

*Diffusion des
Internet der Dinge
auf die mittlere
Beschäftigungsebene
der Industrie*

*Diffusion des
Internet der Dinge
auf die mittlere
Beschäftigungsebene
der Industrie*

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation –
Dissertationen/Habilitationen, Band 45

Geschäftsführende Herausgeber

Klaus Jenewein, Magdeburg
Marianne Friese, Gießen
Georg Spöttl, Flensburg

Wissenschaftlicher Beirat

Thomas Bals, Osnabrück
Karin Büchter, Hamburg
Frank Bünning, Magdeburg
Ingrid Darmann-Finck, Bremen
Michael Dick, Magdeburg
Uwe Faßhauer, Schwäbisch-Gmünd
Martin Fischer, Karlsruhe
Philipp Gonon, Zürich
Franz Ferdinand Mersch, Hamburg
Manuela Niethammer, Dresden
Jörg-Peter Pahl, Dresden
Karin Rebmann, Oldenburg
Susan Seeber, Göttingen
Tade Tramm, Hamburg
Thomas Vollmer, Hamburg

Diese Veröffentlichung von Anne Bremer basiert auf der im Jahre 2017 vom Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen genehmigten Dissertation mit dem Titel: „Diffusion des „Internet der Dinge“ auf die mittlere Beschäftigungsebene in der industriellen Produktion“.

W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG, Bielefeld, 2017
Gesamtherstellung: W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld
Umschlaggestaltung: FaktorZwo, Günter Pawlak, Bielefeld

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Insbesondere darf kein Teil dieses Werkes ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (unter Verwendung elektronischer Systeme oder als Ausdruck, Fotokopie oder unter Nutzung eines anderen Vervielfältigungsverfahrens) über den persönlichen Gebrauch hinaus verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind. Deren Verwendung in diesem Werk berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei verfügbar seien.

ISBN 978-3-7639-5906-8

Bestell-Nr. 6004626

Dieses Buch ist auch als E-Book unter der ISBN 978-3-7639-5907-5 erhältlich.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
1 Einleitung	11
2 Das „Internet der Dinge“	13
2.1 Relevanz des Themas	13
2.2 Definitionsrahmen	14
2.2.1 Das „Internet der Dinge“	15
2.2.2 Das Konzept der „Industrie 4.0“	15
2.2.3 Abgrenzung des „Internet der Dinge“ zur Entwicklung in Richtung „Industrie 4.0“	17
2.3 Einsatzbereiche des „Internet der Dinge“	17
2.4 Bedeutung für diese Arbeit	21
3 Die Mensch-Maschine-Schnittstelle	23
3.1 Veränderungen in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine	24
3.2 Veränderte Rollenverteilung zwischen Mensch und Maschine	26
3.3 Konsequenzen des steigenden Automatisierungsniveaus	28
3.3.1 Automatisierungsdilemma – die Ironie der Automatisierung	29
3.3.2 Verlust von Expertise/ Erfahrungswissen	31
3.3.3 Titanic-Syndrom	32
3.3.4 Verstärkung des potenziellen Effektes eines Fehlers	33
3.4 Bedeutung der Mensch-Maschine-Schnittstelle für diese Arbeit	33
4 Stand der Forschung und Forschungsfragen	37
4.1 Veränderungen der Arbeitswelt durch das „Internet der Dinge“	37
4.2 Bedeutung für diese Arbeit	38
4.3 Forschungsfragen	39
5 Forschungsdesign	41
5.1 Forschungsstufe 1: Literatur- und Dokumentenanalyse	42
5.2 Forschungsstufe 2: Fallstudien	43
5.3 Forschungsstufe 3: Expertengespräche	46

6	Motivation für die Einführung des „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion und damit verbundene Risiken aus gesellschaftlicher Sicht	49
6.1	Motivation für die Einführung aus Sicht der Unternehmen	50
6.2	Gesellschaftlich-soziale Sicht auf die Einführung des „Internet der Dinge“	53
6.3	Zusammenfassung und Bedeutung für diese Arbeit	62
7	Technologische Grundlagen zum „Internet der Dinge“	63
7.1	Identifikation – die Basisfunktion des „Internet der Dinge“	63
7.1.1	Barcode	65
7.1.2	RFID	66
7.2	Technologiebereiche im Zusammenhang mit dem „Internet der Dinge“	69
7.3	Einordnung des Anwendungsgrads des „Internet der Dinge“	74
7.3.1	Instrument zur Beurteilung der Ausprägung der Technologien des „Internet der Dinge“ aus der QinDiLog Studie	75
7.3.2	Das Internet als „Netz der Netze“	78
7.3.3	Instrument zur Bewertung der Ausprägungsstufe des „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion	80
7.4	Bedeutung der technologischen Entwicklungen für diese Arbeit	81
8	Fallstudien	83
8.1	Durchführung der Fallstudien	83
8.1.1	Unternehmensauswahl	83
8.1.2	Auswahl der Interviewpartner	84
8.1.3	Grundlage der Befragungen	85
8.1.4	Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse	88
8.2	Ergebnisdarstellung	88
8.2.1	Einsatz des „Internet der Dinge“ in der industriellen Praxis	88
8.2.2	Diffusion des „Internet der Dinge“	102
8.2.3	Geplantes Vorgehen bezüglich des Einsatzes von „Internet der Dinge“-Technologien in den untersuchten Unternehmen	139
8.3	Interpretation der Ergebnisse	142
8.3.1	Einsatz des „Internet der Dinge“ in der industriellen Praxis	142
8.3.2	Diffusion des „Intranet/Extranet der Dinge“	147
9	Expertengespräche	163
9.1	Durchführung der Expertengespräche	163
9.1.1	Auswahl der Experten	163

