



Wettbewerbsfaktor Analytics im Internet der Dinge

Eine Studie des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik,
insb. Prozesse und Systeme der Universität Potsdam
in Zusammenarbeit mit SAS Institute GmbH

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau |

M.A. Christof Thim |

Dipl.-Kffr. Corinna Fohrholz

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Prozesse und Systeme
Universität Potsdam
August-Bebel-Str. 89
14482 Potsdam

E-Mail: info@lswi.de
Telefon: +49 331 977 3379
Fax: +49 331 977 3406

Einleitung

Das „Internet der Dinge“ (im Englischen *Internet of Things*, kurz IoT) stellt ein neues, disruptives Paradigma der drahtlosen Vernetzung zwischen einer Vielzahl von Objekten mit dem Internet dar. Es zielt auf die digitale Durchdringung vieler Aspekte des Wirtschaftslebens sowie auf die direkte Verbindung physischer Objekte mit Informationssystemen. Daher wird prognostiziert, dass sich die Anzahl der vernetzten Geräte in den nächsten fünf Jahren mehr als verdoppelt (Regalado, 2014; Evans, 2011). Befördert wird dieser Trend zudem durch die Verfügbarkeit vieler kleiner, energieeffizienter, vernetzter Mobilgeräte, welche neben der Informationsdarstellung auch die Verarbeitung von Daten erlauben. Im privaten Bereich sind dies vor allem *Smartwatches* und Fitnessarmbänder; im betrieblichen Umfeld ist das Spektrum verwendeter Sensoren und Aktoren jedoch vielfach höher.

Ursprünglich wurde der Begriff IoT für die Vernetzung eindeutig identifizierbarer Objekte mit RFID-Technologie verwendet. Mit der technologischen Weiterentwicklung wurde aber auch die Definition erweitert. Aktuell wird IoT als dynamische, selbstkonfigurierende, globale Netzwerkinfrastruktur gesehen, die heterogene Objekte miteinander verbindet. Diverse Standards und Protokolle machen die physischen und virtuellen „Dinge“ identifizierbar, lassen sie über intelligente Schnittstellen in Interaktion miteinander treten und binden sie nahtlos in Informationsnetzwerke ein (van Kranenburg, 2007). Die Objekte selbst besitzen unterschiedliche Grade von *Smartness*, also Fähigkeiten zur Umweltwahrnehmung, Entscheidungsfindung, Speicherung von Informationen sowie zur Vernetzung mit anderen Objekten.

Für die *Smartness* und Vernetzung sind unterschiedliche Technologien notwendig. Die Basis bilden Sensoren sowie Identifikations- und Kommunikationstechnologien, welche einen orts-, zeit- und medienunabhängigen Zugriff auf Objekt- und Umgebungsinformationen eröffnen. Hierbei spielen insbesondere RFID-Technologie und *Wireless Sensor Networks* (WSN) eine große Rolle. Die Heterogenität der Sensoren erfordert zudem eine Vermittlungsschicht. Eine *Middleware* verbindet die Objektkommunikation mit konkreten Anwendungen im Unternehmensumfeld. Hierfür wird häufig eine serviceorientierte Architektur gewählt, in der die physischen Objekte abstrahiert und ihnen unterschiedliche Dienste zugewiesen werden. Die *Middleware* vermittelt dann zwischen den einzelnen Diensten und verbindet sie mit externen Anwendungen. Zur effizienten Analyse der anfallenden großen Datenmengen und zur Vorbereitung von Entscheidungen wird IoT häufig in Kombination mit *Big Data Analytics* genutzt.

Die konkrete Ausprägung der Objekte, Dienste und Analysen unterscheidet sich in den unterschiedlichen Branchen sehr. Sie bilden die Grundlage für die Einsatzmöglichkeiten und die Einbindung in die Geschäftsprozesse:

- Für Versicherer stellt die Sammlung von Daten mittels verteilter Sensoren und verbundener Geräte (z. B. *Smartphones*, *Connected-Home* oder *Connected-Car*) eine Möglichkeit dar, um Risiken besser abschätzen zu können und individualisierte Produkte anzubieten. Zudem lassen sich Risiken auch dadurch verringern, dass Alarmierungs- und Präventionsprogramme angeboten werden (Manral, 2015; Ghose et al., 2012).
- Im Handel kann durch bessere Überwachung der Bestände die Lagermenge reduziert und die Einkaufsplanung optimiert werden. Die Planungszyklen können von 120 Tagen auf wenige Tage reduziert werden (Wolfram, 2008; Yuan et al., 2007). Auch die Produkteigenschaften, Lager- und Transportbedingungen können über die gesamte Lieferkette hinweg besser kontrolliert werden. Dies sichert vor allem bei frischen Produkten die Qualität (Ilic et al., 2009; Dada/Thiesse, 2008). In der Kundeninteraktion haben die Mitarbeiter aktuellere Daten zu Lagermengen und Lieferzeiten an der Hand und können den Kunden somit besser beraten. Eine Kopplung mit Verhaltensanalysen eröffnet zudem die Möglichkeit zur Verbesserung und Individualisierung des Einkaufserlebnisses.
- In der Fertigung bildet IoT die Basis für die Transformation zur Industrie 4.0. Maschinen und Werkstücke kommunizieren miteinander, werden zu Informationsträgern und organisieren die Produktion autonom. Indem sich die Verarbeitungspläne mit dem Werkstück durch die Fabrik bewegen und die Daten der Bearbeitungsschritte aufgezeichnet werden, wird ein weiterer Schritt in Richtung Automatisierung getan. Hierdurch wird es auch einfacher, in der Qualitätssicherung den Ausschuss zu bestimmen. Durch das Erkennen von Problemen im Produktionsablauf können zudem die Ausschussraten halbiert (O'Marah/Manenti, 2015) sowie die Erhöhung der Effizienz der Produktionsprozesse vorhergesagt werden (Koch et al., 2014).
- Im Handel und der Fertigung stellt die inner- und zwischenbetriebliche Logistik ein weiteres Einsatzgebiet von IoT dar (Atzori et al., 2010; Karakostas, 2013). Über Sensortechnologie können

Lagerorte und Transportwege in Echtzeit nachvollzogen werden. Die Überwachung der Transportbedingungen sowie die Planung von Logistikleistungen auf Daten mit hoher Aktualität erhöhen die Effizienz und reduzieren die Risiken während des Transports.

- Die Überwachung von Vitaldaten, Identifikation und Authentifizierung sowie die Alarmierung in Notfällen sind Anwendungsfelder im Gesundheitswesen (Vilmamovska et al., 2009). In der häuslichen Alten- und Krankenpflege können mit vernetzter Sensorik Effizienzgewinne erzielt und die stationäre Infrastruktur entlastet werden (Atzori et al., 2010).

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung des Nutzungsniveaus von IoT in der deutschen Wirtschaft. Es geht darum, die Durchdringung der einzelnen Branchen mit dieser neuen Technologie zu untersuchen, die jeweiligen Handlungsfelder zu identifizieren sowie die Erwartungen zu erfragen. Die Studie soll einen Einblick in den Stand von IoT-Einführungsprojekten und aufkommenden Herausforderungen geben und somit das zukünftige Potenzial der Technologie abschätzen.

Studienaufbau

In der Studie wurden mittels einer Onlinebefragung 5.777 Unternehmen unterschiedlicher Branchen um die Einschätzung der Potenziale und Hindernisse der IoT-Nutzung gebeten.

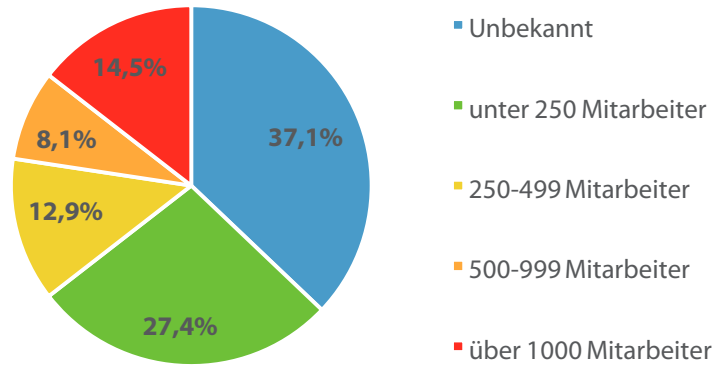


Abb. 1: Größe der befragten Unternehmen

Nicht alle Unternehmen haben die Frage zur Unternehmensgröße beantwortet. Es sind jedoch 48 Prozent der Unternehmen kleiner als 1.000 Mitarbeiter (Abb. 1). In der Studie sollte ein möglichst breiter Branchenschnitt dargestellt werden, sodass Unternehmen in den Branchen Banken und Versicherung, Handel, Fertigung, Gesundheitswesen und Logistik befragt wurden. Aufgrund des aktuellen Trends der Industrie 4.0 sowie der Digitalisierung sind die Branchen Fertigung und Handel sehr stark vertreten (Abb. 2).

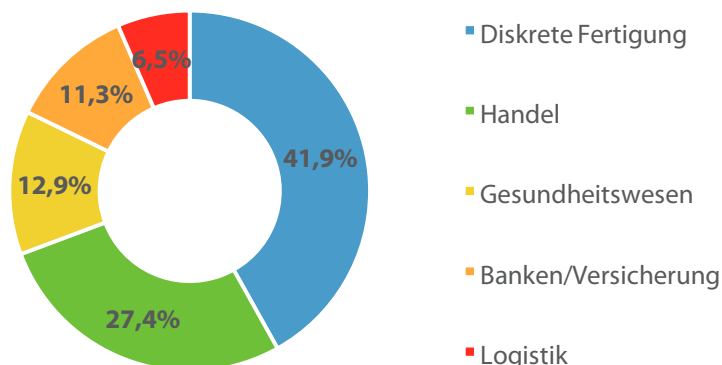


Abb. 2: In der Studie repräsentierte Branchen

Bedeutung von IoT

Das Thema Digitalisierung ist aktuell in den Medien und auf Messen sehr präsent. Dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich alle Unternehmen mit IoT befassen. Die Antworten zeigen, dass sich nur 43,5 Prozent der Befragten aktiv mit dem Thema auseinandersetzen (Abb. 3).

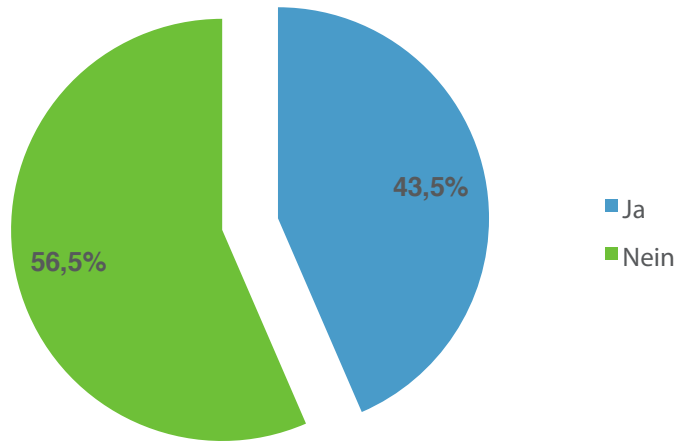


Abb. 3: Weniger als die Hälfte der Unternehmen setzt sich aktiv mit IoT auseinander.

Die einzelnen Branchen beschäftigen sich unterschiedlich stark mit dem Einsatz von Sensorik und Datenauswertung. In Fertigung und Logistik ist es rund die Hälfte der Unternehmen, während im Handel und im Gesundheitswesen nur etwa ein Drittel das IoT aufgreift.

