

Windelband, Lars; Spöttl, Georg

Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des "Internet der Dinge"

Faßhauer, Uwe [Hrsg.]; Fürstenau, Bärbel [Hrsg.]; Wuttke, Eveline [Hrsg.]: *Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung. Opladen [u.a.] : Verlag Barbara Budrich 2012, S. 205-219. - (Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE))*



Quellenangabe/ Reference:

Windelband, Lars; Spöttl, Georg: Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des "Internet der Dinge" - In: Faßhauer, Uwe [Hrsg.]; Fürstenau, Bärbel [Hrsg.]; Wuttke, Eveline [Hrsg.]: *Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung. Opladen [u.a.] : Verlag Barbara Budrich 2012, S. 205-219 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-71189 - DOI: 10.25656/01:7118*

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-71189>

<https://doi.org/10.25656/01:7118>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://www.budrich.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen – aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung

Schriftenreihe der Sektion
Berufs- und Wirtschaftspädagogik
der Deutschen Gesellschaft für
Erziehungswissenschaft (DGfE)

Uwe Faßhauer
Bärbel Fürstenau
Eveline Wuttke (Hrsg.)

Berufs- und wirtschaftspädagogische
Analysen – aktuelle Forschungen
zur beruflichen Bildung

Verlag Barbara Budrich
Opladen • Berlin • Toronto 2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier.

Alle Rechte vorbehalten.

© 2012 Verlag Barbara Budrich, Opladen, Berlin & Toronto
www.budrich-verlag.de

ISBN 978-3-8474-0007-3 (Paperback)
eISBN 978-3-86649-549-4 (eBook)
DOI 10.3224/84740007

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. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: bettina lehfeldt graphic design, Kleinmachnow
Typographisches Lektorat: Ulrike Weingärtner, Textakzente, Gründau
Druck: paper & tinta, Warschau

Vorwort	9
---------------	---

Teil I: Disziplinäre Reflexionen

Rolf Dubs

Überlegungen zum Impact pädagogischer Forschungen	11
---	----

Uwe Elsholz

Betriebliche Weiterbildung als interdisziplinäres Forschungsfeld – Annäherung an eine berufs- und wirtschaftspädagogische Perspektive	25
---	----

Georg Tafner

Reflexive Wirtschaftspädagogik: Wie Ethik, Neo-Institutionalismus und Europädagogik neue Perspektiven eröffnen könnten	35
--	----

Teil II: Lehr-/Lernforschung in der beruflichen Bildung

Markus Ammann

Betriebspraktika unter dem Aspekt der Arbeitszufriedenheit – eine kritische Auseinandersetzung	47
---	----

Carmela Aprea et al

Digitale Technologien als Tools zur Förderung der Konnektivität des Lernens in Schule und Betrieb	61
--	----

Kristina Kögler, Eveline Wuttke

Unterrichtliche Monotonie als Bedingungsfaktor für Schülerlangeweile im Fach Rechnungswesen	75
--	----

Jeannine Ryssel

Die Lernwirksamkeit von einfachem und elaboriertem Feedback in Verbindung mit dem Erstellen von Concept Maps im Planspielunterricht89

Teil III: Professionalisierung des Personals in der beruflichen Bildung

Alexandra Dehmel

Lehrerbildung für den berufsbildenden Bereich in Deutschland und England – ausgewählte Ergebnisse einer komparativen Studie 103

Stephan Kösel

Triadengespräche zur Rekonstruktion didaktischer Überzeugungen als Bestandteil berufspädagogischer Professionalität 115

Birgit Lehmann

Entwicklung eines Instruments zur Erfassung unterrichtsbezogener Metaphern 127

Sandra Trost

Erfolgreich Studieren – Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung studienbezogener Selbstregulationsprozesse 141

Teil IV: Berufliche Qualifizierung und Weiterbildung

Julia K. Müller, Rita Meyer

Lernen und Arbeiten in Balance? Vereinbarkeitsstrategien von Beschäftigten in wissensintensiven Branchen 153

<i>Franz Kaiser</i>	
Was kennzeichnet Kaufleute? – Ihr berufliches Denken und Handeln aus historischer, soziologischer und ordnungspolitischer Perspektive	165
<i>Petra F. Köster</i>	
Kompetenzentwicklung und organisationale Veränderung am Beispiel von Festivalveranstaltern	179
<i>Martin Kröll</i>	
Karrieren und Weiterbildung von Ingenieuren	191
<i>Lars Windelband, Georg Spöttl</i>	
Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“	205
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	221

Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des „Internet der Dinge“

Lars Windelband; Georg Spöttl

1. Einleitung

In zahlreichen Feldern der Arbeitswelt haben sich in den letzten Jahren durch die Einführung von IT-Systemen fundamentale Veränderungen vollzogen. Vor allem durch die Vernetzung mittels IT-Anwendungen entstanden viele Möglichkeiten, komplexe Systeme und Prozesse zu überwachen und immer mehr ohne menschliches Zutun zu steuern. Weyer (2007, S. 35) stellt dazu fest: „ein besonderes Merkmal der jüngsten Entwicklung ist zudem das scheinbar unaufhörliche Vordringen autonomer technischer Systeme, die immer mehr zu Mitspielern in derartigen Netzwerken geworden sind“. Konsequenz aus dieser Entwicklung ist das Entstehen „hybrider Konstellationen, die von menschlichen Akteuren und (teil)autonomen Maschinen“ (ebd.) durchdrungen sind. Wie nachstehend gezeigt wird, nimmt die Verselbstständigung von IT-Systemen Schritt um Schritt zu, so dass die Rolle der menschlichen Akteure in den Hintergrund gedrängt wird. Die Auslöser sind neue High-Tech-Entwicklungen im Bereich RFID (Radio-Frequency Identification) und dem „Internet der Dinge“¹.

Was bedeutet dies konkret für die betrieblichen Prozesse? Ein Paket wäre in einem logistischen Prozess nicht mehr nur einfach ein Fördergut, welches von A nach B bewegt wird. Es nimmt stattdessen direkten Einfluss auf seinen eigenen Weg. Ausgehend von dem Ansatz des „Internet der Dinge“ wird das Paket mit einer „Intelligenz“ bestückt. Es selbst erkennt z. B. durch den Einsatz von RFID-Labels das Ziel im logistischen System.

1 Der Begriff „Internet der Dinge“ wurde erstmals im Jahre 1999 vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) geprägt. Definiert wurde der Begriff als „[...] ein informationstechnisch vernetztes System autonom interagierender Gegenstände und Prozesse, die sich durch eine zunehmende Selbstorganisation charakterisieren und zu einer wachsenden Verschmelzung physischer Dinge mit der digitalen Welt des Internets führen“ (Brand et al. 2009, S. 107). Das Institut für Materialfluss und Logistik (IML) versteht für den Logistikbereich unter dem „Internet der Dinge“ den autonomen, selbstgesteuerten Transport logistischer Objekte vom Absender zum Adressaten (vgl. Ten Hompel 2005).

Diejenigen Fördermittel, die im logistischen Prozess integriert sind, sind mit RFID-Readern² ausgerüstet und können somit das Label des Paketes auslesen. Die Information, die auf den RFID-Label gespeichert ist, kann nun zur Steuerung des Logistikprozesses genutzt werden. Die Entscheidung über den genauen Weg des Paketes trifft nun nicht mehr ein zentrales Leitsystem oder der Mensch, sondern das Transportmittel in Kooperation mit dem Paket.

Durch diese autonome Steuerung der betrieblichen Prozesse ist eine neue Stufe der technischen Entwicklung erreicht. Diese wirkt sich entscheidend auf die sozialen und wirtschaftlichen Organisationsformen und die Organisation der Arbeit aus. Im Gegensatz zu Maschinen, die Aufgaben nach vom Menschen bestimmten und gesteuerten Prozessen erledigen, vermögen die vernetzten Systeme im „Internet der Dinge“ Entscheidungen selbständig zu treffen. Mit der Umsetzung des „Internet der Dinge“ ist daher in der Mensch-Maschine-Interaktion ein neues Niveau der Arbeitsteilung erreicht.

2. Entwicklungstand des „Internet der Dinge“

Als potenzielle Anwendungsmöglichkeiten des „Internet der Dinge“ im Bereich der Logistik werden in der Literatur die Identifikationstechnologien gesehen (Barcode, RFID), die digitalen Produktgedächtnisse³, die intelligente Vernetzung von Produkten und das selbständige Handeln mittels spezieller Softwareagenten- und Assistentensysteme. Weitere Anwendungsfelder sind logistische Steuerungen und Trackingsysteme und der selbstorganisierte Transport logistischer Objekte durch inner- und außerbetriebliche Transportnetze (vgl. Ten Hompel/Bullinger 2007).