9.1.2	Grundlage der Befragungen	164
9.1.3	Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse	164
9.2	Ergebnisdarstellung	164
9.2.1	Einsatz des „Internet der Dinge“ in der industriellen Praxis	165
9.2.2	Diffusion des „Intranet/Extranet der Dinge“	168
9.2.3	Bedeutung der Technologieakzeptanz	170
10	Fazit und Ausblick	173
10.1	Anwendung des „Internet der Dinge“ in der industriellen Praxis	173
10.2	Diffusion des „Intranet/Extranet der Dinge“	174
10.3	Bedeutung der Technologieakzeptanz	178
10.4	Ausblick	180
	Literaturverzeichnis	183
	Anhang	195
	Danksagung	205

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Überblick über die industriellen Revolutionen (vgl. Kagermann, Wahlster und Helbig 2013, S. 17 f.)	16
Abb. 2	Entwicklungsrichtungen des „Internet der Dinge“ in Bezug auf die Mensch-Maschine-Schnittstelle (vgl. Windelband und Spöttl 2011, S. 12.)	25
Abb. 3	Forschungsdesign	41
Abb. 4	Einflussfaktoren auf die Einführung und Implementierung des „Internet der Dinge“	54
Abb. 5	Begriffsübersicht (vgl. Brand, Hülser, Grimm et al. 2009, S. 14)	56
Abb. 6	Beispiele für Wearable Computing (vgl. Hilty 2003, S. 101)..	61
Abb. 7	Vergleich von Auto-ID-Systemen hinsichtlich ihrer Lesereichweite (vgl. Finkenzeller 2006, S. 8)	64
Abb. 8	Beispielaufbau eines Barcodes in EAN-Codierung (vgl. Finkenzeller 2006, S. 3)	65
Abb. 9	a) eindimensionaler Barcode b) zweidimensionaler Barcode/Data Matrix Code	66
Abb. 10	Komponenten eines RFID-Systems (vgl. Lampe, Flörkemeier und Haller 2005, S. 71).	67
Abb. 11	Klassifikationsmodell intelligenter Produkte nach Meyer et al. (Meyer, Främling und Holmström 2009, S. 140).	75
Abb. 12	Instrument der QinDiLog-Studie zur Bewertung der Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ (vgl. Abicht 2012, S. 116) . . .	77
Abb. 13	Zusammenhang zwischen Intranet, Extranet und Internet (vgl. Chaffey 2008, S. 161)	80
Abb. 14	Angepasstes Instrument zur Ermittlung der Ausprägungsstufen der „Internet der Dinge“-Technologien in der industriellen Produktion	81
Abb. 15	Einordnung der untersuchten Unternehmen nach Branche, Größe und Region	84

Abb. 16	Forschungsfelder zur Untersuchung einer direkten oder indirekten Diffusion des „Intranet/ Extranet der Dinge“ auf die mittlere Beschäftigungsebene in der industriellen Produktion im Kontext der Mensch-Maschine-Schnittstelle	86
Abb. 17	Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ in Fallstudie A (Fall A1 und A2)	92
Abb. 18	Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ in Fallstudie B	94
Abb. 19	Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ in Fallstudie C (Fall C1 und C2)	98
Abb. 20	Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ in Fallstudie D	100
Abb. 21	Ausprägungsstufen der Technologien des „Internet der Dinge“ über alle Fallstudien	102
Abb. 22	Rollenverteilung zwischen Mensch und Maschine in den untersuchten Fällen	115
Abb. 23	„Intranet der Dinge“ in der industriellen Produktion	144
Abb. 24	„Extranet der Dinge“ in der industriellen Produktion.	145
Abb. 25	Identifizierte Anwendungsarten des „Intranet/ Extranet der Dinge“ in den Fallstudien	146
Abb. 26	Gesundheitliche Auswirkungen des „Intranet/ Extranet der Dinge“ in der industriellen Praxis	158
Abb. 27	Zusammenhang zwischen Anwendungsbreite, Anwendungsgrad und Art der Anwendung und der direkten bzw. indirekten Diffusion des „Intranet/Extranet der Dinge“	175
Abb. 28	Auswirkungen der Wahl der Anwendungsart auf die Beschäftigten.	176
Abb. 29	Wechselwirkungen zwischen der Diffusion des „Intranet/Extranet der Dinge“, der Technologieakzeptanz und dem Erfolg des „Intranet/ Extranet der Dinge“	179

Abkürzungsverzeichnis

ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
App	Application Software
Auto-ID-Systeme	Automatische-Identifikations-Systeme
BBN	Bundeseinheitliche Betriebsnummer
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
B2B	Business-to-Business
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CPS	Cyber-Physisches System
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
EAN	European Article Number
GSM	Global System for Mobile Communication
Ifaa	Institiut für angewandte Arbeitswissenschaft
IP	Internet Protokoll
ITB	Institut Technik und Bildung
IUK	Informations- und Kommunikationstechnologien
JIS	Just-in-Sequence
JIT	Just-in-Time
KPI	Key Performance Indicator
LTE	Long Term Evolution
NFC	Near Field Communication
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPM	Online Performance Monitor
PEIDs	Prodcut Embedded Information Devices
POS	Point of Sale
RFID	Radio-Frequency-Identification
TCP	Transmission Control Protocol
UCLA	University of California at Los Angeles
UMTS	Universal Mobile Telecommunication Systems
UPC	Universal Product Code
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web

Zusammenfassung

Das „Internet der Dinge“ findet zunehmend Anwendung in unterschiedlichen Lebens- und Wirtschaftsbereichen. Insbesondere im Kontext der industriellen Produktion wird einer Vernetzung der realen mit der digitalen Welt ein hohes Potenzial zugesprochen.