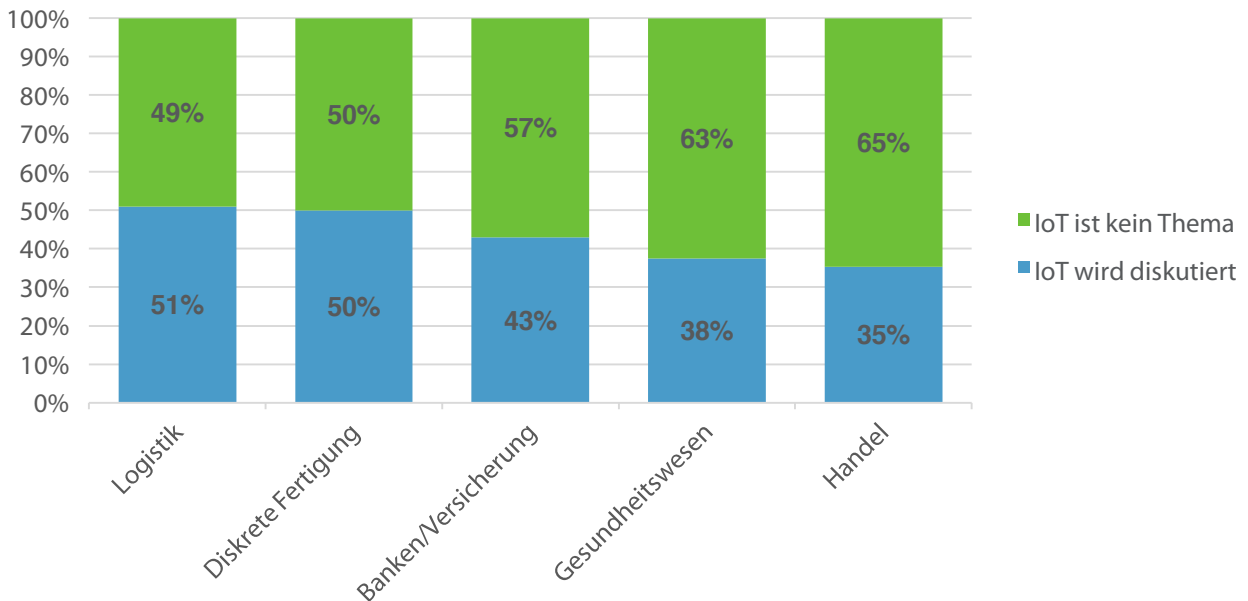


Abb. 4: In der Logistik und Fertigung wird IoT besonders intensiv diskutiert.

Mit dem Einsatz von IoT werden unterschiedliche Ziele verfolgt. Potenzialanalysen nennen häufig die Schaffung neuer Geschäftsmodelle, die datengestützte Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, aber auch die bessere Überwachung und Optimierung von Geschäftsprozessen. Für die Befragten steht die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen (50 %) sowie die Effizienzerhöhung (40 %) im Vordergrund. Nur ein geringer Anteil (5 %) will IoT für neue Geschäftsmodelle oder die verbesserte Prozessüberwachung nutzen.

Neue Technologien werden zumeist als Investition in die Zukunft des Unternehmens gesehen. Entscheidungsträger erhoffen sich davon entweder Umsatzsteigerungen oder Kostensenkungen durch verbesserte interne Abläufe. Die Teilnehmer der Studie wurden daher gefragt, ob sie derzeit bereits Effizienz- und Umsatzsteigerungen erfahren und welche Wirkung die IoT-Nutzung für sie in fünf Jahren voraussichtlich haben wird.

Die Ausdehnung des Geschäftsfeldes durch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen ist die Zielstellung von 55 Prozent der Befragten. Bisher konnten geringe Umsatzsteigerungen durch IoT nur bei 20 Prozent realisiert werden. Die Mehrheit (80 %) schafft dies noch nicht. Da die Umsetzung marktorientierter Projekte sich häufig erst nach einem gewissen Zeitraum auszahlt, ist die Bewertung der Erwartungen für die nächsten fünf Jahre von Bedeutung. Hier sieht die Mehrheit der Unternehmen (60 %) durch IoT signifikante Umsatzsteigerungen zwischen 6 und 20 Prozent. Nur 13 Prozent sehen innerhalb der nächsten fünf Jahre keinen Einfluss auf den Umsatz durch IoT.

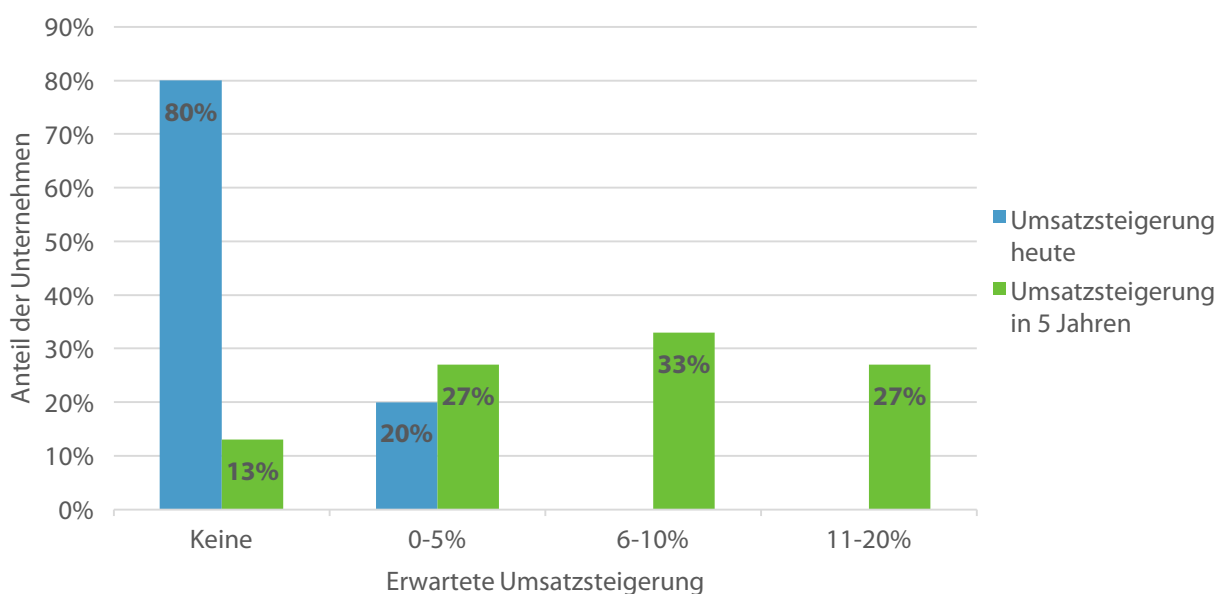


Abb. 5: Die Mehrheit der Unternehmen erwartet in fünf Jahren signifikante Umsatzsteigerungen durch IoT.

Die Verbesserung der internen Prozessabläufe (Effizienzerhöhung und verbesserte Prozessüberwachung) nannten 45 Prozent der Befragten als Ziel. Hier wurden bereits erste Projekte initiiert. Derzeit realisiert ein Drittel der Unternehmen geringe Kosteneinsparungen von bis zu fünf Prozent. Größere Effizienzgewinne sind erst bei sieben Prozent der Befragten zu beobachten. In den nächsten fünf Jahren soll sich dies jedoch ändern. Einsparpotenziale von bis zu 20 Prozent werden von den meisten Unternehmen (86 %) für wahrscheinlich gehalten, einige (7 %) gehen bei ihrer Schätzung sogar darüber hinaus. Diejenigen, die keinen Effekt von IoT auf die Effizienz der internen Abläufe erwarten, sinkt von 60 auf 7 Prozent.

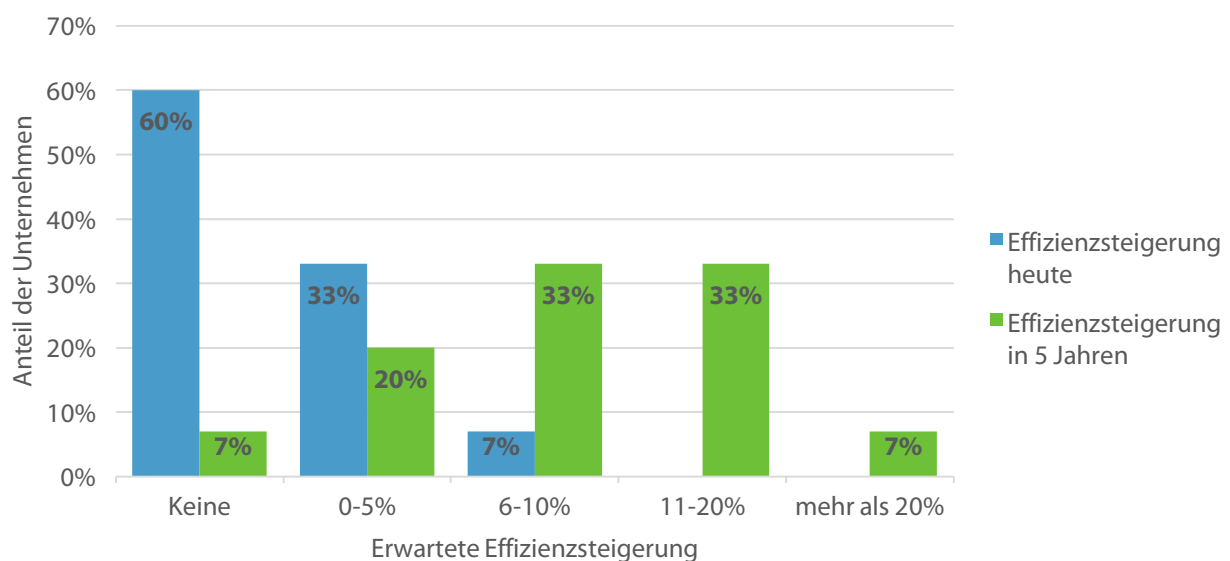


Abb. 6: Über zwei Drittel der Unternehmen sehen in Zukunft erhebliche Effizienzsteigerungen durch IoT.

Die Ziele und Erwartungen sind somit hoch gesteckt. Um die erhofften Potenziale zu heben, bedarf es aber einer erfolgreichen Umsetzung. Diese hängt stark von der Aufmerksamkeit des Managements ab. Eine unternehmensweite Strategie, in welcher die Anstrengungen zielgerichtet gebündelt werden, ist ein Indikator für die Bedeutung von IoT und die Reife der Nutzungsideen. Allerdings werden die möglichen Einsatzszenarien von vielen Unternehmen derzeit erst getestet und bewertet. Die Mehrheit (86,7 %) treibt die Implementierung von IoT nur auf Projektbasis oder Abteilungsebene voran. Lediglich 13,3 Prozent der Befragten verfügen über eine unternehmensweite Strategie.

Daten und Analyseverfahren

Die automatisierte Erhebung von Daten durch neuartige Sensorik an unterschiedlichen Punkten im Geschäftsprozess und im Unternehmen vervielfacht die Menge an Informationen, die zur Entscheidungsfindung und Prozesssteuerung verwendet werden können. In der Praxis findet jedoch nur ein kleiner Teil der verfügbaren Sensordaten auch Eingang in die Entscheidungsfindung. Fast ein Drittel der Unternehmen nutzt bisher keine Sensordaten zur Entscheidungsvorbereitung. Bereits 43 Prozent der Unternehmen haben 25 Prozent ihrer Daten erschlossen; nur einem Bruchteil (7 %) gelingt es, mehr als die Hälfte der von Sensoren erzeugten Daten auch zu nutzen (Abb. 7). Unternehmen stehen daher in den nächsten Jahren primär vor der Aufgabe, die technische Infrastruktur zu schaffen, um Daten aus ihrer Sensorik zu sammeln und entsprechende Auswertungsroutinen organisatorisch zu verankern.

