



Kernkompetenzzentrum
Finanz- & Informationsmanagement



Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik

Smart Things im Internet der Dinge - Ein Klassifikationsansatz

von

Louis Püschel, Maximilian Röglinger, Helen Schlott¹

erscheint in: Wirtschaftsinformatik & Management, 9, 2, 2017, S. 54-61

¹ Deutsche Bank AG, Frankfurt

WI-655

Universität Augsburg, D-86135 Augsburg
Besucher: Universitätsstr. 12, 86159 Augsburg
Telefon: +49 821 598-4801 (Fax: -4899)

Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth
Besucher: Wittelsbacherring 10, 95444 Bayreuth
Telefon: +49 921 55-4710 (Fax: -844710)



Universität
Augsburg
University



UNIVERSITÄT
BAYREUTH



Smart Things im Internet der Dinge – Ein Klassifikationsansatz

Autoren

Louis Püschel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT und promoviert an der Universität Bayreuth im Bereich Internet der Dinge.

Maximilian Röglinger ist Professor für Wirtschaftsinformatik an der Universität Bayreuth, stellvertretender wissenschaftlicher Leiter des Kernkompetenzzentrum FIM und leitend für die Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer FIT tätig.

Helen Schlott arbeitete am Kernkompetenzzentrum FIM und ist Alumna des Elitenetzwerk-Studiengangs Finance & Information Management der Universitäten Augsburg und Bayreuth sowie der Technischen Universität München.

Handlungsempfehlungen

1. Smart Thing ist nicht gleich Smart Thing: Nutzer von Smart Things sollten sich im Vorfeld genau über deren Eigenschaften und Fähigkeiten informieren.
2. Entwickler von Smart Things sollten insbesondere in folgenden Bereichen weiterarbeiten: Integration in digitale Ökosysteme, Kompatibilität und Kommunikation zwischen Smart Things, Nutzung von Cloud-Daten sowie fortgeschrittene Analytik

Kernthesen

1. Das Internet der Dinge revolutioniert Wirtschaft und Gesellschaft durch neue Interaktionsmöglichkeiten zwischen Unternehmen, Dingen und Individuen.
2. Das Verständnis von Smart Things steckt noch in den Kinderschuhen. Solange wir Smart Things nicht verstehen, lässt sich das Potenzial des Internets der Dinge nicht abschöpfen.
3. Unsere Taxonomie hilft, Smart Things als zentralen Baustein des Internets der Dinge systematisch zu analysieren.

Zusammenfassung

1. Das Internet der Dinge ist eine disruptive Technologie, die physische Objekte mit Sensoren, Aktuatoren und Rechenleistung ausstattet sowie mit dem Internet verbindet.
2. Wir schlagen eine Taxonomie für Smart Things vor, die zehn Dimensionen umfasst und entlang gängiger Technologiearchitekturen strukturiert ist.
3. Wir analysieren beispielhaft 50 Smart Things aus dem Business-to-Consumer-Bereich, um Handlungsbedarf aufzuzeigen.

Abstract: Das Internet der Dinge ist eine der disruptivsten Technologien auf dem Markt. Im Internet der Dinge werden physische Objekte mit Sensoren, Aktuatoren und Rechenleistung ausgestattet sowie mit dem Internet verknüpft. Die dadurch entstehenden Smart Things bilden die Grundlage für neuartige Interaktionen zwischen Unternehmen, Dingen und Individuen sowie für innovative Geschäftsmodelle, die auf einer zunehmenden Verschmelzung von digitaler und physischer Welt, einer umfassenden Verfügbarkeit von Daten sowie auf allgegenwärtiger Vernetzung beruhen. Trotz aller Aktivitäten rund um das Internet der Dinge herrscht nach wie vor Unklarheit darüber, was ein Smart Thing überhaupt ist und wie sich Smart Things voneinander unterscheiden. Wir schlagen daher eine Taxonomie für Smart Things vor, klassifizieren beispielhaft 50 Smart Things aus dem Business-to-Consumer-Umfeld und leiten Handlungsbedarf ab.