Fraglich ist jedoch, welche Konsequenzen eine solche Vernetzung für den Menschen, den Mitarbeiter, in einer vernetzten Produktion mit sich bringt.

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde der Frage nach einer möglichen Diffusion des „Internet der Dinge“ auf die mittlere Beschäftigungsebene in der industriellen Produktion nachgegangen. Zur Beantwortung dieser recht allgemein gehaltenen Frage wurde diese in Form folgender Forschungsfragen konkretisiert:

- 1) Welche Ansätze des „Internet der Dinge“ werden in der industriellen Praxis derzeit bereits eingesetzt?
- 2) Können direkte bzw. indirekte Auswirkungen auf die Mitarbeiter der mittleren Beschäftigungsebene beobachtet werden?
- 3) Welche Rolle spielen die Mitarbeiter in Bezug auf den Erfolg der eingesetzten Technologien?

Um diese Fragen zu beantworten, wurde zunächst der zu untersuchende Sektor im Rahmen einer ausführlichen Literatur- und Dokumentenanalyse genauer durchleuchtet. Diese Analyse lieferte zudem erste Erkenntnisse darüber, welche Besonderheiten in Bezug auf die Mensch-Maschine-Schnittstelle in diesem Zusammenhang zu beachten sind und welche gesellschaftlich-sozialen Aspekte relevant sein können. Des Weiteren wurden in dieser Forschungsstufe Unternehmen identifiziert, die bereits erste Ansätze des „Internet der Dinge“ in ihren Produktionsprozessen einsetzen und zudem der Durchführung von Fallstudien zustimmten.

In der nächsten Forschungsstufe wurden im Rahmen berufswissenschaftlicher Fallstudien sechs Fälle in vier Unternehmen der industriellen Praxis detailliert und entsprechend der Fragestellung untersucht. Die Produktionsprozesse der Unternehmen wurden hinsichtlich des Einsatzes von „Internet der Dinge“-Technologien analysiert und Experteninterviews mit unterschiedlichen Mitarbeitern aus verschiedenen Bereichen wurden durchgeführt.

Anschließend wurden die Erkenntnisse der Fallstudien im Rahmen von vertiefenden Expertengesprächen mit Experten aus den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden diskutiert und validiert.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass bereits erste Ansätze des „Internet der Dinge“ in der industriellen Praxis zu finden sind. Diese Ansätze unterscheiden sich jedoch im Umfang der eingesetzten Technologien bezogen auf den gesamten Produktionsprozess (Anwendungsbreite), sowie in den Ausprägungsstufen der eingesetzten Technologien (Anwendungsgrad) und in dem Ziel, welches mit dem Einsatz des „Internet der Dinge“ bezüglich der Rollenverteilung von Mensch und Maschine verfolgt werden soll (Anwendungsart).

Unabhängig der Ausprägung in den drei genannten Kategorien zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass bereits erste Ansätze des „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion spürbare Konsequenzen für die Mitarbeiter zur Folge haben können und somit von einer Diffusion des „Internet der Dinge“ auf die mittlere Beschäftigungsebene gesprochen werden kann. Diese kann direkt oder indirekt auf die Mitarbeiter wirken. Bei einer direkten Diffusion können die Konsequenzen auf die mittlere Beschäftigungsebene als unmittelbare Auswirkungen verstanden werden. Diese sind in der Regel konkret auf die Einführung der neu eingesetzten Technologien zurückzuführen. Bei einer indirekten Diffusion hingegen werden diese Effekte von den Beschäftigten nicht unmittelbar und zudem meist erst langfristig wahrgenommen.

Als weiteres Ergebnis dieser Arbeit wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen den drei Kategorien Anwendungsbreite, Anwendungsgrad und Anwendungsart und einer direkten bzw. indirekten Diffusion festgestellt. So beeinflusst die Anwendungsbreite des „Internet der Dinge“ eine indirekte Diffusion während die Anwendungsart sich auf eine direkte Diffusion des „Internet der Dinge“ auszuwirken scheint. Der umgesetzte Anwendungsgrad hingegen scheint auf beide Arten der Diffusion des „Internet der Dinge“ Einfluss zu nehmen.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit lassen ferner darauf schließen, dass die Diffusion des „Internet der Dinge“ Einfluss nimmt auf die Technologiewahrnehmung sowie das Technologievertrauen der Mitarbeiter und damit einhergehend auf die Technologieakzeptanz dieser. Die Technologieakzeptanz wiederum scheint den Erfolg der eingesetzten Technologien stark zu beeinflussen.

So haben nicht nur die Technologien des „Internet der Dinge“ spürbare Konsequenzen für die Mitarbeiter zur Folge, auch die Mitarbeiter haben Einfluss auf die Technologien und sind letztlich für Erfolg bzw. Misserfolg des „Internet der Dinge“ mitverantwortlich.