Die technologische Grundlage des „Internet der Dinge“ (vgl. Dworschak et al. 2011, S. 2) bildet die Ausstattung von Gegenständen, Räumen und Maschinen mit verschiedenen Technologien zur Umgebungswahrnehmung, Datenspeicherung, Kommunikation und zum autonomen Handeln. Hierzu gehört immer mehr die Radiofrequenzidentifikation (RFID). RFID-Systeme können Daten berührungslos und ohne Sichtkontakt auslesen. Sie bestehen

2 RFID-Reader: Spezielles elektronisches Gerät, das elektromagnetische Wellen einer spezifischen Frequenz und Reichweite aussenden und empfangen kann, um den Inhalt von RFID-TAGs auszulesen. (Zahn 2007, S. 31ff.).

RFID-TAG: Sehr kleiner Mikrochip mit integrierter Antenne, der bei Empfang von spezifischen Radiowellen in ihm abgelegte Daten per Radiowellen aussendet.

3 Hier werden Objekte mit „Smart Label“ ausgestattet, die RFID (Radio Frequency Identification) mit eigener Stromversorgung und unterschiedlicher Sensorik kombinieren. Dadurch wird es möglich, dass die Produkte selbst Daten aus ihrer Umgebung sammeln. So können Warenzustand, Frischegrad, Lagertemperatur, Herkunft etc. überwacht und jederzeit ausgelesen werden (vgl. Brand et al. 2009, S. 106f.)

aus einem Lesegerät und Transponder bzw. „Tag“, d.h. einem Chip mit Antenne. Dieser ermöglicht eine eindeutige Identifikation des Gegenstandes, auf dem er angebracht ist. Damit ist es möglich, den genauen Weg der einzelnen Produkte nachzuvollziehen. RFID-Systeme werden mit Sensorik kombiniert, die in Produkte eingebettet sein kann. Diese Sensordaten können mittels RFID automatisch aktualisiert werden. Aufgrund gestiegener Anforderungen bezüglich Beweglichkeit und Mobilität geht die Entwicklung der RFID-Systeme und Sensorik zu drahtlosen Systemen, für die eine funkbasierte Informationsübertragung entscheidend ist.

Nach Meinung vieler Experten wird das „Internet der Dinge“ zu einer erheblichen Optimierung der logistischen Prozesse führen. Durch aktive Sensorik in Transportträgern kann z. B. eine bislang unbekannte engmaschige Prozessüberwachung realisiert werden, die das Aufspüren von Fehlern und Fehlerquellen deutlich vereinfacht. Logistische Abläufe können damit nachhaltig besser organisiert und letztlich kostengünstiger optimiert werden. Beispiele für die Anwendung sind Überwachungslösungen für Waren, Fahrzeuge und Transportbehälter. Als Nebeneffekt dieser vollständigen Prozessüberwachung und -dokumentation wäre auch der Kunde jederzeit in der Lage, Informationen über den Status innerhalb der Logistikkette zu seinen transportierten Produkten abzurufen. Dies kann zu einem Wettbewerbsvorteil führen, wenn kurze Laufzeiten angestrebt werden oder bei Logistikketten die vielen unterschiedlichen, oft kritischen Durchlaufstationen (z.B. Ländergrenzen, Zoll) eindeutig identifizierbar und nachverfolgbar sind.

Das „Internet der Dinge“ bietet jedenfalls zahlreiche Möglichkeiten, um die Effizienz und Effektivität logistischer Prozesse zu verbessern. Bei diesen technologiebasierten Entwicklungen dominiert eine technikzentrierte Automatisierungsstrategie, also das Bestreben, fehlerfreie technische Systeme zu entwickeln und zu implementieren und den Menschen als mögliche Störquelle auszuschalten. Die Symmetrie zwischen Mensch und Maschine ist dabei ein entscheidender Faktor und spielt bisher in der Entwicklung der einzelnen Technologien und Produkte eine eher untergeordnete oder gar keine Rolle.