Das Internet der Dinge revolutioniert Wirtschaft und Gesellschaft

Digitale Produkte und Dienstleistungen sind aus dem Alltag von Privatpersonen und Unternehmen nicht mehr wegzudenken [2]. Die Digitalisierung zwingt Unternehmen und ermöglicht es ihnen zugleich, bestehende Geschäfts- und Betriebsmodelle auf Basis digitaler Technologien fundamental neuzudenken [5]. Digitale Technologien kommen dabei immer schneller und immer günstiger auf den Markt. Eine digitale Technologie, der über alle Anwendungsbereiche hinweg sehr großes Disruptionspotenzial zugewiesen wird, ist das Internet der Dinge.

Im Internet der Dinge werden physische Objekte mit Sensoren, Aktuatoren und Rechenleistung ausgestattet sowie mit dem Internet verknüpft. Die dadurch entstehenden Smart Things werden zu selbstständigen Akteuren in einer vernetzten Gesellschaft und tragen zu einer zunehmenden Verschmelzung von digitaler und physischer Welt bei. Gleichzeitig ermöglichen Smart Things völlig neuartige Interaktionen zwischen Unternehmen, Dingen und Individuen sowie innovative Geschäftsmodelle auf Basis neu verfügbarer Daten und allgegenwärtiger Vernetzung. Schätzungen zufolge sollen im Jahr 2020 über 50 Milliarden Smart Things mit dem Internet sowie untereinander verbunden sein, was mit einem Wertschöpfungspotenzial von 8 Billionen US Dollar einhergeht [4].

Bereits heute finden sich spannende Beispiele für das Internet der Dinge in zahlreichen Anwendungsbereichen wie Smart Home, Smart City oder Smart Factory [1]. So ermöglicht es ein smartes Thermostat, die Raumtemperatur zuhause von unterwegs zu steuern. Zudem kann sich ein smartes Thermostat selbstlernend an den Tagesrhythmus der Hausbewohner anpassen, um Energie zu sparen. Smarte Thermostate lassen sich auch mit Rauchmeldern oder Kohlenstoffmonoxidsensoren koppeln. Sobald zu hohe Werte gemessen werden, sendet der Rauchmelder einen Alarm an das Thermostat, das daraufhin die Heizungen abschaltet. Sämtliche Aktivitäten dieser smarten Geräte sowie alle Informationen über die erfasste Umwelt werden via Smartphone bereitgestellt, sodass im Fall eines Brandes nicht nur die aktuell im Haus befindlichen Bewohner alarmiert werden, sondern auch alle Hausbewohner, die sich derzeit nicht im Haus befinden.

Smart Things sind der wenig verstandene Grundstein des Internets der Dinge

Wie dem Haus der Grundstein, so sind Smart Things die Grundlage des Internets der Dinge. Betrachten wir das Beispiel einer Landmaschine [5]. Dessen traditionelle Funktion (z.B. Feld pflügen) hat sich längst weiterentwickelt. So kann die Landmaschine Daten an den Hersteller oder den Landwirt senden, die diese anschließend analysieren und auswerten. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten, wie im Bereich der vorbeugenden Instandhaltung. So lässt sich beispielsweise der Verschleiß stark beanspruchter Maschinenkomponenten besser antizipieren. Auch Leistungskennzahlen wie die Tagesproduktivität lassen sich auf dieser Basis ermitteln. Im vorliegenden Beispiel werden Daten nicht nur versendet. Vielmehr kann die Landmaschine auch über das Internet gesteuert werden, bis hin zur synchronen Koordi-

nierung und Steuerung mehrerer Landmaschinen. Zudem kann die Landmaschine Daten anderer Maschinen, Landwirtschaftsbetriebe und Unternehmen nutzen. Durch die Vernetzung von Landwirtschafts- und Wettersystem, kann die Landmaschine auf neue Funktionen zurückgreifen (z.B. Wetterprognose) und ihren Einsatz selbstständig optimieren. Wo bisher die Grenzen einer Branche galten, werden sich in Zukunft vernetzte smarte Systeme zu sogenannten „systems of systems“ verknüpfen [5].

Die Grundlage vernetzter smarterer Systeme ist und bleibt jedoch das Smart Thing. Nicht selten findet der Begriff der Smart Things Verwendung als Sammelbecken, in den ungeachtet existierender Unterschiede „smarte“ Alltagsgegenstände verschiedenster Anwendungsbereiche und Entwicklungsstufen einsortiert werden. Um die Komplexität von Smart Things und deren transformierende Wirkung auf Interaktionen zwischen Unternehmen und Individuen sowie auf Geschäftsmodelle zu verstehen, greift dieses Vorgehen jedoch zu kurz. Hierfür ist ein Blick hinter die Fassade von Smart Things erforderlich.