1 Einleitung

Die fortschreitende Durchdringung unterschiedlicher Lebensbereiche durch das Internet wurde nicht zuletzt durch die Einführung des World Wide Web (WWW) im Jahre 1992 spürbar vorangetrieben. Seither ist das Internet kaum mehr wegzudenken. Mittlerweile sind in Deutschland 79,1 % der Bevölkerung¹ „online“. Um überall auf das Internet zugreifen zu können, werden zunehmend mobile Endgeräte wie Laptops, Smartphones oder Tablets verwendet. Über 15 Milliarden Websites bieten den Internetnutzern eine Fülle an Informationen – und dies wann sie wollen und wo sie wollen (vgl. van Eimeren und Frees 2014, S. 379 ff.). Rund um die Uhr besteht die Möglichkeit, an Informationen zu gelangen, diese aufzunehmen, zu speichern oder an andere zu versenden.

Nachdem das Internet die Computer erobert hat, nimmt es derzeit Einzug in ganz andere Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Intelligente Joghurtbecher, die eigenständig an ihr Verfallsdatum erinnern und eine Nachbestellung im nächsten Supermarkt auslösen; intelligente Autos, die verkehrsrelevante Daten untereinander austauschen und so bspw. auf Gefahrenstellen oder Staus hinweisen; selbststeuernde Produkte, die eigenständig ihren Weg in den Herstellungsprozessen großer Produktionsunternehmen finden – diese Szenarien können in dem Begriff „Internet der Dinge“ zusammengefasst werden. Fleisch und Thiesse bezeichnen das "Internet der Dinge" auch als die Idee eines erweiterten Internets, welches neben Rechnern und mobilen Endgeräten auch beliebige physische Gegenstände durch den Einsatz von Sensoren und Aktuatoren einbindet (vgl. Fleisch 2014).

Die Begrifflichkeiten, die eine solche Vernetzung beschreiben, sind nicht eindeutig definiert und es sind in den letzten Jahren immer wieder neue Begriffe hinzugekommen. Im Zusammenhang mit einer Vernetzung industrieller Produktionsprozesse wird zunehmend der Begriff „Industrie 4.0“ verwendet. Kagermann et al. verstehen hierunter die Anwendung des „Internet der Dinge“ und des „Internet der Dienste“² sowie den Einsatz so genannter Cyber-physi-

1 Grundgesamtheit dieser Untersuchung war die Deutsch sprechende Bevölkerung ab 14 Jahren in Haushalten mit Telefonfestnetzanschluss in Deutschland (vgl. (vgl. van Eimeren und Frees 2014, S. 379 ff.).

2 Eine umfassende Definition des Begriffs liegt derzeit nicht vor. Nach Windelband kann das „Internet der Dienste“ jedoch als weltweites System von Dienstleistungsanbietern, -konsumenten und -maklern verstanden werden, welche Dienstleistungen für unterschiedliche Zielgruppen entwickeln, anbieten, kaufen bzw. konsolidieren (vgl. Windelband 2014, S. 140).

cher Systeme (CPS)³ in der industriellen Produktion (vgl. Kagermann, Wahlster und Helbig 2013, S. 18). Der Begriff „Industrie 4.0“ ist daher nicht als Synonym des „Internet der Dinge“ zu verstehen. Vielmehr kann das „Internet der Dinge“ als Teilsystem des Konzeptes „Industrie 4.0“⁴ verstanden werden (vgl. Spöttl und Windelband 2016).

Fraglich ist, welche Konsequenzen die Digitalisierung der unterschiedlichen Bereiche mit sich bringt. Es wird davon gesprochen, dass das "Internet der Dinge" Ausdruck einer Interaktion zwischen Menschen und technischen Systemen sowie zwischen technischen Systemen untereinander ist. Diese Systeme sind in zunehmendem Maße mit technischer Intelligenz ausgestattet, die es ihnen ermöglicht, in begrenztem Umfang eigenständig zu handeln (vgl. Brand, Hülser, Grimm et al. 2009, S. 15). Doch, wenn nun im „Internet der Dinge“ die dingliche mit der virtuellen Welt verknüpft wird und dadurch zwangsweise an Intelligenz gewinnt, was bedeutet dies für den Anwender? Welchen konkreten Einfluss hat der Einsatz von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ auf die Menschen, die diese nutzen oder mit Ihnen arbeiten?

Vor allem im Bereich der industriellen Produktion werden hier große Veränderungen in Bezug auf die Arbeitsumgebung und -prozesse erwartet (vgl. Botthof und Bovenschulte 2009, S. 31). Diese potenziellen Konsequenzen für die Mitarbeiter der mittleren Beschäftigungsebene, die durch die Einführung des „Internet der Dinge“, als Teilsystem des Konzeptes „Industrie 4.0“, entstehen, sollen im Rahmen dieser Arbeit genauer untersucht werden. Eine Aussage über eine mögliche Diffusion des „Internet der Dinge“ soll getroffen werden.

3 Diese Systeme ermöglichen die Verknüpfung und Koordination von Rechenleistung und mechanischen Elementen über eine Kommunikationsinfrastruktur wie bspw. das Internet. Die Komponenten eines solchen Systems können dabei entweder drahtgebunden oder drahtlos über ein Intranet oder das Internet mit einem Backend kommunizieren (vgl. Janiesch 2014).

4 Eine ausführliche Definition und Abgrenzung der Begriffe „Internet der Dinge“ und „Industrie 4.0“ folgt in Kapitel 2.2.

2 Das „Internet der Dinge“

Gegenstand der vorliegenden Dissertation ist die Untersuchung einer Diffusion des „*Internet der Dinge*“ auf die mittlere Beschäftigungsebene⁵ in der industriellen Produktion. Warum diesem Thema eine so große Bedeutung zuzusprechen ist und was im Rahmen dieser Arbeit unter dem Begriff „Internet der Dinge“ verstanden wird, soll im Folgenden aufgezeigt werden.