3. Fragestellung zur Diffusion des „Internet der Dinge“

Im vorliegenden Artikel soll vor allem die Diffusion des „Internet der Dinge“ in die realen Arbeitsabläufe auf der Facharbeitsebene näher betrachtet werden. Grundlage dafür ist eine Früherkennungsstudie, die im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt wurde. Dabei wurde u.a. folgende Fragestellung untersucht: Inwieweit wird die Facharbeit im Logistikbereich bereits mit dem „Internet der Dinge“ konfrontiert und welche Folgen hat dieses für deren Organisation?

Denn bisher existierten keine konkreten Informationen über den Umsetzungsgrad des „Internet der Dinge“ in der Unternehmens- und Arbeitswelt und damit auch keine Informationen zu veränderten Qualifikationsanforderungen der Beschäftigten. Die durchgeführte Studie soll erste Auswirkungen dieser Zukunftstechnologie auf die Facharbeit beschreiben. Sie ist eingebettet in die Früherkennungsinitiative des vom BMBF geförderten Forschungsnetzes FreQueNz⁴. Hauptziel der Früherkennungsforschung ist es, künftige, neue oder veränderte Qualifikationsanforderungen in der Berufs- und Arbeitswelt möglichst früh zu ermitteln und schnell in den Prozess der Berufsbildungsgestaltung einzubringen.

Insgesamt wurden drei Studien mit dem Schwerpunkt „Internet der Dinge“ in den Anwendungsfeldern: Logistik⁵, Industrielle Produktion und Smart House gefördert, um die konkreten Auswirkungen der technologischen Entwicklungen in der Arbeitswelt und der Facharbeit zu erschließen.

Neben der Betrachtung der technischen Entwicklung des „Internet der Dinge“ sowohl in Forschung als auch in der Praxis der Distributionslogistik soll eine Auseinandersetzung darüber geführt werden, in welcher Form Facharbeit betroffen ist, um Aussagen treffen zu können, inwieweit sich mögliche Geschäftsprozesse und Arbeitsabläufe bis hin zu Arbeitsaufgaben innerhalb der Unternehmen verändert haben. Aus den Erkenntnissen werden Schlüsse für Qualifizierungsnotwendigkeiten gezogen.

4. Forschungsdesign der Früherkennungsstudie zum „Internet der Dinge“

Die Früherkennungsstudie diente der Identifikation der Veränderungen der Qualifikationsanforderungen innerhalb von ausgewählten Berufen und innerhalb der betrieblichen Arbeitswelt für einen Zukunftszeitraum von drei bis fünf Jahren. Untersuchungsgegenstand war das „Internet der Dinge“ in der Logistik. Als Ergebnis sollten Informationen bereitgestellt werden, um eine systematische Beobachtung der Qualifikationsentwicklung zu ermöglichen. Im Mittelpunkt steht dabei die Untersuchung neuer Qualifikationen in der Frühphase ihrer Entstehung und die Beurteilung ihrer zukünftigen Entwicklung (vgl. Bullinger/Tombeil 2000, S. 23).

4 FreQueNz ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Forschungsnetz in Deutschland, in dem verschiedene Institute mit ihrer Projektarbeit zur Früherkennung von Qualifikationsanforderungen beitragen.

5 Die beiden Autoren leiteten die Untersuchungen für den Bereich Logistik im Rahmen der FreQueNz-Früherkennungsstudie (vgl. Windelband et al. 2011).

Für die Beantwortung der Forschungsfrage wurden drei Untersuchungsschritte⁶ gewählt, die qualitative berufswissenschaftliche Früherkennungsinstrumente (vgl. Windelband 2006, Windelband/Spöttl 2003) nutzen:

1. Schritt: Analyse des aktuellen Standes der Durchdringung der Distributionslogistik mit dem „Internet der Dinge“ in den Sektoren Lebensmittel und Automobilindustrie.
Auswahl der Sektoren: Die beiden Sektoren wurden in einer Vorstudie ausgewählt. Identifiziert wurden dabei Praxisgebiete, in denen das „Internet der Dinge“ bereits angewandt wird.
2. Schritt: Analyse von innovativen Unternehmen und Forschungsprojekten zur Implementierung und Umsetzung des „Internet der Dinge“ in der Facharbeit⁷.
Auswahl von Unternehmen für Fallstudien: Es wurden Unternehmen gesucht, die Technologien zum „Internet der Dinge“ einsetzen oder pilothaft erproben und bereit waren Fallstudien zuzulassen. Mittels der Fallstudien in den Forschungseinrichtungen sollten innovative Umsetzungsprojekte erschlossen⁸ werden.
3. Schritt: Vertiefende qualitative Analysen (Interviews mit Fachexperten) zur Identifikation von Entwicklungsrichtungen und Verbreitung des „Internet der Dinge“ in der Facharbeit und möglicher Konsequenzen für die Qualifizierung.
Auswahl von Experten: Neben der Voraussetzung, Experte für das „Internet der Dinge“ zu sein, wurden bei der Auswahl folgende weitere Parameter zugrunde gelegt: hoher Praxisbezug, Mitarbeit an zukunftsweisenden Projekten sowie Schwerpunkt in einem der beiden Anwendungsbereiche Lebensmittel- und Automobilindustrie.

Schritt 1 wurde in einer Vorstudie bewältigt und dabei wurden zu untersuchende Unternehmen und Forschungsprojekte und deren Forschungseinrichtungen ausgewählt.

Mittels Schritt 2 sollte der technologische Entwicklungsstand des „Internet der Dinge“ im Bereich von Unternehmen und Wissenschaft/ Forschung erschlossen werden. Dazu wurden aktuelle Projekte analysiert und Experten Gespräche mit Forschungsvertretern durchgeführt, um herauszufinden, wie

6 Das Instrument des Zukunftsexperten-Workshops wurde als viertes Instrument für mögliche neue und veränderte Qualifikationserfordernisse eingesetzt. Diese Fragestellung wird in diesem Beitrag nicht genauer diskutiert.

7 Untersucht wurden sechs Betriebe und vier Forschungsinstitute.

8 Ein Fall in den Anwendungsbereichen Lebensmittel- oder Automobilindustrie wird repräsentiert durch ein Forschungsprojekt, welches Entwicklungs- und Umsetzungsziele zum „Internet der Dinge“ im Bereich der Distributionslogistik verfolgt.

weit die technologische Entwicklung fortgeschritten ist und welche Probleme bei der Implementierung in die Praxis bestehen. Ein Instrument zur Feststellung der „Diffusionstiefe“ des „Internet der Dinge“ wurde entwickelt. Dieses beinhaltet sechs charakteristische Merkmale (vgl. Tabelle 1), mit deren Hilfe die Diffusionstiefe dargelegt werden sollte. Die Merkmale im Einzelnen: Technologie, Energieversorgung, Konnektivität, Informationsverarbeitung, Aggregationsebene und Verortung der Intelligenz. Dahinter verbirgt sich jeweils:

- Bei der „Technologie“ beschreibt die Stufe 1 eine Auto-ID (Identifikation), zum Beispiel ein RFID- oder Barcodesysteme. Stufe 2 beschreibt den Einsatz von Sensorik. In Stufe 3 werden schließlich eingebettete Systeme verwandt, das heißt, dass Entscheidungsfindungskomponenten verbaut werden.
- Das Merkmal der „Energieversorgung“ wird in der Stufe 1 über Induktion bewerkstelligt, wie das Auslesen und Beschreiben von passiven RFID-Transpondern. Die Stufe 2 zeichnet sich durch Systeme aus, die durch einen Akkumulator mit Energie versorgt werden (aktive RFID-Transponder). Systeme der Stufe 3 haben eine autarke Energieversorgung.
- Das Merkmal „Konnektivität“ beschreibt in der Stufe 1 das manuelle Auslesen von Informationen, das System kommuniziert also rein passiv. In Stufe 2 kommuniziert das System bei Bedarf, es könnte sich zum Beispiel um eine Meldung an ein Steuerungszentrum oder einen Supervisor bei einem bestimmten Ereignis, wie des Überschreitens eines Messwertes, handeln. Stufe 3-Systeme kommunizieren durchgehend mit anderen Systemen und sind ständig „online“.
- Das Merkmal „Informationsverarbeitung“ gibt an, wie das Objekt mit den Informationen umgeht. Bei Stufe 1 werden Informationen aufgenommen und gespeichert, aber nicht weiter verarbeitet (z.B. Temperaturlogger). In Stufe 2 können Informationen an andere Instanzen weitergereicht werden, werden aber vom Objekt selber nicht verarbeitet. Dies sind z. B. Telematik-Systeme, die bei bestimmten Ereignissen eine Statusmeldung abschicken können. In Stufe 3 ist das Objekt in der Lage, eine Entscheidung zu treffen. Dies gilt für eingebettete Systeme.
- Die „Aggregationsebene“ einer Technologie: In der Stufe 1 befindet sich die Technologie auf der Verpackung, zum Beispiel einem Karton oder Container. Stufe 2 beschreibt eine Technologie auf Objektebene (Ebene des fertigen Endproduktes). Bei Fahrzeugen würde beispielsweise diese Technologie pro Fahrzeug eingesetzt. Stufe 3 Systeme werden auf Komponentenebene eingesetzt, in Fahrzeugen zum Beispiel auf einem Sitz.