Das Internet der Dinge erfordert eine integrierte Technologiearchitektur

Auch wenn sich der Mehrwert des Internets der Dinge erst an der Kundenschnittstelle oder durch den Einsatz von Smart Things in betrieblichen Prozessen manifestiert, müssen Unternehmen die technologischen Voraussetzungen dafür schaffen. In diesem Zusammenhang werden unterschiedliche Technologiearchitekturen diskutiert, die jedoch sehr ähnliche Ebenen aufweisen [2,5]. Alle Architekturen betrachten das physische Objekt ausgerüstet mit Sensoren, Aktuatoren und Rechenleistung als Fundament auf einer sogenannten Thing-Ebene. Auf Basis ihrer Internetverbindung können Smart Things mit verschiedenen Akteuren aus ihrer Umwelt interagieren – beispielsweise mit Individuen, Unternehmen oder anderen Smart Things. Interaktionen mit anderen Akteuren werden üblicherweise auf einer Interaktionsebene untersucht. Eine weitere wesentliche Eigenschaft von Smart Things ist die Sammlung von Daten aus unterschiedlichen Quellen sowie deren Verarbeitung. Dies wird auf der Datenebene gebündelt. Die gewonnenen Daten werden schließlich dazu genutzt, um innovative Services zu kreieren. Da sich der disruptive Charakter von Smart Things insbesondere durch innovative Services ausdrückt, findet man als oberste Ebene von Technologiearchitekturen üblicherweise eine Service-Ebene. Diese vier Ebenen lassen sich demnach verwenden, um Smart Things strukturiert zu analysieren.

Eine Taxonomie für Smart Things

Eine Taxonomie ist ein Klassifikationsschema, mit dem sich Objekte eines bestimmten Anwendungsbereichs systematisch anhand von Dimensionen und Dimensionsausprägungen analysieren lassen. Taxonomien zielen darauf ab, Objekte nicht vollständig zu erfassen, sondern diese vielmehr ihrem Wesen nach unterscheiden zu können. Um die Variantenvielfalt von Smart Things zu strukturieren, haben wir eine mehrdimensionale Taxonomie entwickelt. Für Details zum Forschungsprozess verweisen wir auf [6]. In Anlehnung an bestehende Technologiearchitekturen umfasst unsere Taxonomie vier Ebenen: Thing-Ebene, Interaktionsebene, Datenebene und Service-Ebene.

	Dimension	Ausprägung			
Service	Nutzungszweck	Thing-zentriert		Zusätzlicher Service	Integration in digitales Ökosystem
	Offline-Funktionalität	Eingeschränkt		Keine	
Daten	Verwendung	Transaktional		Analytisch (grundlegend)	Analytisch (fortgeschritten)
	Herkunft	Thing-Status	Thing-Kontext	Thing-Nutzung	Cloud
Interaktion	Kompatibilität	Geschlossen		Offen	
	Partner	Nutzer		Unternehmen	Ding
	Multiplizität	Eins-zu-Eins		Eins-zu-Viele	Viele-zu-Viele
	Richtung	Unidirektional		Bidirektional	
Thing	Aktuatorik	Unmittelbar		Intermediär	
	Sensorik	Einfach		Umfangreich	

Abbildung 1: Taxonomie für Smart Things

Thing-Ebene

Die Thing-Ebene ist das Fundament unserer Taxonomie. Auf dieser Ebene wird das physische Objekt um Sensoren und Aktuatoren erweitert – und somit zum Smart Thing. Die Sensorik definiert den Rahmen für die Menge und Vielfalt an Daten, die ein Smart Thing erfassen kann. Wir unterscheiden zwischen einfacher und umfangreicher Sensorik. Die Aktuatorik schafft die Voraussetzungen für die Kommunikation von Smart Things mit ihren Nutzern. In unserer Taxonomie unterscheiden wir unmittelbare und intermediäre Kommunikation. Im Falle intermediärer Kommunikation verfügt ein Smart Thing über keine eigene Aktuatorik und kommuniziert mithilfe eines mobilen Endgeräts. Verfügt ein Smart Thing über eigene Aktuatorik, so wird es in dieser Dimension als „unmittelbar“ klassifiziert.