2.1 Relevanz des Themas

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), zu denen auch das „Internet der Dinge“ gezählt wird, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Bereits auf der Eröffnungsrede der CeBIT im Jahre 2009 sprach Bundeskanzlerin Angela Merkel davon, dass diese Technologien zu den sicheren Investitionen in die Zukunft gehören (vgl. Merkel 2009, S. 1). Mittlerweile hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Thema „Internet der Dinge“ in seine Hightech-Strategie aufgenommen. Hier stuft man die Entwicklung und Integration digitaler Technologien in industriellen Anwenderbranchen als entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands ein (vgl. Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) 2014, S. 16). Auf dem achten nationalen IT-Gipfel in Hamburg bezeichnete Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel kürzlich die Digitalisierung der Industrie als Chance und kündigte die Bereitstellung von Fördermitteln in Höhe von fast einer halben Milliarde Euro bis zum Jahre 2017 an (vgl. Bundesregierung erkennt Nutzen der Digitalisierung 2014).

Bereits seit einigen Jahren sind erste Ansätze des „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion zu finden (vgl. Ackermann 17.07.2012, S. 1) und es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion weiter zunehmen wird. Dadurch wird die Automatisierung der Produktion sowie deren Informatisierung und vor allem Digitalisierung weiter voranschreiten. Der „Faktor Mensch“, so sind sich viele Experten einig, bleibt trotz dieser Entwicklungen, unersetzbar (vgl. Kärcher 2014, S. 20; Becker 2014, S. 16; Abicht und Spöttl 2012, S. 136).

Betrachtet man die acht Handlungsfelder, die der „Arbeitskreis Industrie 4.0“ im Rahmen seines Abschlussberichts aufzeigt, so wird auch hier deutlich, dass

5 Neben den Fachkräften mit Abschlüssen in einem der bundesweit staatlich anerkannten Ausbildungsberufe oder ländergeregelten schulischen Ausbildungsgänge werden auch Absolventen mit Weiterbildungsabschlüssen, wie bspw. Meister und Techniker mit einbezogen. (vgl. [QINDI10]S. 3)

den Mitarbeitern trotz der steigenden Digitalisierung der Produktionsprozesse eine große Bedeutung zugesprochen wird. Neben der

- 1) Notwendigkeit der Entwicklung standardisierter Vernetzungsstrukturen,
- 2) der Beherrschung komplexer Systeme,
- 3) der Bereitstellung flächendeckender Kommunikationsnetze,
- 4) der Gewährleistung von Betriebs- und Anlagensicherheit sowie
- 5) der Einhaltung rechtlicher Rahmenbedingungen und
- 6) der Notwendigkeit eines optimalen Ressourceneinsatzes sind es
- 7) die Gestaltung der Arbeit und die Arbeitsorganisation sowie
- 8) die Frage nach geeigneten Qualifizierungsstrategien der Mitarbeiter, in denen Handlungsbedarf gesehen wird (vgl. Kagermann, Wahlster und Helbig 2013, S. 6–7).

Die aufgeführten Handlungsfelder machen deutlich, dass neben den technischen Voraussetzungen in Bezug auf die Umsetzung von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ vor allem der Rolle der Mitarbeiter eine besondere Bedeutung zugesprochen werden muss.

Es werden durch die zunehmende Informatisierung der Arbeitswelt potenzielle Auswirkungen auf die Beschäftigten und deren Situation generell und spezifisch auf die Formen der Arbeitsorganisation erwartet (vgl. Botthof 2014, S. 4). Dabei wird gerade der Einführungsphase dieser Technologien eine hohe Bedeutung zugesprochen (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014b, S. 41). Es sei jedoch auch heute *„... keineswegs selbstverständlich, dass Belange des Menschen und der Organisation bei Technikentwicklung und -einführung systematisch und effektiv berücksichtigt würden“* (vgl. Hartmann 2014, S. 8). Das Prinzip der soziotechnischen Gestaltung harre, so Hartmann, *„ ... noch immer seiner breiten und nachhaltigen Implementierung“* (ebd.).

Demzufolge soll im Rahmen dieser Arbeit die Gestaltung des soziotechnischen Systems in der industriellen Praxis untersucht und die Konsequenzen erster Ansätze des „Internet der Dinge“ für die Mitarbeiter sowie für die Gestaltung der Arbeitsprozesse und der Arbeitsorganisation aufgezeigt werden.

2.2 Definitionsrahmen

Um eine Diffusion von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ zu untersuchen, soll zunächst beschrieben werden, was im Rahmen dieser Arbeit

unter dem „Internet der Dinge“ verstanden wird. Ferner sollen weitere Begrifflichkeiten zum Thema erläutert und eine Abgrenzung zu dem Konzept von „Industrie 4.0“ erfolgen.