- Bei der „Verortung der Intelligenz“ sind in der ersten Stufe die Intelligenzen Systeme in einem Netzwerk verteilt (mögliches Einsatzszenario Sensornetzwerk). Stufe 2 wird charakterisiert durch Intelligenz auf Objektebene, also auf dem Endprodukt und Stufe 3 beschreibt eine verteilte Verortung der Intelligenz, d.h. verschiedene Teilsysteme werden auf verschiedenen Ebenen eingesetzt, sind aber zu einem System verbunden.

Tabelle 1: Ausprägung des „Internets der Dinge“ für den Bereich der Logistik

Stufe	1	2	3
Technologie	Auto-ID	Sensorik	Eingebettetes System
Energieversorgung	Induktion	Akku	Autark
Konnektivität	Manuelles Auslesen	Bei Bedarf	Durchgehend
Informationsverarbeitung	Speicherung	Mitteilung	Entscheidungsfindung
Aggregations-ebene	Verpackungsebene	Objektebene	Komponente
Verortung der Intelligenz	Netzwerk	Objekt	Verteilt

Gleichzeitig wurden über die Experten Unternehmen identifiziert, die Technologien zum „Internet der Dinge“ in den Anwendungsbereichen einsetzen. Diese wurden noch im Schritt 2 mittels des Instruments der Fallstudien genauer untersucht und die Ergebnisse wurden in das Instrumentarium zur Bewertung der Ausprägungsstufen eingeordnet.

Die Ergebnisse aus den ersten beiden Schritten wurden im dritten Schritt mittels qualitativer Interviews zur Erarbeitung erster Entwicklungsrichtungen verdichtet. Zielgruppen waren ausgewählten Unternehmensvertreter und Experten der Branche.

Im vierten Schritt der Studie (Zukunfts-Experten-Workshops) wurden aus den Ergebnissen der vorangegangenen Untersuchungsschritte konkrete Szenarien zu möglichen neuen und veränderten Qualifikationserfordernissen durch die Umsetzung des „Internet der Dinge“ entwickelt. Die Konzentration auf Zukunftstechnologien zum „Internet der Dinge“, die noch am Anfang der Implementierung in der Praxis stehen, ermöglicht es, frühzeitig Schlussfolgerungen zu möglichen Konsequenzen für die Beschäftigten zu ziehen. Damit kann gezielt Auskunft über mögliche Zukunftsentwicklungen für die nächsten fünf Jahre gegeben und erste Handlungsoptionen für die berufliche

Bildung können aufgezeigt werden, um den technologischen Entwicklungen nicht ständig „hinterherrennen“ zu müssen.

5. Untersuchungsergebnisse

Obwohl zu erkennen war, dass in den Unternehmen eine zunehmende Auseinandersetzung mit dem „Internet der Dinge“ (IdD) stattfindet, war der Diffusionsgrad meist relativ gering. Die Auswertung der Befragungen und Fallstudien zeigten, dass kaum ein Unternehmen die zweite oder gar dritte Stufe erreicht hat. Vor allem kommunizieren die Objekte bisher nicht eigenständig miteinander und nehmen keinen direkten Einfluss auf die Warenströme. In den untersuchten Praxisfeldern der Unternehmen, also den konkreten Einsatzfeldern des IdD, konnte nur eine geringere Diffusion der IdD-Technologien festgestellt werden. Diese erreichten meist nur Stufe 1 nach Tabelle 1.