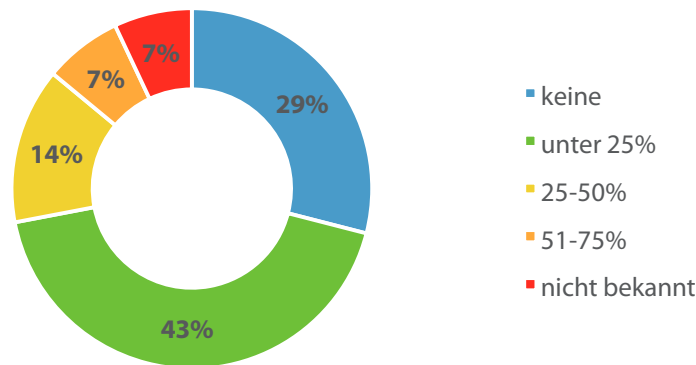


Abb. 7: Weniger als ein Drittel der Unternehmen erschließen ihre Unternehmensdaten ausreichend.

Um Entscheidungen zu verbessern, genügt die alleinige Sammlung von Daten nicht. Es sind Regeln und Verfahren notwendig, welche den Geschäftsprozess antreiben. Smarte Produkte benötigen beispielsweise komplexe Regeln, um autonom zu agieren. Aber auch die menschliche Entscheidungsfindung kann durch die Visualisierung von Datenkonstellationen und zeitlichen Verläufen erleichtert werden. Die befragten Unternehmen verwenden zumeist nur einfache Regeln zur Entscheidungsfindung (36 %), komplexe Regeln werden von 21 Prozent der Unternehmen genutzt, Dashboards (visuelle Aufbereitung) hingegen nur von 14 Prozent (Abb. 8).

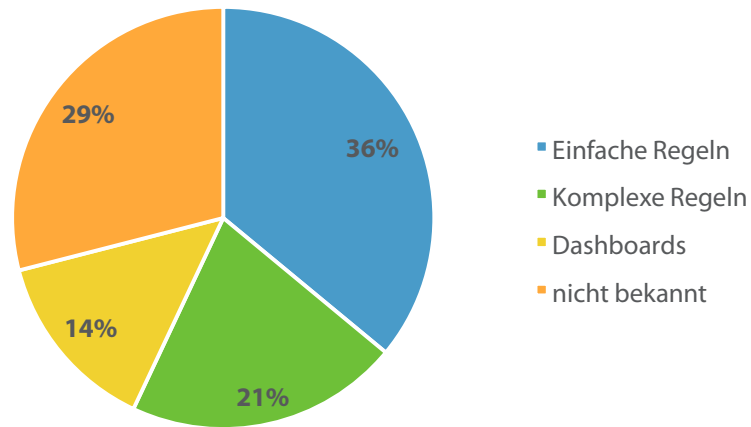


Abb. 8: Die Sensordaten werden nur für einfache Analysen genutzt.

Weiterhin müssen Daten zur Verbesserung der Informationsbasis miteinander verknüpft werden. Im Sinne von *Big Data Analytics* sollten die Sensordaten mit anderen unternehmensinternen Datenquellen (insbesondere ERP- und CRM-Systemen) sowie mit Daten von externen Anbietern (Marktanalysen, Entwicklungsprognosen, Preisinformationen) in Beziehung gesetzt werden, um bessere Vorhersagen treffen zu können, Einsparpotenziale zu identifizieren und erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen am Markt anzubieten.

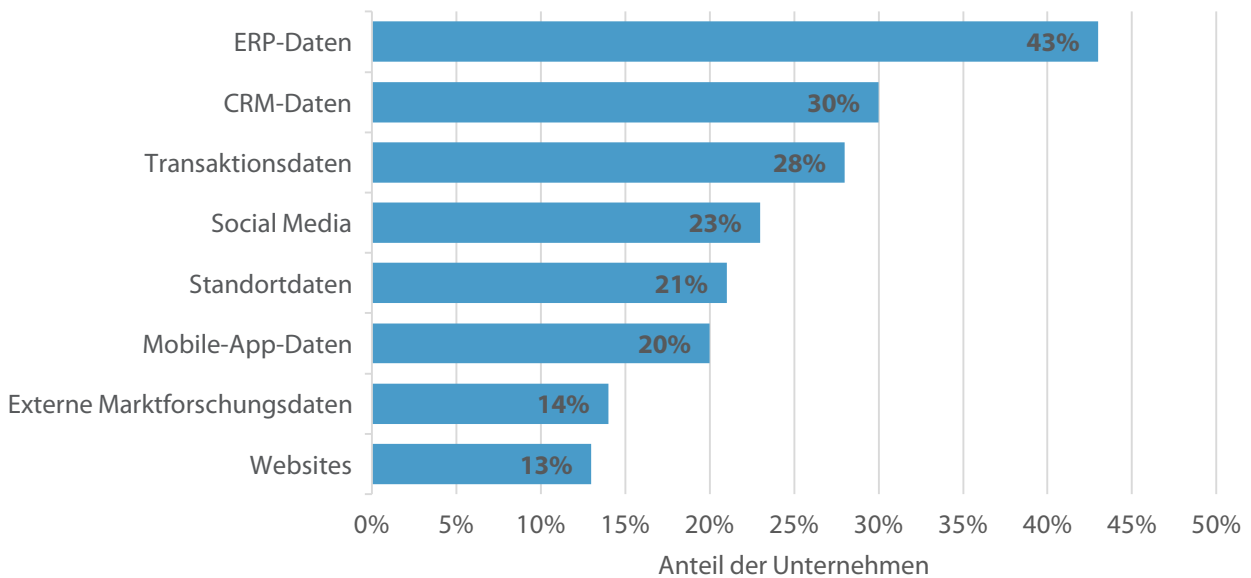


Abb. 9: Sensordaten werden am häufigsten mit ERP- und CRM-Systemen verknüpft (Mehrfachnennung).

Bei den befragten Unternehmen werden Daten aus dem ERP-System am stärksten zur Auswertung der Sensorik herangezogen (43 %), da hier die Kernprozesse des Unternehmens abgebildet und alle darin anfallenden Daten horizontal integriert werden. CRM-Daten werden von 30 Prozent

der Unternehmen genutzt, um Sensordaten anzureichern. Es ist zu vermuten, dass ERP-Daten zur Feststellung von internen Optimierungspotenzialen primär mit interner Sensorik kombiniert werden, während die CRM-Daten mit extern anfallenden Sensordaten, z. B. über *Wearables* u. ä. in Beziehung gesetzt werden und zum Verständnis der Kundenbeziehung dienen. Die Bedeutung weiterer kundennaher Daten (Standortdaten, Mobile-App-Daten) ist jedoch recht gering; auch externe Marktforschungsdaten werden seltener zur Analyse hinzugezogen. Erstaunlich ist zudem, dass der Handel keine Point-of-Sales-Daten mit der Sensorik in Beziehung setzt.

Bei der Analyse der zusammengefassten Daten gewann das Schlagwort *Big Data Analytics* in den letzten Jahren vermehrt an Bedeutung und findet auch in den Unternehmen entsprechenden Anklang. Hierbei werden vergangenheitsorientierte von explorativen Verfahren unterschieden. Die vergangenheitsorientierten, starren Verfahren werten Daten nach bereits bekannten Strukturen aus, z. B. in Form periodisierter Reports. Sie sind daher vergangenheitsorientiert. Explorative Verfahren sind hingegen zur Vorhersage künftiger Ereignisse und zur Entdeckung neuer Strukturen geeignet. In den befragten Unternehmen dominieren vergangenheitsorientierte, starre Verfahren (29 %). Big-Data-Technologien zur beschleunigten Analyse (In-Memory Analysis, Hadoop) gewinnen jedoch an Bedeutung. Explorative Verfahren (explorative Visualisierung und maschinelles Lernen) werden bisher jedoch nur von einer geringen Zahl der Befragten genutzt (jeweils 7%). Methoden, die auf das IoT spezialisiert sind, wie *Event Stream Processing* oder andere prädiktive Verfahren werden bisher noch nicht eingesetzt.

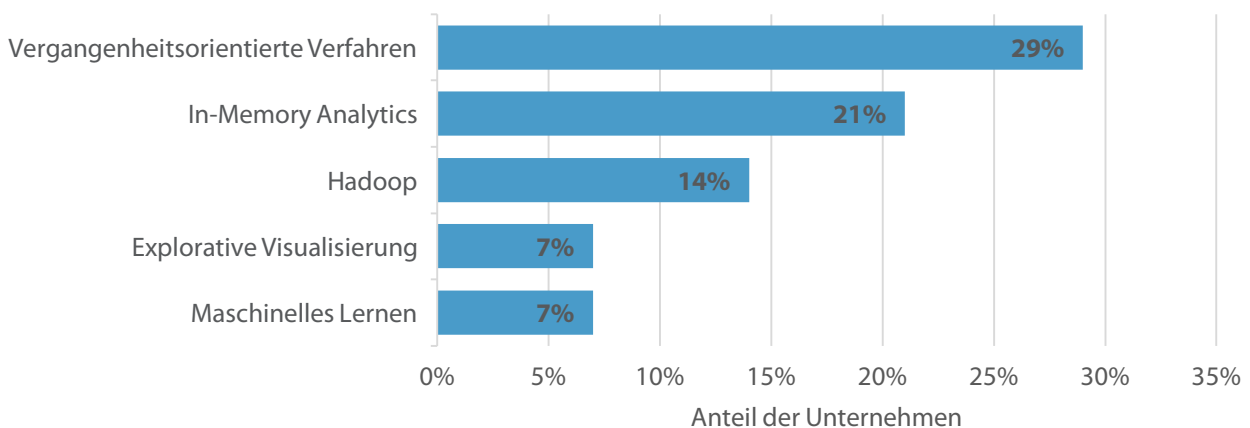


Abb. 10: Die vergangenheitsorientierte Analyse dominiert bei der Datenauswertung (Mehrfachnennung).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Unternehmen die Potenziale der Digitalisierung noch nicht ausreichend erschließen. Die verwendete Sensorik ist meist unverbunden und kann nicht systematisch ausgewertet werden. Auch der Grad der Autonomie smarterer Geräte wird

noch nicht vollständig ausgeschöpft. Zu selten werden komplexe Regeln zur Steuerung und autonomen Entscheidungsfindung genutzt. Hinzu kommt, dass die Integration der Sensordaten in die breite Datenbasis des Unternehmens noch nicht ausreichend ist. Entsprechend können prädiktive Verfahren noch nicht ihre volle Wirkung entfalten. Das Gesamtbild deckt sich auch mit den Ergebnissen der Studie „Wettbewerbsfaktor Analytics 2015“ (Gronau, 2016).

Schwerpunkte der IoT-Projekte

Zur Umsetzung der oben genannten Ziele in den Unternehmen wurden teilweise bereits Projekte geplant und angestoßen. Diese befinden sich derzeit in unterschiedlichen Stadien – von der Ideenfindung über die Testphase und prototypische Umsetzung bis hin zur integrierten Anwendung.