2.2.1 Das „Internet der Dinge“

Bislang liegt keine einheitliche Definition des Begriffs „Internet der Dinge“ vor. Oftmals wird unter dem „*Internet der Dinge*“ die digitale Vernetzung der realen Welt verstanden (vgl. Botthof und Bovenschulte 2009, S. 7). Die physisch greifbare, die dingliche Welt, soll durch das „Internet der Dinge“ mit dem unsichtbaren Datenraum, der virtuellen Welt, verbunden werden (vgl. Müller 2011, S. 84). Bothoff et al. sprechen auch davon, dass das „Internet der Dinge“ eine Art „*kommunikativen Klebstoff*“ zwischen realen und virtuellen Objekten darstellt (vgl. Botthof, Bovenschulte, Domröse et al. 2009, S. 11). Als Grundidee, die sich hinter dem „Internet der Dinge“ verbirgt, sieht ten Hompel die komplexe elektronische Vernetzung von Objekten. Diese können so sowohl untereinander als auch mit ihrer Umgebung kommunizieren und so Prozessabläufe quasi selbstständig organisieren. (ten Hompel 2009, S. 6)

Gemeinsam haben all diese Definitionsansätze, dass es als generelles Ziel angesehen wird, die (Informations-)Lücke zwischen der realen und der virtuellen Welt zu schließen und durch den Einsatz von integrierten Informationstechniken „smarte Objekte“ zu erzeugen, die nicht länger nur in der realen Welt existieren, sondern auch digital abgebildet werden können. Umgesetzt wird diese Vernetzung aus technischer Sicht weniger durch eine spezifische Funktionalität als vielmehr durch ein Bündel unterschiedlicher Technikentwicklungen⁶ (vgl. Mattern und Flörkemeier 2010, S. 108 f.).

2.2.2 Das Konzept der „Industrie 4.0“

Wird das „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion eingesetzt, so wird zunehmend der Begriff „Industrie 4.0“ verwendet. Kagermann et al. verstehen unter diesem Begriff die Anwendung des „Internet der Dinge“ sowie des „Internet der Dienste“ in industriellen Produktionsprozessen sowie die technische Integration von CPS in die Produktion und Logistik. Der Begriff umfasst ebenfalls die sich aus der Anwendung ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Organisation der Arbeit (vgl. Kagermann, Wahlster und Helbig 2013, S. 18).

6 Diese unterschiedlichen technologischen Entwicklungen werden in Kapitel 7 ausführlich beschrieben.

Der Begriff „Industrie 4.0“ resultiert aus der Annahme, dass es sich bei dem Einsatz von CPS, um eine vierte industrielle Revolution handelt. Wie Abbildung 1 zu entnehmen ist, kennzeichnet die Einführung eines mechanischen Webstuhls im Jahre 1784 den Beginn der industriellen Revolution. Wasser- und Dampfkraft wurden genutzt, um Produktionsanlagen mechanisch anzutreiben. Nach der Mechanisierung folgte knapp ein Jahrhundert später, zu Beginn des 20. Jahrhunderts die zweite industrielle Revolution, die arbeitsteilige Massenproduktion mit Hilfe elektrischer Energie, die Elektrifizierung. So wurde im Jahre 1870 auf Schlachthöfen in Cincinnati das Fließband eingeführt. Der Einsatz von Elektronik und IT trieben die Automatisierung Anfang der 1970er Jahre weiter voran und sind kennzeichnend für die dritte industrielle Revolution, die bis heute anhält. Beispielhaft steht hierfür die Einführung einer speicherprogrammierbaren Steuerung.

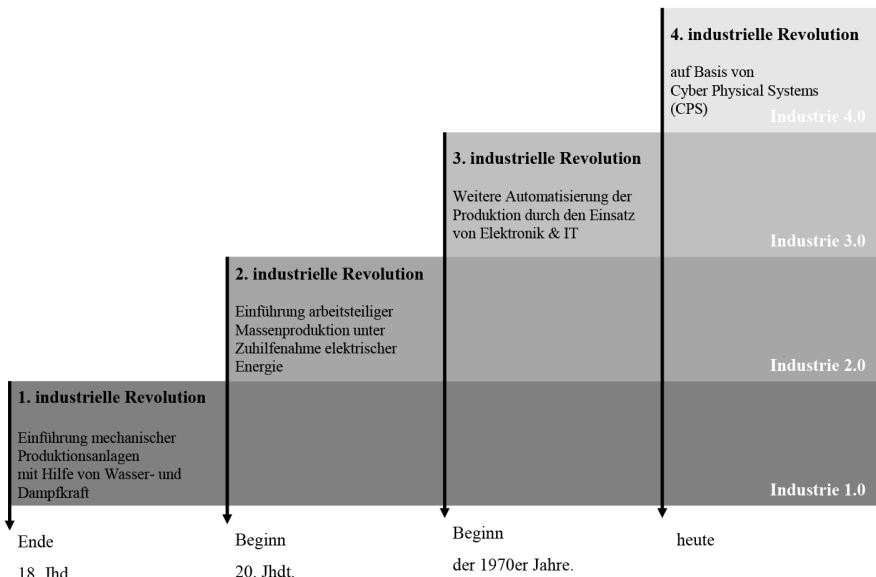


Abb. 1: Überblick über die industriellen Revolutionen (vgl. Kagermann, Wahlster und Helbig 2013, S. 17 f.)

Der Einsatz von CPS oder allgemeiner der Einzug des „Internet der Dinge und Dienste“ steht für die beginnende, die vierte industrielle Revolution (vgl. ebd.).

Als wesentliches Element von „Industrie 4.0“ wird die intelligente Fabrik (Smart Factory) gesehen. Eine solche intelligente Fabrik beherrscht Komplexität, ist weniger anfällig gegenüber Störungen und gilt als effizienzsteigernd für die Produktion. Hier kommunizieren Maschinen, Menschen und Ressourcen in

einer Selbstverständlichkeit miteinander, wie es in sozialen Netzwerken zu beobachten ist. Intelligente Produkte (Smart Products) wissen über den Prozess ihrer Herstellung und ihren zukünftigen Einsatz Bescheid und sind dadurch in der Lage, den Fertigungsprozess aktiv zu unterstützen (vgl. ebd., S. 23).

