das Internet der Dinge, als auch für andere Technologietrends wie die künstliche Intelligenz und dezentrale Systeme. Bleiben Unternehmen zu lange untätig, könnte es für sie zu spät sein, den Vorsprung der Konkurrenz einzuholen. Wie diskutiert, sind signifikante Erfahrungen und längere Zeiträume notwendig, um substanzielle Erfolge im IoT zu erzielen.

Zweitens fragen sich viele Entscheidungsträger, welche grundsätzlichen Faktoren bei der Umsetzung von IoT-Aktivitäten zu beachten sind. Zunächst ist dabei





**Abb. 8** Vom „Internet of Things“ zur „Economy of Things“

der IoT-Reifegrad von zentraler Bedeutung. Unternehmen sollten IoT-Lösungen entsprechend ihrer Fähigkeiten angehen. Schlussendlich geht es nicht nur um das betriebswirtschaftliche Potenzial einer IoT-Lösung, sondern auch um die Fähigkeit des Unternehmens diese zu implementieren. Komplexe IoT-Lösungen wie vorausschauende Wartung, die auch erhebliches Wissen im Bereich künstliche Intelligenz verlangen, sind damit ggf. kein guter Einstiegspunkt in das Thema IoT. Andererseits sollten sich Unternehmen bemühen, ein Bewusstsein für die Besonderheit disruptiver Technologien zu schaffen. Im Gegensatz zu nicht-disruptiven Technologien bedürfen sie neuer Vorgehensweisen, die zunächst darauf setzen, Erfahrungen aufzubauen, die Organisation über erste Erfolge zu motivieren und das Unternehmen dann systematisch zu befähigen (Ng 2018; O’Reilly und Tushmann 2016).

Drittens stellt sich die Frage, wie im IoT tatsächlich Geld verdient werden kann. Im Rahmen dieses Artikels wurden verschiedene Denkhilfen und Konzepte vorgestellt, die Unternehmen auf ihrem langen Weg zur Profitabilität im IoT unterstützen können. Das eine Patentrezept gibt es nicht, aber der Artikel regt an, erst einmal die richtigen Fragen stellen zu können. Schlussendlich geht es darum, für das eigene Unternehmen die hier diskutierten Aspekte konstruktiv zu reflektieren. Das Internet der Dinge wird eine Vielzahl neuer Möglichkeiten eröffnen, Produkte und Services zu differenzieren, interne Prozesse effizienter zu gestalten und neue Ertragsströme zu realisieren. Um sich diese Möglichkeiten aber auch tatsächlich Schritt für Schritt zu erarbeiten, brauchen Unternehmen einen langen Atem, mit dem sie die technische und betriebswirtschaftliche Komplexität des IoT meistern können, und vor allem auch eine entsprechende Risikobereitschaft, Neues zu probieren und umzusetzen. Damit gilt letztendlich frei nach Managementvordenker Peter Drucker, dass jedes erfolgreiche Geschäft auf mutigen Entscheidungen beruht.

**Danksagung** Die Autoren bedanken sich bei Prof. Oliver Gassmann (Universität St. Gallen) und Timo Gessmann (Bosch Digital Solutions) für ihr konstruktives Feedback. Danke an Renate Bilgeri für das Lektorat.