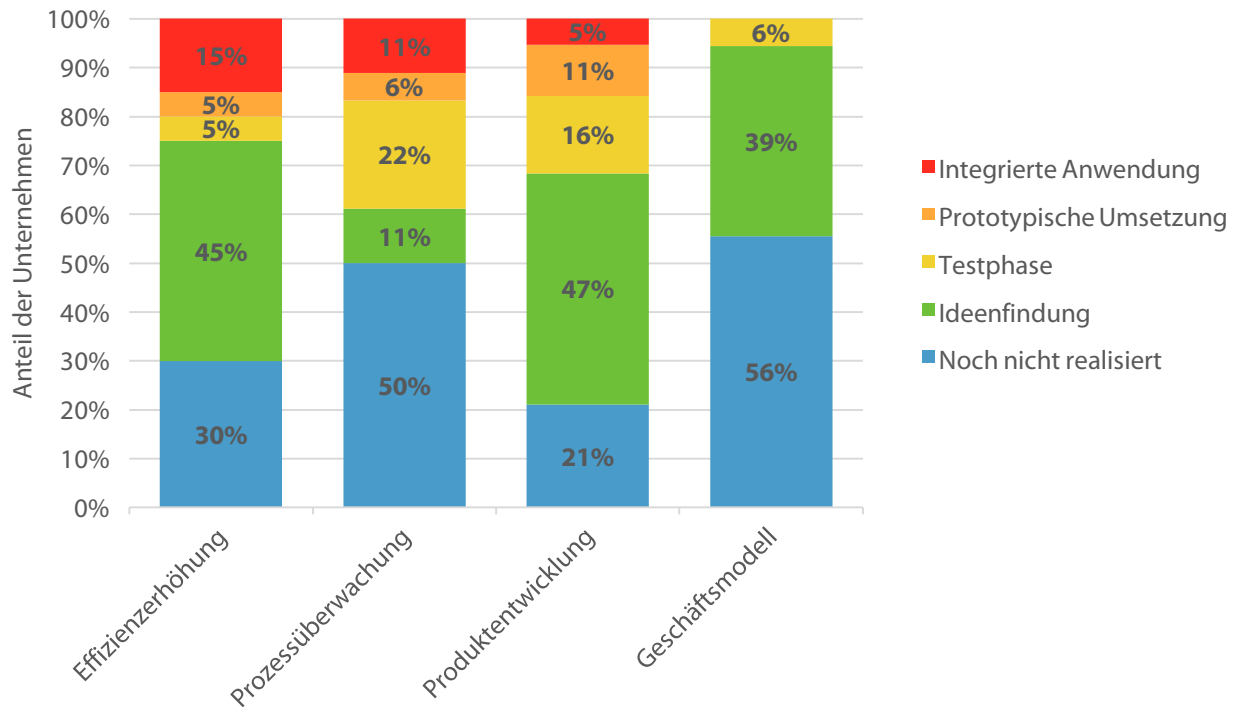


Abb. 11: Projekte zur Effizienzerhöhung sind bisher am weitesten fortgeschritten.

Am weitesten fortgeschritten sind Projekte zur Effizienzerhöhung. Hier haben bereits 15 Prozent der befragten Unternehmen IoT in bestehende Prozesse integriert. Diese Entwicklung wird insbesondere durch Unternehmen der Fertigungsbranche vorangetrieben. Der größte Anteil der Befragten (45 %) ist jedoch zögerlich und sondiert derzeit noch die Möglichkeiten von IoT. Das Gesundheitswesen und die Fertigung sind hier besonders stark vertreten. Die Zurückhaltung äußert sich auch in einem großen Anteil (30 %), der keine konkreten Projekte zur Effizienzerhöhung plant. In dieser Gruppe finden sich besonders häufig Handelsunternehmen.

Die Prozessüberwachung ist der Anwendungsbereich von IoT, in dem von den meisten Befragten konkrete Projekte begonnen wurden (39,1 %). Davon sind 11,1 Prozent schon zur integrierten Anwendung übergegangen, wobei alle Unternehmen aus der Fertigungsbranche kommen. Insgesamt ist das Interesse an Prozessüberwachung durch IoT geringer als bei der Effizienzerhöhung. Nur die

Hälfte der Befragten beschäftigt sich mit konkreten Einsatzszenarien. Der Handel zeigt sich hier abermals eher zurückhaltend.

IoT-Projekte mit Außenwirkung werden am stärksten zur Produkt- und Dienstleistungsentwicklung angestoßen. Knapp ein Drittel der Unternehmen sammelt bereits Erfahrungen mit IoT. Die Projekte sind jedoch noch nicht so weit fortgeschritten wie bei der Effizienzerhöhung. Die integrierte Anwendung der Analyse von Sensordaten bei der Produkt- und Dienstleistungsentwicklung ist ausschließlich bei Banken zu finden (5,3 %). In den Branchen Fertigung, Handel und Gesundheitswesen befinden sich die Projekte in der Testphase (15,8 %) oder in der prototypischen Implementierung (10,5 %). Dass zukünftig in allen Branchen verstärkt Projekte im Bereich der Produkt- und Dienstleistungserstellung realisiert werden, ist aufgrund des großen Anteils der Unternehmen in der Ideenfindungsphase (47,3 %) zu vermuten.

Die geringste Aktivität durch alle Branchen hindurch wird bei der Anpassung von Geschäftsmodellen entfaltet. Die Chance zur Differenzierung gegenüber Wettbewerbern ergreift nur ein sehr kleiner Anteil der Befragten (6 %). Viele befinden sich hier in der Ideenfindungsphase (38,9 %) und verfolgen die Umstellung klassischer Geschäftsmodelle nicht aktiv.

Wie bereits dargestellt wurde, ist eine unternehmensweite IoT-Strategie unter den Befragten noch nicht verbreitet. Dennoch scheinen Projekte die Aufmerksamkeit des Managements zu genießen. So gaben 40 Prozent der Befragten an, dass Projekte bei ihnen als unternehmensweite Initiativen gestartet wurden. Dies ist insofern von Bedeutung, als IoT häufig mehrere Unternehmensbereiche berührt. Weiterhin wird dieser Querschnittscharakter im hohen Anteil der abteilungsübergreifenden Projektorganisation deutlich (40 %). Im Verhältnis dazu verankern nur 13 Prozent der Unternehmen die Projekte alleine in einer Abteilung.



Abb. 12: IoT-Projekt gehen von einer unternehmensweiten Initiative aus oder werden punktuell initiiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Unternehmen derzeit erste operative Erfahrungen bei der Nutzung von IoT sammeln. Von einer strategischen Ausrichtung oder einer unternehmensweiten Transformation kann noch nicht gesprochen werden. Die weitere Ausrichtung der Unternehmen sowie die Bewertung und Einführung smarterer, vernetzter Sensortechnologien wird daher in den nächsten Jahren die Aufgabe des Managements sein.

Branchenspezifische Analyse

In den untersuchten Branchen bietet die vernetzte, smarte Sensorik des IoT unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. Wird wie im Handel, der Logistik oder der Produktion mit physischen Produkten umgegangen, entstehen direkte Messpunkte im Prozess. In dienstleistungsorientierten Branchen wird die Sensorik hingegen eher beim Kunden eingesetzt und die Datenströme zur besseren Leistungserringung genutzt. Für jede Branche wurde ein Set von Nutzungsmöglichkeiten zur Potenzialbewertung angegeben. Diese erfolgte auf einer Skala zwischen „keine“ (1), „niedrig“ (2), „mittel“ (3) und „hoch“ (4). Zur Auswertung wurden die Mittelwerte und die Streuung der Bewertungen herangezogen, um einen Branchentrend herauszustellen. Im Folgenden werden die Mittelwerte der Branchen Versicherung, Handel, Fertigung und Gesundheitswesen näher betrachtet. Die Branchen Banken und Logistik konnten aufgrund zu geringer Antwortzahlen nicht ausgewertet werden.

Versicherungen

Der Versicherungsbranche eröffnet das Internet der Dinge neue Wege, um an Daten zur verbesserten Risikobewertung zu gelangen und Versicherungsprodukte sowie -tarife individueller zu gestalten. In zunehmend digital vernetzten Wohnungen und Fahrzeugen fallen Daten an, aus denen sich das Verhalten des Versicherten und seine Gefährdung ableiten lassen. Eine kontinuierliche Statusüberwachung kann über automatisierte Alarmierung, Warnungen vor gefährlichen Orten und Situationen, aber auch über den Vorschlag und die Förderung präventiver Maßnahmen (Gesundheitsförderung, bauliche Veränderungen etc.) die Folgekosten für den Versicherer reduzieren.

Die Potenziale von IoT werden in der Branche allgemein sehr hoch bewertet. Insbesondere die Erweiterung des Produktportfolios und die individuelle Gestaltung der Versicherungstarife unter dem Stichwort „*pay as you live*“ werden als zukunftssträftig bewertet. Eine sehr abgegrenzte Überwachung z. B. des Fahrzeugs (*Connected Car*) oder der Wohnung (*Connected Home*) wird hierbei vielversprechender eingeschätzt als eine allgemeine, individuelle Statusüberwachung. Daher sind die Versicherer auch zurückhaltender bei der Beurteilung der Potenziale der Aufnahme von Bewegungs-, Gesundheits- und Verhaltensdaten. Es ist zu vermuten, dass die Versicherer hier den Widerwillen der Nutzer antizipieren, aber auch datenschutzrechtliche Bedenken hegen.

Neben der Bestimmung individueller Risiken setzen die Versicherungen auch auf die Vermeidung von Schäden. Das Potenzial von IoT in Assistenz- und Präventionsprogrammen schätzen sie hoch

ein. Beides, die individuelle Risikobewertung sowie angemessene Präventionsmaßnahmen, geht häufig Hand in Hand. Daten, die für die Risikobestimmung gesammelt werden, können ebenso gut für den Vorschlag präventiver Maßnahmen genutzt werden und den Versicherten bei einer risikoarmen Lebensführung assistieren. Smarte Geräte machen dies leicht möglich.

Der hohen Potenzialbewertung steht jedoch gegenüber, dass in dieser Studie von den Versicherungen – anders als in anderen Branchen – keine bereits initiierten Projekte genannt wurden.

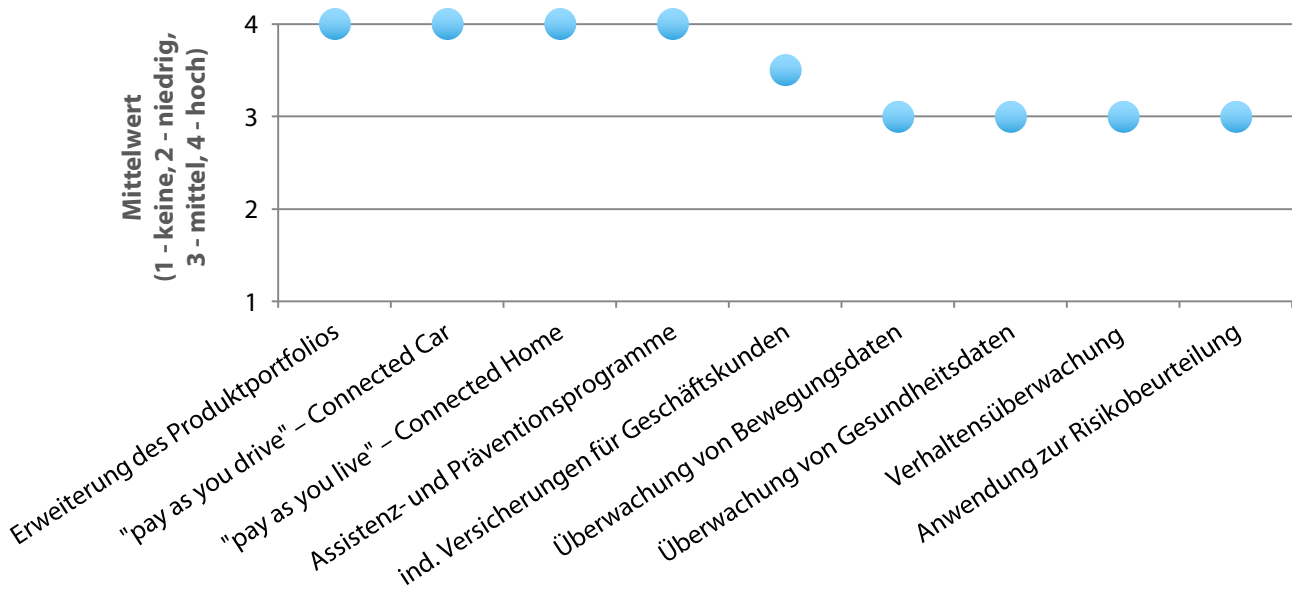


Abb. 13: Die Erweiterungen des Produktportfolios um verhaltensbasierte Produkte wird in der Versicherungsbranche als zukunftssträftig angesehen.