Interaktionsebene

Auf der zweiten Ebene werden die Interaktionseigenschaften von Smart Thing untersucht. Den Ausgangspunkt bilden die Interaktionspartner von Smart Things. Im Vergleich zu physischen Objekten finden sich in dieser Dimension neben dem Nutzer auch die Ausprägungen „Unternehmen“ und andere „Smart Things“. Anschließend werden die Multiplizität und die Richtung der zwischen Smart Things und ihren Partnern stattfindenden Interaktionen näher betrachtet. Hinsichtlich der Multiplizität unterscheiden wir zwischen Eins-zu-Eins, Eins-zu-Viele und Viele-zu-Viele. Jede Interaktion wird zudem bezüglich ihrer Richtung als unidirektional oder bidirektional klassifiziert. Den Abschluss bildet die Kompatibilitätsdimension. Kann ein Smart Thing mit Produkten außerhalb der anbietereigenen Produktfamilie kommunizieren, wird es als offen, andernfalls als geschlossen klassifiziert.

Datenebene

Auf der Datenebene werden die Datenherkunft und die -verwendung ins Auge gefasst. Die Datenherkunft umfasst vier Ausprägungen, die auch kombiniert vorliegen können. Die Ausprägung „Thing-Status“ bezieht sich auf produkteigene Daten, zum Beispiel den Akkustand oder den Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Erfasst das Smart Thing zudem Daten aus seiner Umgebung, wie Geräusche und Temperatur, erfüllt es die Ausprägung „Thing-Kontext“. Werden Nutzungsdaten des Smart Thing verwendet, so führt dies zur Ausprägung „Thing-Nutzung“. Die letzte Ausprägung „Cloud“ bezieht sich auf die Nutzung zusätzlicher externer Daten, die ein Smart Thing mittels seiner Internetverbindung beispielsweise aus Anbieter- und Produktdatenbanken bezieht. Darauf aufbauend beschreibt die zweite Dimension die Fähigkeiten von Smart Things zur Datenverwendung. Zunächst werden transaktionale und analytische Datenverwendung unterschieden. Letztere wird zusätzlich in grundlegend und fortgeschritten differenziert, um den verschiedenen Entwicklungsstufen von Smart Thing Rechnung zu tragen. Von fortgeschrittener analytischer Datenverwendung spricht man im Fall von Prognose- und Empfehlungsfunktionalität.

Service-Ebene

Die letzte Ebene unserer Taxonomie stellt die Verknüpfung zwischen Smart Thing und darauf basierenden Services her. Die Dimension Offline-Funktionalität analysiert, welcher Umfang der Funktionalität eines Smart Things auch offline zur Verfügung steht. Wir differenzieren zwischen eingeschränkt (d.h. ein Teil der Services ist ohne Internetverbindung nutzbar) und „keine“ (d.h. eine Internetverbindung ist zur Nutzung des Smart Thing und seiner Services zwingend erforderlich). Abschließend wird der Nutzungszweck von Smart Things mit Hilfe von drei Ausprägungen betrachtet, die versuchen, auch das künftige Entwicklungspotenzial von Smart Things abzubilden. So kann sich der Nutzungszweck eines Smart Thing weiterhin stark am ursprünglichen physischen Produkt orientieren („Thing-zentriert“), aber ebenso über das Angebot zusätzlicher Services bis zur Integration in ein digitales Ökosystem erstrecken.

Fünzig Smart Things aus dem Business-to-Consumer-Umfeld wurden beispielhaft klassifiziert

Um die Anwendung unserer Taxonomie zu illustrieren und um Handlungsbedarf bezüglich der Entwicklung von Smart Things abzuleiten, haben wir 50 Smart Things aus dem Business-to-Consumer-Umfeld klassifiziert. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten, haben wir Smart Things aus folgenden Anwendungsbereichen ausgewählt: Persönliches Wohlbefinden, Smart Health, Smart Home, Smart City, Smart Energy und Smart Mobility.

Smart Thing ist nicht gleich Smart Thing

Unten zeigen wir die Klassifikation zweier Smart Things, nämlich der smarten Überwachungskamera „Nest Cam“ (<https://nest.com/camera/meet-nest-cam/>) und des smarten Türschlosses „Bolt“ von Lockitron (<https://lockitron.com/>). Diese Ergebnisse unterstreichen, dass sich Smart Things substantziell hinsichtlich ihrer Eigenschaften unterscheiden können. Smart Things eignen sich somit nur für bestimmte Nutzungszwecke und sollten im Vorfeld genau auf ihre Eignung hin untersucht werden.