Trotz dieser generellen Erkenntnisse muss für den Bereich der Automobillogistik festgestellt werden, dass Unternehmen identifiziert werden konnten, die die zur Umsetzung des „Internet der Dinge“ benötigten Basistechnologien bereits verfügbar hatten. Solche Unternehmen arbeiten zumindest mit Barcodes bzw. setzen RFID ein. Ausgelesen werden die Daten meist manuell mit einem entsprechenden (mobil oder stationär eingesetzten) Barcodereader. Nur bei den Unternehmen mit RFID-Technologie erfolgt das Auslesen der Daten automatisch. Hier waren auch die Objekte mit einem Datenspeicher versehen, womit eine Vernetzung, wie es das „Internet der Dinge“ vorsieht, möglich wäre. Meist ist es ein betriebspezifisches IT-System, das speziell auf die Belange des Unternehmens zugeschnitten ist und in den meisten Fällen eigens für den vorgesehenen Zweck entwickelt wurde. Kein Unternehmen setzt die Technologie betriebsübergreifend ein oder überlässt Entscheidungen einem Algorithmus, der die benötigten Daten von integrierten Objekten erhält. Die Daten werden für die Optimierung der Logistikkette (oft nur bis zum Hoftor) verwendet. Mit ihrer Hilfe werden Prozesse überwacht, optimiert und die Produktdurchgänge sowie Warenbestände kontrolliert.

Die Informations- und Kommunikationssysteme werden in vielfältiger Form angewandt. In allen Betrieben unterstützen sie die Mitarbeiter im operativen Bereich. Über das Display werden Arbeitsschritte, benötigte Objekte etc. angezeigt und die Bedienung beschränkt sich in der Regel auf einfache Eingaben (Anzahl der Teile, Barcodes etc.) in vordefinierten Feldern.

Im Bereich der Lebensmitteldistribution war der Einsatz der Technik sehr divergent. Alle Unternehmen benutzen heute Telematiksysteme, mit denen die Disponenten und Fahrer über ein Netzwerk in stetiger Verbindung

sind. Die Computer der Disposition sind mit den an Bord der Fahrzeuge befindlichen PDA oder Notebooks verbunden. Diese Bordcomputer haben meist mehrere Funktionen integriert. Sie werden für die Tourabwicklung eingesetzt, können aber auch für E-Mail-Versendung, als Mobiltelefon oder Navigationsgerät eingesetzt werden. Die komplexen Werkzeuge (Flottenmanagementsysteme), die in der Disposition eingesetzt sind, werden zur Tourplanung, -abwicklung, -überwachung und zur Positionsbestimmung von Transportfahrzeugen und Ware benutzt.

Die Basistechnologien, die für das „Internet der Dinge“ notwendig sind, werden nur am Rande eingesetzt. Eines der drei untersuchten Unternehmen setzt RFID intern ein, um das richtige Waschprogramm für die Transportbehälter zu starten. Ein anderes benutzt Sensorik, um die Temperatur in Kühlcontainern zu überwachen. Bei einem Temperaturanstieg erhält der Disponent eine Nachricht über SMS auf sein Mobiltelefon und muss dann die Entscheidung treffen was mit dem Container geschehen soll. In beiden Betrieben wird vorerst nicht daran gedacht, das System weiter auszubauen und einen selbststeuernden Algorithmus zugrunde zu legen.

Abbildung 1: Ausprägungs- und Diffusionsstufen des „Internets der Dinge“ in den untersuchten Logistikunternehmen



Abbildung 1 zeigt die Merkmalsausprägungen der sechs untersuchten Fallstudienbetriebe hinsichtlich des Technologieeinsatzes in einem Radialdiagramm. Es wird deutlich, dass kaum ein Unternehmen die zweite oder gar die dritte Stufe erreicht hat. Für das Anwendungsfeld der Logistik wird klar, dass die IdD-Technologien bislang vorwiegend betriebs- bzw. unternehmensintern eingesetzt werden („Intranet der Güter“). Als größtes Hindernis bei der Investition in neue Systeme werden auch hier die Kosten gesehen. Eine nega-

tive Kosten-Nutzen-Einschätzung, eine eingeschränkte Lesbarkeit von RFID-Chips in metallischen Umgebungen und Flüssigkeiten sowie auch das Fehlen einheitlicher Standards verhindern eine Investition in neue Technologien zum „Internet der Dinge“.