Handel

In der Branche Handel wurde zwischen dem stationären Geschäft und dem Onlinehandel unterschieden, da sich für beide Bereiche unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten eröffnen. Der stationäre Handel achtet eher auf die physische Produktplatzierung und muss die physischen Produkteigenschaften überwachen. Spontane Eingriffe, z. B. kundenindividuelle Produktplatzierungen oder ad hoc generierte individualisierte Angebote sind eher schwer umzusetzen. Der Fokus könnte daher auf der nachgelagerten Analyse der Daten und einer daran anschließenden Optimierung liegen.

Der Onlinehandel ist hingegen stärker digitalisiert. Es ist hier einfacher, dem Kunden vor seinem Kauf personalisierte Angebote zu unterbreiten. Auch die Verknüpfung von Einkaufserlebnis und der Lebenswelt des Kunden ist leichter zu realisieren. Connected-Home-Anwendungen, automatisierte Bestellungen und mobile Lösungen eröffnen hier ein größeres Handlungsfeld.

Stationärer Handel

Das größte Potenzial sieht der stationäre Handel bei der Handhabung des Sortiments. Effizienzerhöhungen sind durch das Monitoring der Produkteigenschaften und die automatische Bestandsführung möglich (Potenzial ist mittel bis hoch). Insbesondere bei der Verfolgung der Produkteigenschaften (Unversehrtheit, Haltbarkeit etc.) herrscht Konsens in der Branche über den Nutzen von IoT.

Maßnahmen zur Kundenidentifikation, Produkt- und Angebotsindividualisierung werden nur mittel bewertet. Über zusätzliche Standortinformationen und Bewegungsprofile des Kunden sowie den Einsatz von *Wearables* kann IoT zwar ein umfassenderes Kundenbild erzeugen, der stationäre Handel ist dabei aber auf die aktive Mitwirkung des Kunden angewiesen und sieht dies wie die Versicherungsbranche kritisch.

Bezüglich der zukünftigen Bezahlung wird IoT nur ein geringer Nutzen eingeräumt. Zwar demonstrieren Anbieter wie z. B. ApplePay, MPass oder PayPal sowie Technologien wie Paywave, Girogo und Paypass bereits, wie insbesondere NFC zur mobilen, bargeldlosen Zahlung genutzt werden kann, dem wird jedoch im stationären Handel nur wenig Beachtung geschenkt. Erste Projekte mit dem Einsatz von IoT werden aber in der automatischen Bestandsführung, bei der Produktindividualisierung und in der Kundenidentifikation vorangetrieben.

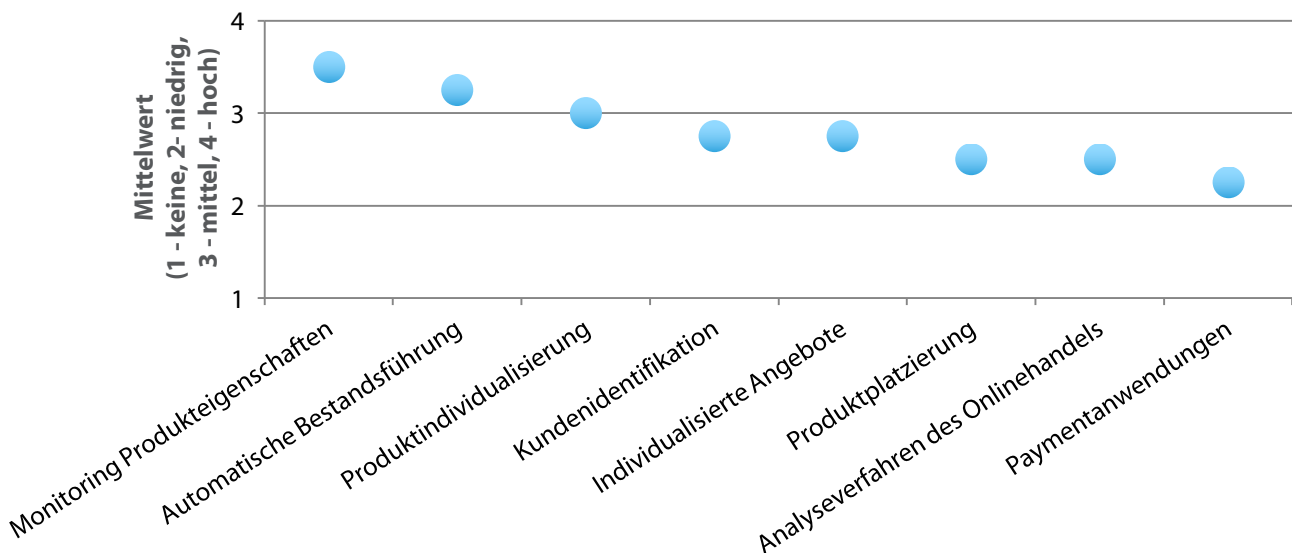


Abb. 14: Der stationäre Handel sieht das höchste Potenzial in der automatisierten Produktüberwachung und Bestandsführung.

Onlinehandel

Der Onlinehandel sieht im Einsatz von IoT insgesamt ein größeres Potenzial als der stationäre Handel. Ortsbezogene Anwendungen, automatisierte Bestellungen und Logistikanwendungen der letzten Meile sind die Handlungsbereiche mit dem höchsten Zukunftspotenzial. Beispielhaft sind hierfür Amazon Dash (automatisierte Bestellungen) und Lockbox (Logistiklösung für die letzte Meile). Weniger zuversichtlich sind die Onlinehändler bei der Entwicklung eigener mobiler Anwendungen. Auch die Payment-Anwendungen finden ähnlich wie beim stationären Handel kaum Interesse. Im Onlinehandel kann dies u. a. darauf zurückgeführt werden, dass bereits eine Vielzahl für den Kunden leicht zu nutzender Bezahlssysteme existieren. Erste Projekte werden jedoch bei automatisierten Bestellungen realisiert. Im Bereich *Connected Home* befinden sich diese Projekte derzeit aber erst in der Planung.

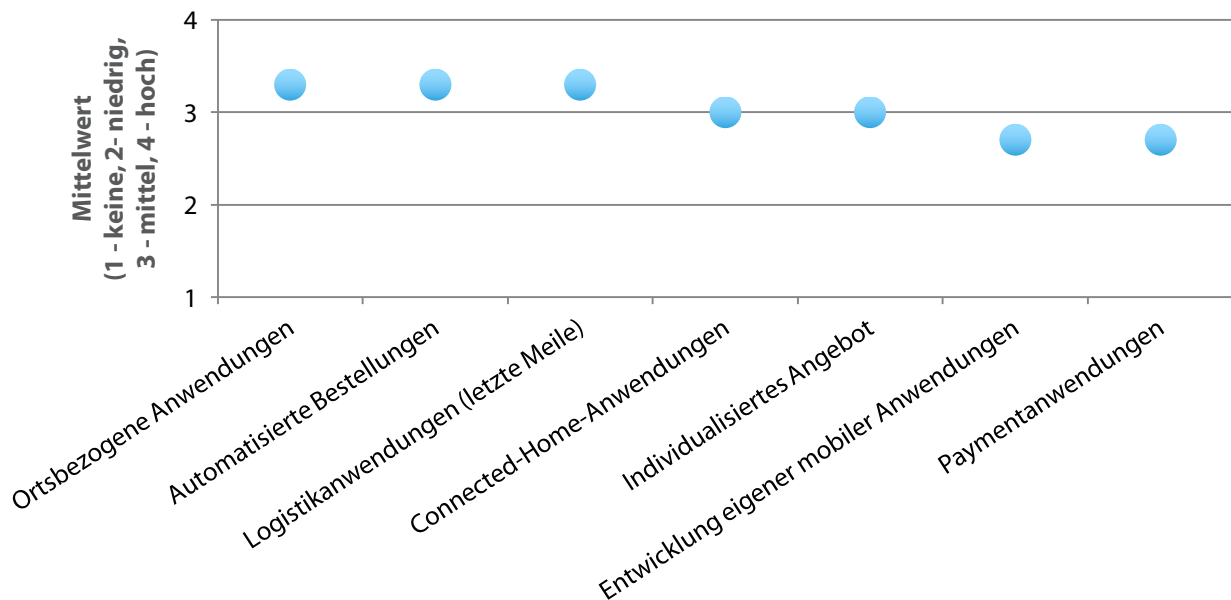


Abb. 15: Im Onlinehandel sind ortsbezogene Anwendungen, flexible Auslieferung und automatisierte Bestellungen Zukunftsthemen.

Diskrete Fertigung

Die Verwendung von vernetzter, smarterer Sensorik in der Fertigung hat spätestens seit dem Aufkommen von Industrie 4.0 an Bedeutung gewonnen. Dabei werden die Bereiche Produktion, Lagerhaltung und Service tangiert. Im eigentlichen Fertigungsprozess können die Prozessdaten erhoben und in Echtzeit analysiert werden. Hierdurch verkürzen sich die Planungszyklen deutlich. Durch die Vernetzung der Maschinen werden zudem das Bestimmen von Wartungsfenstern und die Vorhersage von Funktionsstörungen einfacher.

In der Lagerhaltung erstreckt sich die IoT-Nutzung auf das *Tracking* und *Tracing* von Produkten, die intelligente Lagerplanung sowie die Überwachung der Lagerung. Der Aufwand der Identifikation, Suche und Verfolgung von Waren kann durch smarte Sensorik erheblich reduziert werden.

Der Service, den die Hersteller für ihre Produkte anbieten, stellt den dritten Anwendungsbereich von IoT dar. Neben der Datenanalyse zum Zwecke der Wartung von verkauften Maschinen (*Predictive Maintenance*) kommen hier auch neue Geschäftsmodelle ins Spiel, wie die kapazitätsbezogene Miete von Maschinen oder Komponenten.

Fertigung

Im Produktionsprozess sind Daten zur Auslastung, zur produzierten Qualität sowie dem Wartungszustand für Fertigungsunternehmen unerlässlich. Entsprechend sehen diese in der Überwachung der Maschinenzustände und der Planung von Wartungszyklen über vernetzte Sensorik das höchste Potenzial. Der große Konsens bei den Bewertungen dieses Bereichs rührt vermutlich daher, dass ein Ausfall der Produktion und ungeplante Wartungsfenster zu direkten monetären Einbußen führen. Auch die Termintreue, welche bei Zulieferern von enormer Bedeutung ist, kann dann nicht mehr gehalten werden.

Die flexible Produktionsplanung ist ein weiteres Entwicklungsfeld für Produktionsunternehmen. Über Echtzeitregelkreise lassen sich Produktionsaufträge flexibler takten und spontane Veränderungen an den Produktkonfigurationen vornehmen. Die Datenverfügbarkeit ist dafür zentral. IoT-Technologie liefert diese Daten in Echtzeit. Das Potenzial der Planung mit Ist-Daten wird daher als hoch bewertet.