Die intelligente Fabrik besitzt das Potenzial sich selbst dezentral und echtzeitnah zu organisieren (vgl. Bauernhansl 2014, S. 16). Das Produkt selbst wird dadurch zum eigenständigen Entscheider im Produktionsprozess (vgl. Windelband 2014, S. 140).

2.2.3 Abgrenzung des „Internet der Dinge“ zur Entwicklung in Richtung „Industrie 4.0“

Auch wenn die Begriffe „Industrie 4.0“ und „Smart Factory“ oftmals synonym für das „Internet der Dinge“ verwendet werden, so haben sie doch im eigentlichen Sinne eine jeweils ganz eigene Bedeutung. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das „Internet der Dinge“ im Zusammenhang mit der industriellen Produktion als Teilsystem von „Industrie 4.0“ verstanden werden kann. Zusammen mit dem „Internet der Dienste“ und dem Einsatz von CPS treibt das „Internet der Dinge“ das Konzept „Industrie 4.0“ weiter voran. Wesentlicher Bestandteil von „Industrie 4.0“ ist wiederum die „Smart Factory“, in der „Smart Products“ eine dezentrale Fertigungssteuerung realisieren und damit einhergehend eine höhere Flexibilität und die Beherrschung immer komplexer werdender Fertigungsprozesse ermöglichen. So genannte Smart Services bieten darüber hinaus die Möglichkeit zur Erbringung IT-gestützten Dienstleistungen über den eigentlichen Produktionsprozess hinaus (vgl. Thoben, Wellsandt und Anke 2017).

Grundlage der empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit ist das „Internet der Dinge“. So ist es möglich, auch erste Ansätze eines „Internet der Dinge“ zu identifizieren und somit erste Erkenntnisse in Bezug auf eine Diffusion dieser Ansätze auf die Mitarbeiter bereits in der Anfangsphase zu erlangen, auch wenn eine Umsetzung des Konzeptes von „Industrie 4.0“ (noch) nicht (vollständig) realisiert wurde.

2.3 Einsatzbereiche des „Internet der Dinge“

Grundsätzlich gibt es verschiedene Bereiche, die für einen Einsatz der Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ sinnvoll scheinen. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Bereiche gegeben werden, die als wirtschaftlich besonders interessant gelten. Abschließend soll verdeutlicht werden, warum vor allem im Bereich der industriellen Produktion ein Einsatz der neuen Technologien langfristig zu erwarten ist.

Logistik

„Angesichts von Outsourcing und der Verlagerung von Tätigkeiten an Zulieferer, verteilter Fertigungsprozesse an unterschiedlichen Standorten, Verringerung von Lagerbeständen durch just in time Produktion etc. kommt einer ausgefeilten und effizienten Logistik eine Schlüsselrolle in modernen Industriestaaten zu;[...].“ (Botthof und Bovenschulte 2009, S. 12). Um im Bereich des Waren- und Gütertransports dieser Schlüsselrolle gerecht zu werden, bietet die Einführung von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ großes Potenzial. So lässt sich eine höhere Dynamik der logistischen Prozesse erzielen, während die Waren- und Informationsflüsse gleichzeitig sicherer und schneller werden (ebd.).

Als potenzielle Anwendungsmöglichkeiten des "Internet der Dinge" in der Logistik nennen Bullinger und ten Hompel die Anwendung bestimmter Identifikationstechnologien, digitale Produktgedächtnisse, intelligente Vernetzung von Produkten, selbstständiges Handeln mit Hilfe spezieller Softwareagenten- und Assistenzsysteme, die logistische Steuerung sowie den Einsatz von Trackingsystemen oder die Realisierung selbstorganisierter Transporte logistischer Objekte durch inner- und außerbetriebliche Transportnetze (vgl. Bullinger und ten Hompel 2007).

Gesundheitswesen

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und in Hinblick auf die steigenden Kosten im Gesundheits- und Pflegebereich wird dem Einsatz von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ in diesem Bereich eine wachsende Bedeutung zugesprochen. Bereits heute erfolgt eine zunehmende Technisierung der Patientenversorgung. Bspw. werden immer mehr Informationen über den Patienten elektronisch erfasst und gespeichert, es kommt zu einer stärkeren Vernetzung innerhalb aber auch zwischen einzelnen Kliniken und Arztpraxen (vgl. Botthof und Bovenschulte 2009, S. 51). Der zunehmende Einsatz von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ in der Medizintechnik hat vor allem auf die Gesundheit und das Wohlbefinden älterer Menschen, chronisch Kranker und Rekonvaleszenten einen positiven Einfluss. Durch den Einsatz solcher Technologien kann ein Alltag in gewohnter Umgebung und dennoch unter ärztlicher Kontrolle realisiert werden. Hilty et al. bezeichnen ein solches Konzept, welches die Überwachung des Gesundheitszustand der Patienten aus der Ferne ermöglicht, als „Personal Health Monitoring“ (vgl. Hilty, Behrend, Binswanger et al. 2003, S. 5). Botthof und Bovenschulte sprechen in

diesem Zusammenhang von einem „Ambient Assisted Living“ (AAL)⁷, welches durch Technologien des „Internet der Dinge“ Realität wird (Botthof und Bovenschulte 2009, S. 13).

Obwohl ein flächendeckender Einsatz von Technologien im Sinne des „Internet der Dinge“ derzeit noch nicht zu beobachten ist, so gibt es bereits einige Pilotprojekte in diesem Bereich. Bspw. hat das Unternehmen VivoMetrics aus Kalifornien ein Hemd zur ambulanten Patientenüberwachung entwickelt. Dieses so genannte „LifeShirt“ kann verschiedene physiologische Gesundheitswerte wie Blutdruck, Herzfrequenz oder Sauerstoffverbrauch messen und in regelmäßigen Abständen an den behandelnden Arzt weiterleiten (vgl. PR Newswire Association LLC 2012).