**Förderung** Diese Forschung wurde vom Bosch IoT Lab an der Universität St. Gallen und der ETH Zürich gefördert.

## Literatur

- Ardolino M, Rapaccini M, Saccani N, Gaiardelli P, Crespi G, Ruggeri C (2018) The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies. *Int J Prod Res* 56(6):2116–2132
- Bilgeri D (2019) The impact of IoT on specific business model elements—Insights from multibusiness manufacturing companies. Dissertation. ETH, Zürich
- Bilgeri D, Fleisch E, Wortmann F (2018) How the IoT affects multibusiness industrial companies: IoT organizational archetypes. ICIS, San Francisco
- Bilgeri D, Gebauer H, Fleisch E, Wortmann F (2019) Driving process innovation with IoT field data. *MIS Quarterly Executive* 18(3):191–207. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00016>
- Brettel M, Friederichsen N, Keller M, Rosenberg M (2014) How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *Int J Mech Ind Sci Eng* 8(1):37–44
- Castellacci F (2008) Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Res Policy* 37(6–7):978–994
- Chanson M, Bogner A, Bilgeri D, Fleisch E, Wortmann F (2019) Blockchain for the IoT: privacy-preserving protection of sensor data. *J Assoc Inf Syst*
- Christensen CM, Van Bever D (2014) The capitalist's dilemma. *Harv Bus Rev* 92(6):60–68
- Clauss T (2017) Measuring business model innovation: conceptualization, scale development, and proof of performance. *RD Manag* 47(3):385–403
- Columbus L (2018) 2018 roundup of Internet of things forecasts and market estimates. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2018/12/13/2018-roundup-of-internet-of-things-forecasts-and-market-estimates/>. Zugegriffen: 13. Jan. 2019
- Colvin G (2018) What the hell happened at GE?. *Fortune*. <http://fortune.com/longform/ge-decline-what-the-hell-happened/>. Zugegriffen: 18. Dez. 2018
- Crooks E (2017) The internet of things: industry's digital revolution. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/99399b86-59c3-11e7-9bc8-8055f264aa8b>. Zugegriffen: 18. Dez. 2018
- Davenport TH, Westerman G (2018) Why so many high-profile digital transformations fail. *HBR Digital*. [hbr.org/2018/03/why-so-many-high-profile-digital-transformations-fail](http://hbr.org/2018/03/why-so-many-high-profile-digital-transformations-fail). Zugegriffen: 12. Jan. 2019
- Dijkman RM, Sprenkels B, Peeters T, Janssen A (2015) Business models for the Internet of Things. *Int J Inf Manage* 35(6):672–678
- Dössel O (2000) *Bildgebende Verfahren in der Medizin. Von der Technik zur medizinischen Anwendung*. Springer, Heidelberg
- Fleisch E (2010) What is the internet of things? An economic perspective. Auto-ID Labs White Paper. University of St. Gallen, St. Gallen
- Fleisch E (2016) When the internet melts into the physical world. Bosch ConnectedWorld 2016, Presentation, Berlin
- Fleisch E, Weinberger M, Wortmann F (2015) Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. *Schmalenbachs Z Betriebswirtsch Forsch* 67(4):444–465
- Fleisch E, Wortmann F, Bilgeri D, Weinberger M (2016) Revenue models and the Internet of Things? A Consumer IoT-based Investigation. Bosch IoT Lab Whitepaper. ETH, Zürich
- Flüchter KA (2014) The impact of the Internet of things on business model innovation: insights from the electric bicycle industry. Dissertation. ETH, Zurich
- Gassmann O, Frankenberger K, Csik M (2014) *The business model navigator: 55 models that will revolutionise your business*. Pearson, London
- Gebauer H, Fleisch E, Friedli T (2005) Overcoming the service paradox in manufacturing companies. *Eur Manag J* 23(1):14–26
- Gebauer H, Fleisch E, Lamprecht C, Wortmann F (2019) Overcoming the digitalization paradox: growth paths for digitalization. *Bus Horizon*
- Hartmann P, Schlickewei U, Liebl A, Waldmann A, Brakemeier H (2019) Applying AI: the elements of a comprehensive AI strategy. unternehmertum report. [appliedai.de/wp-content/uploads/2019/01/AppliedAI\\_Elements-of-a-comprehensive-AI-strategy.pdf](http://appliedai.de/wp-content/uploads/2019/01/AppliedAI_Elements-of-a-comprehensive-AI-strategy.pdf). Zugegriffen: 25. Jan. 2019
- Herterich M, Uebernickel F, Brenner W (2016) Stepwise evolution of capabilities for harnessing digital data streams in data-driven industrial services. *MIS Q Exec* 15(4):299–320
- Huber F, Kopsch A (2000) Produktbündelung. In: Albers S, Herrmann A (Hrsg) *Handbuch Produktmanagement*. Gabler, Wiesbaden, S 575–605
- Iansiti M, Lakhani KR (2014) Digital ubiquity: how connections, sensors, and data are revolutionizing business. *Harv Bus Rev* 92(11):91–99