Die Verbindung von Maschinendaten mit weiteren Datenquellen (*Manufacturing Analytics*) und der Einsatz von *Big Data Analytics* haben bisher einen geringeren Stellenwert. Es ist zu vermuten, dass kleine und mittlere Fertigungsbetriebe zunächst die entsprechenden Sensornetzwerke aufbauen müssen, bevor sie *Analytics* im Fertigungsbereich aufgreifen.

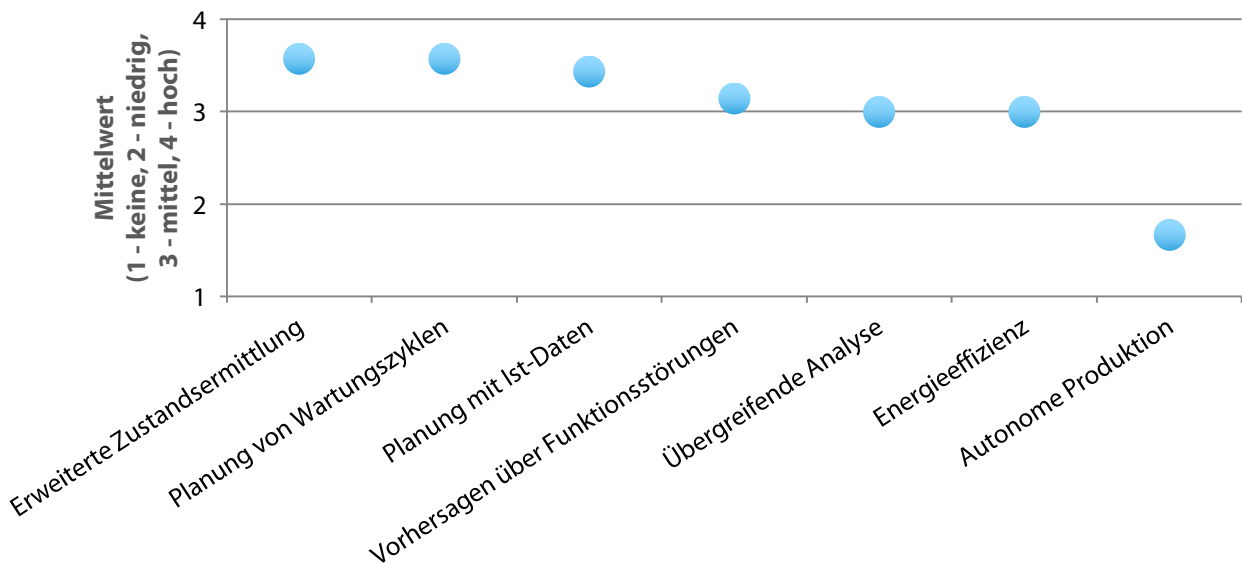


Abb. 16: In der Fertigung wird die Überwachung von Maschinen zur besseren Wartung und Produktionsplanung als Hauptpotenzial gesehen.

Geringere Potenziale werden auch bei der autonomen Produktion, also der Selbststeuerung der Produktionsvorgänge, gesehen. Zwar werden diese Potenziale in der aktuellen Forschung zu Industrie 4.0 hervorgehoben, in der Praxis scheint die zentrale Steuerung jedoch weiterhin den Ansprüchen zu genügen.

Einzelne Projekte werden bereits bei der Zustandsermittlung, aber auch im Rahmen der Erhöhung der Energieeffizienz durchgeführt. Zur Vorhersage von Funktionsstörungen und der Planung von Wartungszyklen ist eine Vielzahl neuer Projekte in Vorbereitung. Dieser Bereich wird daher in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

Interne Lagerhaltung und Logistik

Neben der eigentlichen Fertigung hat IoT auch Potenziale im Bereich der internen Lagerhaltung und Logistik. Das *Tracking* und *Tracing* von Produkten und Bestellungen sehen die Unternehmen dabei als zentrales zukünftiges Anwendungsfeld. Dies trifft nicht nur auf die Lagerhaltung zu, sondern auch im Qualitätsmanagement ist die Verfolgung von Produkten durch den Produktions- und Lagerprozess notwendig.

Aspekte der Lagerorganisation folgen dem *Tracking* und *Tracing* in der Potenzialbewertung. Als Einsatzfelder von smarten Sensortechnologien werden dabei die Lokalisierung einzelner Produkte im Lager, die intelligente Nutzung von Lagerkapazitäten sowie die autonome Lagerverwaltung gesehen. Dazu ist jedoch auch eine starke Verknüpfung mit den betrieblichen Informationssystemen notwendig, welche die erzeugten Daten aufnehmen.

Von geringer Bedeutung sind die Themen Monitoring der Lagerbedingungen sowie Sicherheit bei Transport und Handling. Hier scheinen die etablierten Lösungen für die Fertigungsbetriebe ausreichend zu sein.

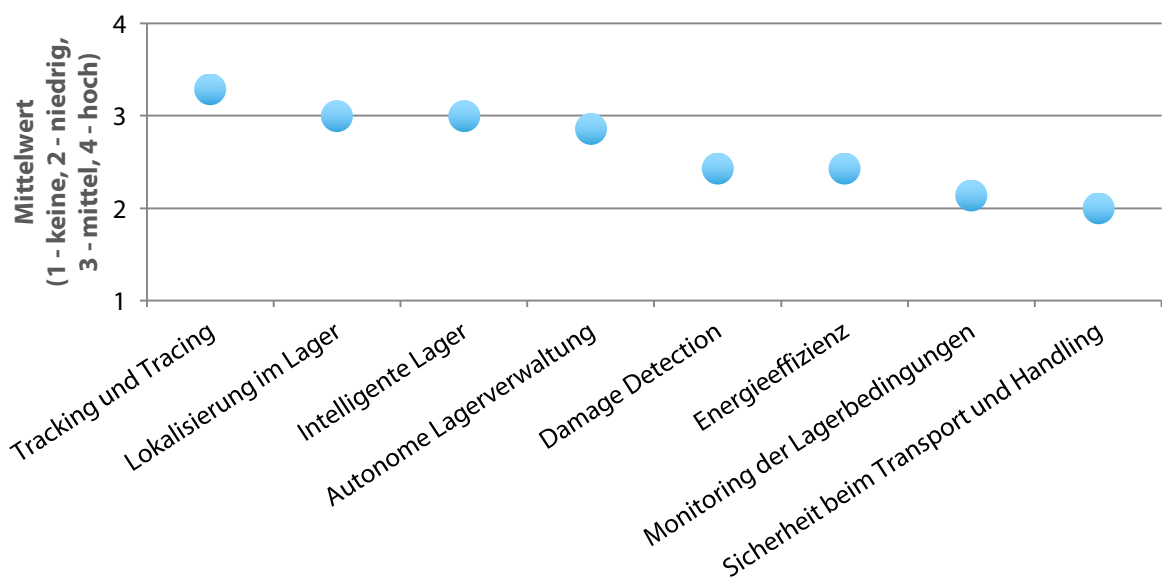


Abb. 17: Die interne Lagerhaltung und Logistik wird am meisten von Tracking & Tracing sowie der effizienteren Lagernutzung durch IoT profitieren.

Konkrete Projekte werden in der Lagerhaltung vornehmlich im *Tracking* und *Tracing*, der Auffindbarkeit im Lager, aber auch bei der Erhöhung der Energieeffizienz der Lagerung geplant und realisiert.

Service

Über IoT-Technologien lassen sich nicht nur interne Effizienzgewinne erzielen, sondern auch neue Geschäftsfelder erschließen. Insbesondere im Maschinenbau kann die Planung von Wartungen und die Prävention von Schäden beim Kunden über vernetzte Sensorik (*Predictive Maintenance*) neue Einnahmequellen eröffnen. Das höchste Potenzial bietet dabei die effiziente Planung von

Wartungszyklen in bestehenden Wartungsverträgen für Maschinen beim Kunden. Hierzu sind die kontinuierliche Zustandsermittlung sowie die Vorhersage von optimalen Wartungszeitpunkten notwendig. Neue Geschäftsfelder wie das Mieten von Maschinenkapazitäten werden darüber hinaus noch nicht erschlossen.

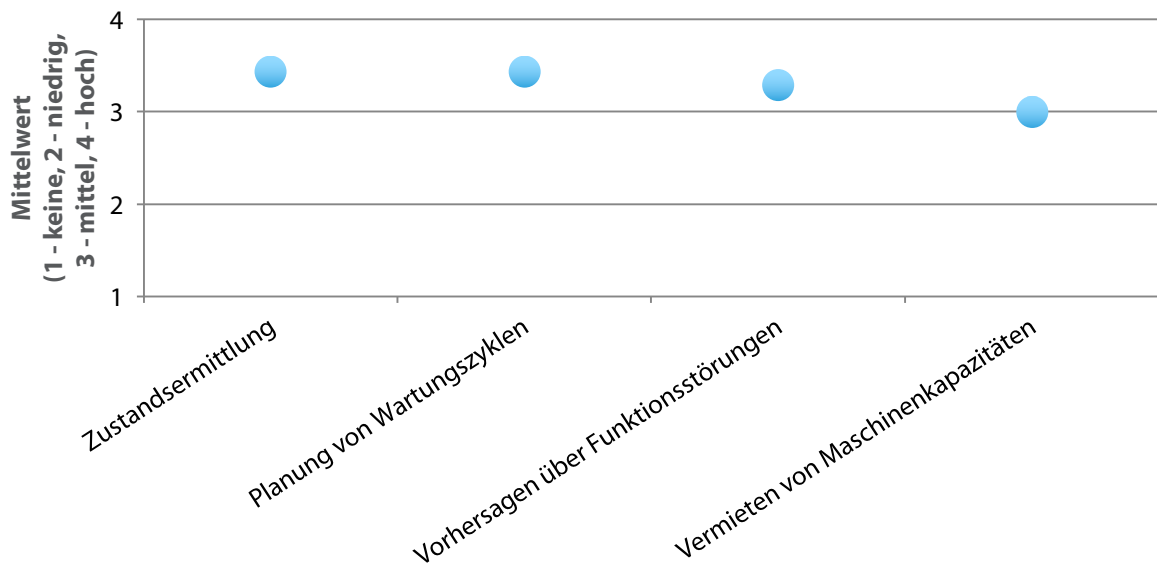


Abb. 18: Neue Services sind vor allem bei der Zustandsermittlung, Wartungsplanung und Störungsvorhersage zu finden.

Projekte finden bei Zustandsermittlung und Vorhersage von Funktionsstörungen statt. Insgesamt zeigt sich die Fertigungsbranche sehr aktiv bei der Implementierung von IoT. Durch die anhaltende Diskussion um Industrie 4.0 hat die Fertigungsbranche dahingehend einen Vorsprung gegenüber anderen Bereichen, für welche das Thema Digitalisierung erst später sichtbar wurde.

Gesundheitswesen

Im privaten Bereich erfreuen sich Technologien zur Fitnessmessung wachsender Beliebtheit. Der Markt für *Wearables* – von Fitnessarmbändern über Schrittzählern bis hin zu *Smartwatches* – hat sich stark entwickelt. Auch Krankenkassen fördern die Überwachung von Vitaldaten. Die gesammelten Daten können zur Forschung oder Gestaltung von Präventionsprogrammen genutzt werden. Die Sensortechnologie wird aber auch in Unternehmen des Gesundheitssektors verwendet. Zur Erhebung und Analyse von Vitaldaten nutzen Krankenhäuser bereits eine Reihe von Sensoren (Herzfrequenzmessung, Dauer-EKG, Blutzuckermessung, Blutdruckmessung). In der häuslichen Krankenpflege spielt Sensorik beim Erkennen von Stürzen und der automatisierten Alarmierung

von Hilfsdiensten eine Rolle. *Wearables* werden aber auch als Assistenzsysteme bei der Medikamentierung oder der Erinnerung zur Flüssigkeitsaufnahme eingesetzt.