Smart Home – das intelligente Haus:

Mit dem Begriff "Smart House" werden sowohl Gebäude im privaten Umfeld ("Smart Home") als auch im Nutzgebäudebereich ("Smart Building") bezeichnet. Im Unterschied zu konventionellen, passiven Gebäuden zeichnen sie sich durch eine informationstechnische Vernetzung verschiedener gebäudespezifischer Anwendungsbereiche aus (vgl. Abicht, Brand, Freigang et al. 2010, S. 7). Zu diesen werden bspw. Haustechnik, Facility Management, Sicherheitstechnik, Servicerobotik sowie Unterhaltungselektronik und Haushaltsgeräte gezählt. Durch den Einsatz der „Smart House“-Technologien soll die häusliche Umgebung bzw. die Arbeitsumgebung immer stärker an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden (vgl. Brand 2009, S. 9). Unterschiedlichste Anwendungen und Dienste sollen unter der Prämisse des Nutzerkomforts und der Energieoptimierung koordiniert werden (vgl. Brand, Hülser, Grimm et al. 2009, S. 19).

Als wesentliche Motivationen des Einsatzes von „Smart House“-Technologien werden Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Arbeits- und Wohnkomfort sowie seniorengerechtes/ altersunterstütztes Wohnen gesehen (vgl. ebd., S. 9).

So könnten bspw. moderne Heizungsanlagen zukünftig verstärkt mit dem Internet verbunden werden. Auf diese Weise könnten sie sowohl dem Eigentümer als auch autorisierten Fach- und Wartungsbetrieben Fernzugriffe per Internet oder Mobilfunk ermöglichen. Ebenfalls könnten völlig neue Möglichkeiten in der System-Autonomie entstehen. Die Anlage könnte etwa eigenständig Wetterprognosen aus dem Internet beziehen und bei der Konfiguration von Nutzungsprofilen berücksichtigen (vgl. Abicht, Brand, Freigang et al. 2010, S. 50).

7 Botthof und Bovenschulte beschreiben AAL als die Möglichkeit, durch eine technische Infrastruktur in Kombination mit intelligenten Objekten, eine Umgebung zu realisieren, in der z. B. Patienten oder alte und gebrechliche Menschen aktiv in ihrem gewohnten Umfeld unterstützt werde (vgl. (Botthof und Bovenschulte 2009, S. 13).

Vernetzter Verkehr

Auch im Verkehr wird das „Internet der Dinge“ zunehmend eingesetzt. Ein großer deutscher Automobilkonzern hat bspw. ein "City Notbremssystem" mit Fußgängererkennung entwickelt. Eine Kamera in Verbindung mit einem sich in der Front des Fahrzeuges befindenden Radarsensor erkennt Fußgänger innerhalb vorgegebener Systemgrenzen und errechnet aus der Position, der Bewegungsrichtung sowie der Geschwindigkeit dieser, die Wahrscheinlichkeit einer Kollision. Identifiziert das System das Risiko eines Zusammenstoßes, so warnt es den Fahrer zunächst optisch und akustisch sowie mit einem kurzen Bremsruck. Der Bremsdruck wird gleichzeitig leicht erhöht. Sollte der Fahrer auf diese Warnung nicht reagieren, so leitet das Fahrzeug eigenständig eine Notbremsung ein (vgl. Volkswagen AG Konzernkommunikation 2014, S. 6).

Ein weiteres Beispiel kann in dem Einsatz drahtlos vernetzter Sensoren in Parkplätzen und -buchten gesehen werden, durch die in Kombination mit einem Webservice eine App bereitgestellt werden kann, mit deren Hilfe in Echtzeit ein freier Parkplatz gefunden und angesteuert werden kann. Auch weitere Serviceangebote und Einsparmöglichkeiten sollen im Sinne einer "Smart Road" in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern möglich sein (vgl. Andelfinger 2015).

Es wird deutlich, dass auch in diesem Bereich die Einsatzmöglichkeiten vielfältig sind, um mit Hilfe des „Internet der Dinge“ sowohl die Verkehrssicherheit als auch den Mobilitätskomfort für die Verkehrsteilnehmer zu steigern.

Industrielle Produktion

Neben all den aufgeführten Einsatzgebieten des „Internet der Dinge“ ist der Einsatz des „Internet der Dinge“ im Bereich der industriellen Produktion aus unterschiedlichen Gründen besonders interessant. Zum einen hat die Globalisierung dazu geführt, dass aufgrund der, im internationalen Vergleich, hohen Arbeitskosten in Deutschland Rationalisierungsmaßnahmen im Bereich der Produktion unabdingbar wurden (vgl. Zeller, Achtenhagen und Föst 2010, S. 11). Viele Unternehmen sehen sich gezwungen, ihre Prozesse kontinuierlich zu überwachen und zu optimieren, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Zur Steigerung der Produktivität und zur Senkung der Produktionskosten werden Produktionsprozesse zunehmend teilweise oder gar vollständig automatisiert. So sollen unter anderem Fehler vermieden und eine bessere Überwachung realisiert werden. Die Einführung eines „Internet der Dinge“ kann hier als ein weiterer Schritt der Automatisierung gesehen werden, der bei weitem noch nicht abgeschlossen scheint (vgl. ebd.).