	Dimension	Ausprägung		
Service	Nutzungszweck	Thing-zentriert	Zusätzlicher Service	Integration in digitales Ökosystem
	Offline-Funktionalität	Eingeschränkt		Keine
Daten	Verwendung	Transaktional	Analytisch (grundlegend)	
	Quelle	Thing-Status	Thing-Kontext	Thing-Nutzung
Interaktion	Kompatibilität	Geschlossen		Offen
	Partner	Nutzer	Unternehmen	
	Multiplizität	Eins-zu-Eins	Eins-zu-Viele	Viele-zu-Viele
Thing	Richtung	Unidirektional		Bidirektional
	Aktuatorik	Unmittelbar		Intermediär
	Sensorik	Einfach		Umfangreich

Abbildung 2: Beispielhafte Klassifikation „Nest Cam“

Die Überwachungskamera von Nest ist ein Smart Thing, das sich bereits auf einer hohen Entwicklungsstufe befindet. Mit eingebautem Lautsprecher und einer Verknüpfung mit dem Handy des Nutzers verfügt die Kamera über eine fortgeschrittene Aktuatorik. Diese ermöglicht es der Kamera, sowohl mit dem Nutzer als auch mit anderen Smart Things zu interagieren. Das eingebaute Mikrofon und die Videofunktionalität schaffen die Voraussetzungen für die Erfassung und Verarbeitung komplexer anwendungsspezifischer Daten. So können durch die Überwachungskamera Bewegungen, aber auch die Geräuschkulisse in der Umgebung aufgezeichnet werden. Spannend ist zudem der Blick auf die Datenver-

wendung. Neben der transaktionalen Datenverwendung (d.h. die Kamera alarmiert den Nutzer bei Bewegungen im Haus) ist die Überwachungskamera in der Lage, aus Daten zu lernen. Laut Hersteller ermöglicht es die Verwendung analytischer Methoden, aus dem Aufgezeichneten zu lernen und situationsspezifisch zu entscheiden, ob eine Alarmierung erforderlich ist oder nicht. Mit dem Angebot ihrer smarten Überwachungskamera zielt Nest damit auf eine substantielle Erweiterung von Produktnutzung und Geschäftsmodellpotenzial einer herkömmlichen Überwachungskamera ab. Die smarte Kamera lässt sich auch in digitale Ökosysteme integrieren, um in die Steuerung von Smart Homes zu ermöglichen.

Das smarte Türschloss „Bolt“ ist ein Smart Thing, das die Erfüllung von Nutzerbedürfnissen auf einer einfacheren Entwicklungsstufe anvisiert. Es ermöglicht Nutzern, das Haustürschloss sowohl herkömmlich per Schlüssel als auch mit dem Handy in Reichweite zu öffnen. Verglichen mit herkömmlichen Haustürschlössern bietet Bolt einen zusätzlichen Service. Zum Anbieten dieses Service bedient sich das Türschloss weder eigener Aktuatorik noch umfangreicher Sensorik. Die Interaktion mit dem Nutzer erfolgt ausschließlich über das Handy. Auch die Datenerfassungs- und -verwendungsmöglichkeiten des Türschlusses zeigen sich konsistent dazu und konzentrieren sich bislang auf einfache Transaktionen mit dem Nutzer (d.h. Türöffnung). Mag die Ausstattung von Bolt verglichen zu anderen Smart Things als vergleichsweise einfach erscheinen, so erweist sie sich doch als genau passend und zielführend für die Erreichung des angestrebten Nutzungszwecks.

	Dimension	Ausprägung		
Service	Nutzungszweck	Thing-zentriert	Zusätzlicher Service	Integration in digitales Ökosystem
	Offline-Funktionalität	Eingeschränkt		Keine
Daten	Verwendung	Transaktional	Analytisch (grundlegend)	Analytisch (fortgeschritten)
	Quelle	Thing-Status	Thing-Kontext	Thing-Nutzung
Interaktion	Kompatibilität	Geschlossen		Offen
	Partner	Nutzer	Unternehmen	Thing
	Multiplizität	Eins-zu-Eins	Eins-zu-Viele	Viele-zu-Viele
	Richtung	Unidirektional		Bidirektional
Thing	Aktuatorik	Unmittelbar		Intermediär
	Sensorik	Einfach		Umfangreich