Unternehmen der Gesundheitsbranche sehen das höchste Potenzial in der Erhebung von gesundheitlichen Langzeitdaten. Individuelle Behandlungs- und Pflegepläne können mit genauer Kenntnis der Vitaldaten und dem Abgleich mit bekannten Mustern effizienter gestaltet werden. Der Überwachung von Risikopatienten und der zeitnahen Alarmierung bei Notfällen wird eine ähnlich hohe Bedeutung zugewiesen. Herzinfarkte und Schlaganfälle können so schneller erkannt und wichtige Minuten für die Behandlung gewonnen werden. Die Sensorik im häuslichen Bereich muss dazu aber mit der Rettungs- und Krankenhausinfrastruktur vernetzt werden.

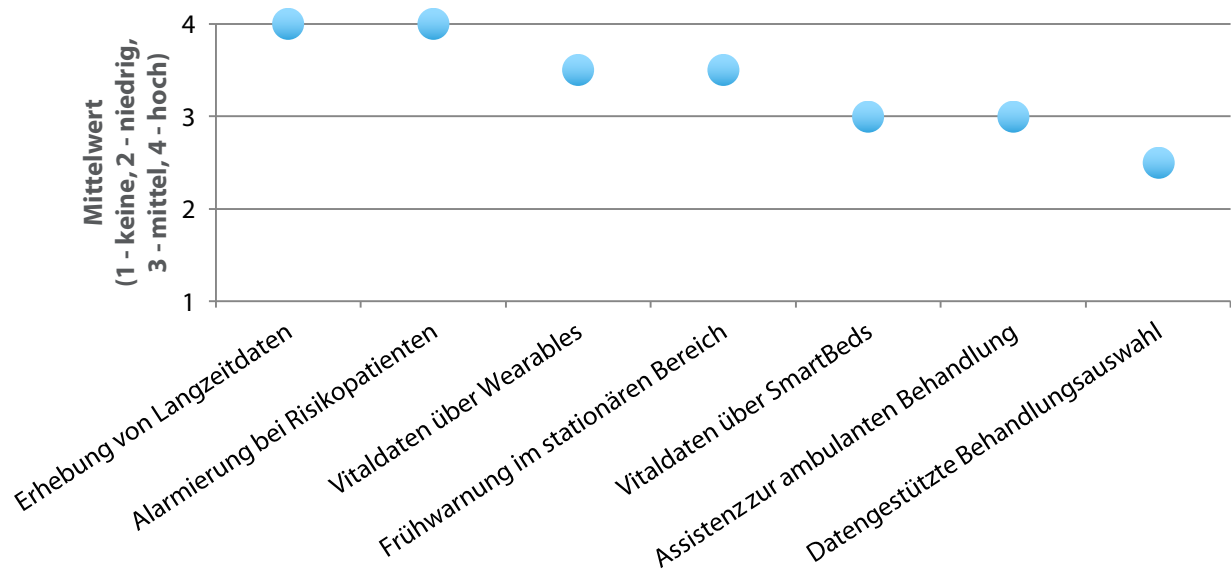


Abb. 19: Die Erhebung von Langzeitdaten sowie die Überwachung von Risikopatienten bietet im Gesundheitswesen das größte Potenzial.

Allgemein wird der Überwachung der Vitaldaten über *Wearables* ein hohes Potenzial zugeschrieben. Somit finden sich die vielversprechenden Anwendungsfelder der Sensorik im ambulanten Bereich. Im stationären Umfeld werden einzig die *Smart Beds* als nützlich erachtet.

Bei der Diagnose und Therapieauswahl wird einzig auf die Erfahrung und Ausbildung des Arztes gesetzt. Die datengestützte Erkennung von Krankheitsbildern und die Unterstützung bei der Bestimmung der effektivsten Therapieform werden nach Aussagen der Befragten zukünftig kaum eine Rolle spielen.

Zusammenfassend sieht die Gesundheitsbranche das Potenzial von IoT vor allem bei der Entlastung der stationären Infrastruktur und der Verlagerung von Überwachung und Therapie in den ambulanten Bereich. Kranken Personen soll es damit ermöglicht werden, sich im häuslichen Umfeld zu bewegen, statt im Krankenhaus betreut zu werden. Die Bedeutung flexibler Überwachungs- und Behandlungsformen wird vor dem Hintergrund des demografischen Wandels an Bedeutung gewinnen. Smarte, sensorbasierte Lösungen des Internets der Dinge können dabei helfen, die Herausforderungen zu meistern und das stationäre Gesundheitswesen zu entlasten.

Herausforderungen

IoT-Technologien und die damit verbundenen Anforderungen an die Vernetzung sind für die Unternehmen nach wie vor neu. Unternehmen stehen daher bei der Implementierung von IoT-Projekten vor technischen, organisatorischen und personellen Herausforderungen.

Zur Annäherung an die Technologie bieten technische Standards und Referenzarchitekturen eine Orientierung. Sie sichern auch die Interoperabilität zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller und zu Auswertungsplattformen. Zudem geben sie Anhaltspunkte für das notwendige Investitionsvolumen. Konkrete Nutzungsszenarien richten sich nach der Wirtschaftlichkeit der neuen Technologien. Ein konkreter Nutzen muss bei der Anschaffung und Einbindung vernetzter, smarter Sensorik in die Unternehmensprozesse nachgewiesen werden. Dabei sind Rahmenbedingungen, z. B. die Gewährleistung der Datensicherheit und des Datenschutzes sowie die Akzeptanz der Kunden, mit zu beachten.

Die Erfahrung von Unternehmen in IoT-Projekten zeigt, dass die Hauptherausforderung in den fehlenden technischen Standards liegt (60 %). Fast die Hälfte der Befragten (47 %) hat Probleme bei der Integration der Sensordaten und der internen Vernetzung mit Unternehmensdatenquellen. Entsprechende Plattformen scheinen sich nicht immer für die branchenspezifischen Anwendungsfälle zu eignen. Darüber hinaus wird ein Teil der Projekte durch die Kosten für die zusätzliche Infrastruktur zur Vernetzung belastet (40 %). Dieses Investment ist unsicher, muss es doch in Zukunft durch den Nutzen aufgewogen werden.

Die Durchführung der IoT-Projekte erfordert einen guten Marktüberblick sowie Wissen über die Einsatzmöglichkeiten der IoT-Produkte. Hier stellen für die Unternehmen weder die Verfügbarkeit von Analytics-Systemen und -Werkzeugen (13 %) noch die Nutzung von Referenzarchitekturen (7 %) ein Problem dar. Bezüglich der spezifischen Einsatzbereiche scheinen die Unternehmen gut informiert. Zudem kann bei deren Auswahl und Implementierung auf kompetente Partner zurückgegriffen werden. Nur 20 Prozent geben an, dass es ihnen bei der Umsetzung an zuverlässiger Unterstützung fehlt.

Daten geben im Zeitalter der Digitalisierung Einblick in die internen Unternehmensprozesse und zeichnen ein detailliertes Bild von den Kunden. Die Sicherheit der Daten ist gleichsam verbunden

mit der Sicherung eines Wettbewerbsvorteils und des Kundenvertrauens. Da viele Auswertungsplattformen cloudbasiert angeboten werden und eine Offenheit der Infrastruktur erfordern, wird die Datensicherheit (33 %) und die Wahrung des Datenschutzes (40 %) von den befragten Unternehmen als Herausforderung bei der Umsetzung von IoT-Projekten gesehen.

Für das Gesundheitswesen wurde zudem die Bedeutung der medizinischen Leitlinien, der Akzeptanz und der Personalqualifikation erfragt. Es wurden jedoch keine bedeutsamen Probleme durch die Unternehmen erkannt.

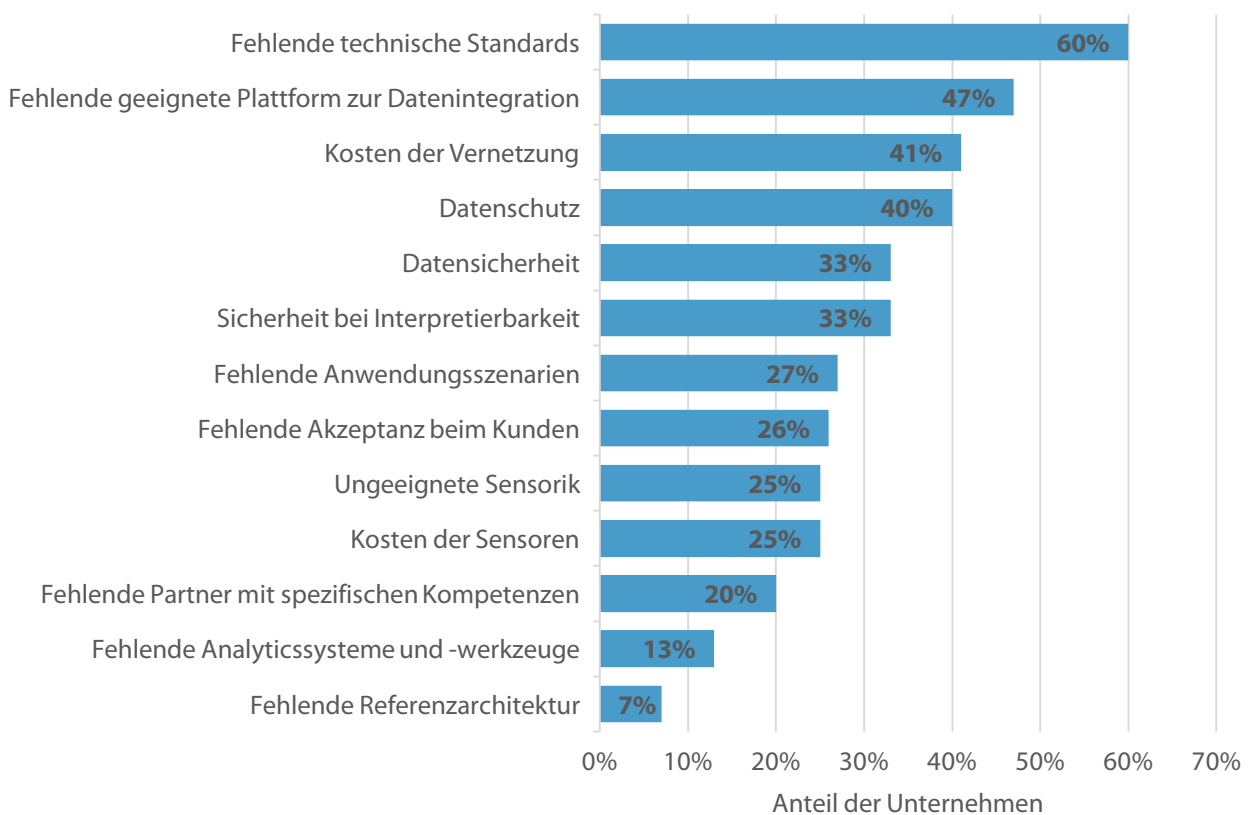


Abb. 20: Fehlende technische Standards, Plattformen sowie Bedenken bei Datenschutz und Datensicherheit sind die größten Probleme in IoT-Projekten (Mehrfachnennungen).

Insgesamt sind Probleme in IoT-Projekten auf fehlende technische Standards und Zweifel an der Interoperabilität zurückzuführen. Zudem fällt es den Unternehmen schwer, den Nutzen konkret zu quantifizieren und den relativ hohen Kosten gegenüberzustellen. Damit wird die Investition in IoT als unsicher betrachtet und nicht forciert. Auch die Verarbeitung der Daten in der *Cloud* und die damit verbundenen Zweifel an der Datensicherheit und am Datenschutz bereiten den Unternehmen Sorgen.