- Kashanchi R, Toland J (2006) Can ITIL contribute to IT/business alignment? An initial investigation. *Wirtschaftsinformatik* 48(5):340–348
- Konecranes (2017) KONECRANES RENTALL. You don't always have to buy a crane. [www.konecranes.com/equipment/overhead-cranes/konecranes-rentall](http://www.konecranes.com/equipment/overhead-cranes/konecranes-rentall). Zugegriffen: 7. Jan. 2019
- Kotler P, Armstrong G, Harris L, Piercy N (2016) *Grundlagen des Marketing*. Pearson Studium, München
- Leimeister JM, Glauner C (2008) Hybride Produkte – Einordnung und Herausforderungen für die Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 50(3):248–251
- Lueth KL (2015) Getting started with the Internet of things. IoT analytics whitepaper. [theinternetofthings.report/Resources/Whitepapers/2b849c37-233a-4252-82c0-c2711802d7c4\\_2015-March-Whitepaper-IoT-basics-Getting-started-with-the-Internet-of-Things.pdf](https://theinternetofthings.report/Resources/Whitepapers/2b849c37-233a-4252-82c0-c2711802d7c4_2015-March-Whitepaper-IoT-basics-Getting-started-with-the-Internet-of-Things.pdf). Zugegriffen: 20. Juli 2016
- Manyika J, Chui M, Bisson P, Woetzel J, Dobbs R, Bughin J, Aharon D (2015) The Internet of things: mapping the value beyond the hype. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.aspx>. Zugegriffen: 4. Jan. 2019
- Nononen S, Storbacka K (2010) Business model design: conceptualizing networked value co-creation. *Int J Qual & Serv Sci* 2(1):43–59
- Ng A (2018) AI transformation playbook: how to lead your company into the AI era. <https://landing.ai/ai-transformation-playbook/>. Zugegriffen: 20. Juni 2019
- O'Reilly CA III, Tushman ML (2016) *Lead and disrupt: How to solve the innovator's dilemma*. Stanford University Press, Stanford
- Papert M, Pflaum A (2017) Development of an ecosystem model for the realization of internet of things (IoT) services in supply chain management. *Electron Markets* 27(2):175–189
- Pflaum A, Schulz E (2018) Auf dem Weg zum digitalen Geschäftsmodell: „Tour de Force“ von der Vision des digitalen Unternehmens zum disruptiven Potenzial digitaler Plattformen. *HMD Prax Wirtschaftsinform* 55(2):234–251
- Porter ME, Heppelmann JE (2014) How smart, connected products are transforming competition. *Harv Bus Rev* 92(11):64–88
- Porter ME, Heppelmann JE (2015) How smart, connected products are transforming companies. *Harv Bus Rev* 93(10):96–114
- Savastano M, Amendola C, Bellini F, D'Ascenzo F (2019) Contextual impacts on industrial processes brought by the digital transformation of manufacturing: a systematic review. *Sustainability* 11(3):891
- Strobel G, Paukstadt U, Becker J, Eicker S (2019) Von smarten Produkten zu smarten Dienstleistungen und deren Auswirkung auf die Wertschöpfung. *HMD Prax Wirtschaftsinform* 56:494–513
- Teece DJ (2010) Business models, business strategy and innovation. *Long Range Plann* 43(2):172–194
- Tesla (2019) Tesla autonomy investor day. [https://www.youtube.com/watch?v=nou8ZTsf4\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=nou8ZTsf4_c). Zugegriffen: 25. Juni 2019
- Turck M (2018) Growing pains: the 2018 internet of things landscape. <http://mattturck.com/iot2018/>. Zugegriffen: 5. Jan. 2019
- VisionMobile (2016) IoT megatrends 2016—Six key trends in the IoT developer economy. <http://www.visionmobile.com/product/telco-innovation-toolbox-report/>. Zugegriffen: 3. Okt. 2016
- Ward J, Peppard J (1996) Reconciling the IT/business relationship: a troubled marriage in need of guidance. *J Strateg Inf Syst* 5(1):37–65
- Westerlund M, Leminen S, Rajahonka M (2014) Designing business models for the internet of things. *Technol Innov Manag Rev* 4(7):5–14
- Wortmann F, Bilgeri D, Weinberger M, Fleisch E (2017) Ertragsmodelle im Internet der Dinge. *Schmalenbachs Z Betriebswirtsch Forsch* 71(17):1–28