Abbildung 3: Beispielhafte Klassifikation „Bolt“ von Lockitron

Die Analyse aller fünfzig Beispiele hinweg zeigt konkreten Handlungsbedarf auf

Die Analyse aller 50 Beispiele aus dem Business-to-Consumer-Umfeld zeigt, dass auf drei von vier Ebenen der Taxonomie konkreter Handlungsbedarf für Smart Things besteht (Abbildung 4). So sind nur 15% der untersuchten Smart Things in digitale Ökosysteme integriert, sodass ihre Daten und Funktionen in einem umfassenderen Anwendungskontext genutzt werden können. Zudem verarbeiten ebenfalls nur 15% der untersuchten Smart Things Daten in einem fortgeschrittenen analytischen Modus. Meistens werden Daten transaktional oder grundlegend analytisch verwertet. Nur 9% der untersuchten Smart Things nutzen Daten, die nicht unmittelbar im Kontext des Smart Thing entstehen, sondern aus der Cloud stammen. Hinsichtlich der Interaktionen von, zwischen und mit Smart Things ist festzuhalten, dass nur knapp 25% der untersuchten Smart Things mit Produkten und Lösungen anderer Hersteller kompatibel sind und dass nur knapp 20% der untersuchten Smart Things unmittelbar mit anderen Smart Things kommunizieren.

	Dimension	Ausprägung			
Service	Nutzungszweck	Thing-zentriert (19%)	Zusätzlicher Service (66%)		Integration in digitales Ökosystem (15%)
	Offline-Funktionalität	Eingeschränkt (21%)		Keine (79%)	
Daten	Verwendung	Transaktional (42%)	Analytisch (grundlegend) (43%)		Analytisch (fortgeschritten) (15%)
	Quelle	Thing-Status (19%)	Thing-Kontext (33%)	Thing-Nutzung (39%)	Cloud (9%)
Interaktion	Kompatibilität	Geschlossen (74%)		Offen (26%)	
	Partner	Nutzer (66%)		Unternehmen (15%)	Thing (19%)
	Multiplizität	Eins-zu-Eins (63%)		Eins-zu-Viele (33%)	Viele-zu-Viele (4%)
	Richtung	Unidirektional (40%)		Bidirektional (60%)	
Thing	Aktuatorik	Unmittelbar (39%)		Intermediär (61%)	
	Sensorik	Einfach (72%)		Umfangreich (28%)	

Abbildung 4: Klassifikationsergebnisse für 50 Beispiele aus dem Business-to-Consumer-Bereich

Zusammengefasst besteht Handlungsbedarf insbesondere in folgenden Bereichen: Integration in digitale Ökosysteme, Kompatibilität von Smart Things, Kommunikation zwischen Smart Things, Nutzung von Cloud-Daten sowie fortgeschrittene Analytik. Dieser Handlungsbedarf unterstreicht, dass das Internet der Dinge trotz bestehender Anwendungsbeispiele und steigender Verbreitung noch in den Kinderschuhen steckt. Es ist uns zwar möglich, einzelne physische Objekte zu smartifizieren und mit dem Internet zu vernetzen. Jedoch stehen die positiven Netzwerkeffekte und die damit verbundenen Wertschöpfungsimplikationen, die dem Internet der Dinge sowie der Bildung von digitalen Ökosystemen und „systems of systems“ zugeschrieben werden, noch in den Sternen.

Literaturverzeichnis

- [1] Borgia E (2014) The Internet of Things Vision: Key features, Applications and Open Issues. Computer Communications 54, 1-31.
- [2] Fleisch E, Weinberger M, Wortmann F (2015) Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 57(4), 444-465.
- [3] Gimpel H, Röglinger M (2015) Digital Transformation: Changes and Chances – Insights based on an Empirical Study. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik, Fraunhofer FIT.
- [4] Macaulay J, Buckalew L, Chung G (2015) Internet of Things in Logistics: A Collaborative Report by DHL and Cisco on Implications and Use Cases for the Logistics Industry, http://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/presse/pdf/2015/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf.
- [5] Porter ME, Heppelmann JE (2014) How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review 92(11).
- [6] Püschel L, Röglinger M, Schlott H (2016). What's in a Smart Thing? Development of a Multi-Layer Taxonomy. Präsentiert auf: International Conference on Information Systems (ICIS), Dublin.