Für mehr als die Hälfte der Unternehmen (56,5 %) spielt IoT derzeit keine Rolle. Sie sehen Herausforderungen, die sie bisher nicht überwinden konnten. Dabei ist die konkrete Bewertung des Nutzens von IoT das größte Hindernis. Durch zunehmende Beschäftigung mit den Technologien und ihren Einsatzszenarien in konkreten Projekten verlieren diese Zweifel jedoch an Bedeutung.

Allerdings werden die Unternehmen mit zunehmender Projekterfahrung auch mit konkreten Implementierungsproblemen konfrontiert. Hierzu zählen das fehlendem Know-how zur Sensorik und Datenanalyse, die Kriterien zur Auswahl technologischer Lösungen sowie die richtige Zuordnung von Verantwortlichkeiten. Einzig das fehlende Know-how wird auch von Unternehmen ohne Projekterfahrung als ähnlich schwerwiegend bewertet.

Die Bedeutung von Sicherheitsaspekten und die Höhe des Implementierungsaufwands werden von allen Unternehmen ähnlich hoch eingeschätzt, belegen jedoch bei Unternehmen ohne Projekterfahrung einen höheren Rang.

Die geringsten Bedenken existieren bei der Reife der Technologie und den Analysemethoden, auch wenn diese von Unternehmen mit Projekterfahrung kritischer bewertet werden.

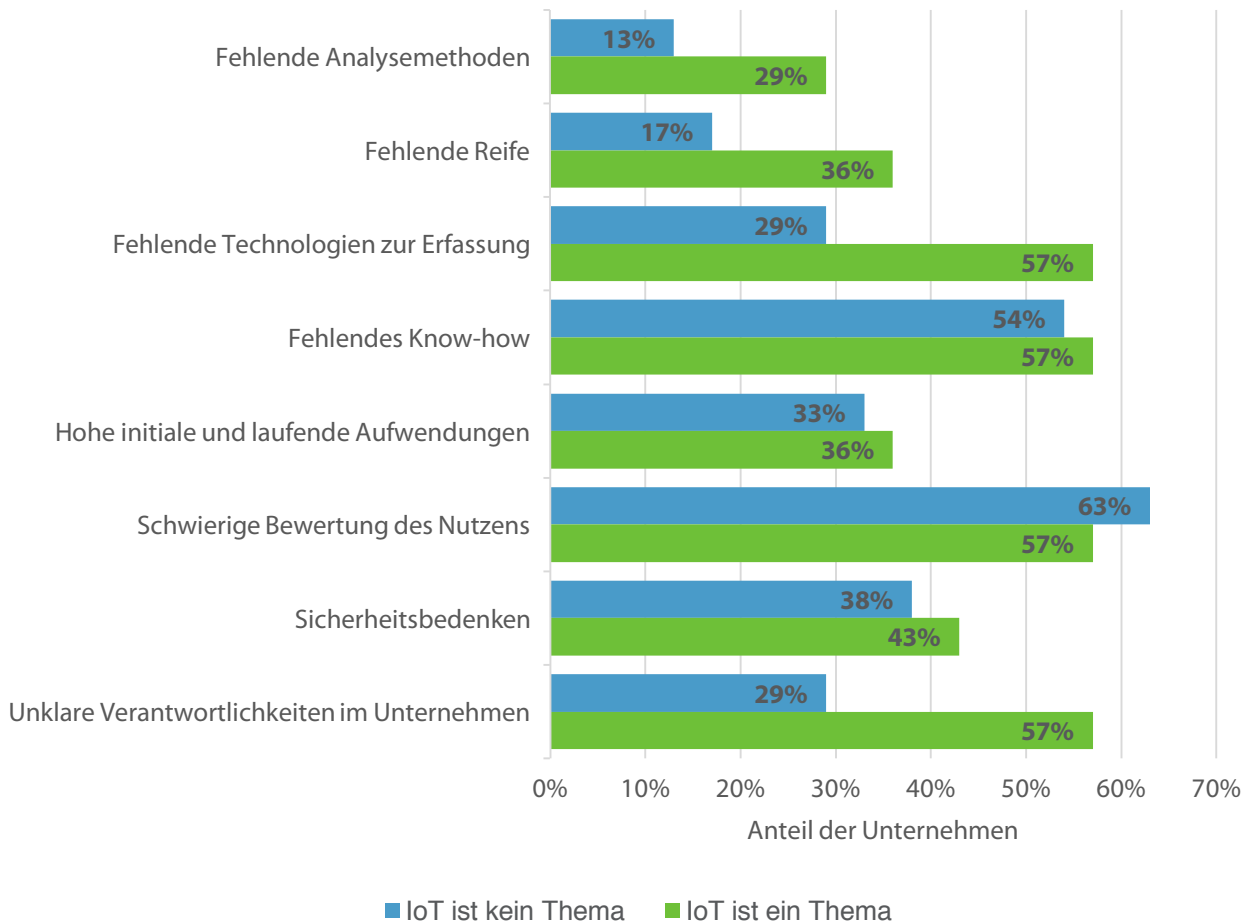


Abb. 21: Die größten Herausforderungen im Umgang mit IoT bestehen in der Bewertung des Nutzens, dem verfügbaren Know-how sowie in technologischen und organisatorischen Unwägbarkeiten (Mehrfachnennung).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass IoT-Technologien allgemein bereit sind für den Einsatz im Unternehmenskontext. Oftmals fehlen dort jedoch konkrete Konzepte zur Einbettung in die bestehenden Geschäftsprozesse sowie Werkzeuge zu einer strategischen und wirtschaftlichen Bewertung der Technologien, um die entsprechenden notwendigen Ressourcen zur Verfügung zu stellen oder zu entwickeln. Die Hindernisse sind somit eher organisatorischer und wirtschaftlicher als technologischer Natur.

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten, welche IoT-Technologien für die Unternehmen in den verschiedenen Branchen bieten, werden nur zum Teil erkannt. Die stärkste Wirkung entfalten vernetzte Sensortechnologien in den Branchen Logistik und Fertigung. Der Handel sowie Versicherungen und das Gesundheitswesen haben nur wenig konkrete Aktivitäten begonnen.

Es gibt zwei Zielstellungen, die beim Einsatz von IoT verfolgt werden: Zum einen soll der Umsatz durch neue und bessere Produkte und Dienstleistungen erhöht werden. Über die Hälfte der Unternehmen sieht hier Wachstumspotenziale in den nächsten fünf Jahren. Die zweite Zielstellung ist die interne Effizienzerhöhung durch eine bessere und schnellere Datenversorgung. Zwei Drittel der Unternehmen sehen hier innerhalb der nächsten fünf Jahre zum Teil erhebliche Potenziale.

Hierzu müssen jedoch die verfügbaren Datenquellen erschlossen, vernetzt und in die betriebliche Entscheidungsfindung einbezogen werden. Derzeit wird auf diesem Gebiet zu wenig getan. So werden von der Mehrzahl der Unternehmen nur maximal 25 Prozent der verfügbaren Daten genutzt. Auch bei der autonomen Entscheidungsfindung und der Nutzung von Analysetechniken sind die Unternehmen sehr zurückhaltend. Die Analysen erfolgen weniger explorativ in die Zukunft gerichtet, sondern werden vielmehr von vergangenheitsbezogenen Verfahren dominiert.

Ein Blick auf den derzeitigen Stand der konkreten Projekte zeigt, dass diese primär eine interne Zielstellung haben. So dominieren vor allem die Effizienzerhöhung und Prozessüberwachung. Es existiert jedoch bereits eine Vielzahl von Projekten, welche die Umsatzsteigerung zum Ziel haben. Die Unternehmen konzentrieren sich dabei auf ihre bestehenden Produkte und Dienstleistungen. Der disruptive Charakter wird von den wenigsten durch neue Geschäftsmodelle aufgenommen.

Bei den Unternehmen zeigt sich eine gewisse Spaltung, was die Initiative im Bereich IoT angeht. Entweder sie geht von der Unternehmensleitung aus und hat einen unternehmensübergreifenden Charakter oder ist allein projektgetrieben und wird als Test für den Nutzen und die Komplexität von IoT genutzt.

Die größten Herausforderungen in den Projekten betreffen die Interoperabilität zwischen Sensoren, Analyseplattformen und anderen Datenquellen. Für den alleinstehenden Einsatz weist die

Technologie die nötige Reife auf, die Integration und Analyse von Daten wird jedoch kritisch bewertet. Ebenso stehen Datensicherheit und Datenschutz im Fokus, wenn IoT-Lösungen implementiert werden.

Sowohl für Unternehmen, die sich bereits tiefergehend mit IoT befassen, als auch für Unternehmen, die das Thema noch nicht erschlossen haben, stellen die Bewertung des Nutzens und das Kostenrisiko die größten Hindernisse dar. Zudem befürchten viele Unternehmen, nicht das notwendige Know-how im Unternehmen zu haben, um IoT effektiv zu nutzen.

Literatur

- Atzori, L. / Iera, A. / Morabito, G. (2010): The Internet of Things: A survey. In: Computer Networks, Vol 54 (15), S. 2787–2805.
- Dada, A. / Thiesse, F. (2008): Sensor applications in the supply chain: the example of quality-based issuing of perishables, in: Proceedings of Internet of Things, Zurich, May 2008.
- Evans, D. (2011): The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, Cisco Internet Business Solutions Group, Whitepaper, 2011.
- Ghose, A. / Biswas, P. / Bhaumik, C. / Sharma, M. / Pal, A., Jha, A. (2012): Road condition monitoring and alert application: Using in-vehicle Smartphone as Internet-connected sensor. In: Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2012 IEEE International Conference on, Lugano, 2012, S. 489–491.
- Gronau, N. (2016): Wettbewerbsfaktor Analytics 2015, GITO-Verlag, im Erscheinen.
- Ilic, A. / Staake, T. / Fleisch, E. (2009): Using sensor information to reduce the carbon footprint of perishable goods, IEEE Pervasive Computing 8 (1) (2009) 22–29.
- Karakostas, B. (2013): A DNS architecture for the internet of things: A case study in transport logistics. In: Procedia Computer Science, Vol. 19, S. 594–601.
- Koch, V. / Kuge, S. / Geissbauer, R. / Schrauf, S. (2014): Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, Strategy&.
- Manral, J. (2015): IoT enabled Insurance Ecosystem – Possibilities, Challenges and Risks. NTT DATA FA Insurance Systems (NDFS).
- O'Marah, K. / Manenti, P. (2015): The Internet of Things Will Make Manufacturing Smarter. In: Industry Weekly.
- Regalado, A. (2014): Business Adapts to a New Style of Computer. In: MIT Technology Review – Business Report – The Internet of Things, Juli/August 2014, S. 2.
- van Kranenburg, R. (2007): The Internet of Things: A Critique of Ambient Technology and the All-Seeing Network of RFID, Amsterdam: Institute of Network Cultures.
- Vilamovska, A. M. / Hattziandreu, E. / Schindler, R. / Van Oranje, C. / De Vries, H. / Krapelse, J. (2009): RFID Application in Healthcare – Scoping and Identifying Areas for RFID Deployment in Healthcare Delivery, RAND Europe, February 2009.
- Wolfram, G. (2008): Die Metro-Group-Future-Store-Initiative – Die Zukunft des Handels aktiv gestalten! In: Riekhof, H-Ch.: Retail Business in Deutschland: Perspektiven, Strategien, Erfolgsmuster, Gabler, Wiesbaden, S. 617–631.
- Yuan, R. / Shumin, L. / Baogang, Y. (2007): Value Chain Oriented RFID System Framework and Enterprise Application, Science Press, Beijing, 2007.