Es ist nicht auszuschließen, dass in Zukunft weitere Ausprägungsstufen hinzukommen können. Die drei Stufen zeigen, wie weit die Diffusion fortschreiten kann, wenn die Entwicklungen zur Umsetzung der „Vision“ des „Internet der Dinge“ folgen. Das bedeutet jedoch nicht, dass Ausprägungsstufe drei die „ideale Stufe“ für eine Logistikkette über mehrere Unternehmen hinweg verkörpert. Dies ist sehr stark von den logistischen Prozessgegebenheiten abhängig. In der Ausprägungsstufe drei über alle sechs Kriterien würde der Prozess automatisiert und mit einer eigenständigen Entscheidungsfindung ablaufen. Damit kommt diese Stufe dem „Internet der Dinge“ mit einem autonomen und selbstgesteuerten Transport sehr nahe, ist jedoch nicht unbedingt für jedes Unternehmen erstrebenswert, geschweige eine Richtung, die dem Menschen noch viele Optionen einräumt.

6. Konsequenzen der Diffusion des „Internet der Dinge“ für die Facharbeit und daraus resultierende Qualifikationsanforderungen

Trotz der bisher geringen Diffusion des IdD in die logistischen Prozesse lassen sich Unternehmen ausmachen, bei denen Abläufe tatsächlich nachhaltig verändert wurden und sich auch die Aufgaben der Mitarbeiter gewandelt haben. Zentrale Zielrichtung ist bei diesen Unternehmen die Automatisierung von Vorgängen und die Digitalisierung von Informationen. Ein Technologie-Mix aus digitalisierten Dokumenten, Erfassung von Geopositionen per Telematik, speziellen On-Board-Terminals für die Zustandserfassung und einem integrierten Informationsfluss über das Internet erlaubt diesen Unternehmen, eine effizientere Dienstleistung zu erbringen. Dabei konnten im Wesentlichen zwei Entwicklungsrichtungen identifiziert werden:

1. Zum einen wurde die Technik benutzt, um Prozesse zu automatisieren und die Fehlerhäufigkeit in den Arbeitsprozessen zu reduzieren. Die Aufgaben und das damit verbundene Anforderungsprofil auf Facharbeitsebene haben sich dadurch häufig vereinfacht. Das hatte zur Folge, dass niedriger qualifiziertes Personal zu geringeren Lohnkosten und ohne lange Anlernzeiten schnell eingesetzt werden konnte.
2. Zum anderen wurden Technologien zum „Internet der Dinge“ genutzt, um Arbeitsabläufe zu optimieren. Gleichzeitig wurden dadurch die Aufgabenfelder bei Mitarbeitern verändert. Die durch die Implementierung

frei werdenden Kapazitäten bei Mitarbeitern wurden in der Folge mittels anderer Aufgaben belegt, was meist zur Folge hatte, dass die Aufgabengebiete umfangreicher und vor allem vielfältiger wurden. In solchen Betrieben wurde in der Regel auf sehr gut ausgebildete Fachkräfte gesetzt und durch Weiterbildung auf die Aufgabenveränderung reagiert.

Während bei der ersten Entwicklungsrichtung vor allem die An- und Ungelernten in den Unternehmen betroffen sind, ist dies bei der zweiten Richtung die Gruppe der Facharbeiter. Die skizzierten Entwicklungsrichtungen führen zu verschiedenen arbeitsorganisatorischen Lösungen und haben unterschiedliche Auswirkungen auf die in Frage stehenden Fachkräftegruppen. Im Zuge der Studie konnten für letztere Zielgruppe drei verschiedene Anforderungsprofile identifiziert werden⁹:

- Disponent,
- Fahrer für Nah- oder Fernverkehr sowie
- Logistikplanung.

Zielt die Entwicklungsrichtung auf eine Automatisierung der Prozesse ab, dann übernimmt die Technik Entscheidungen und führt, per programmgesteuerter Abläufe technologisch vordefinierte Arbeitsroutinen durch. Die bedienungs- und operativen Aufgaben der Fachkräfte vereinfachen sich in diesem Falle, mit Ausnahme von Störungen und anderen Problemen mit dem System selbst. Letztere müssen dagegen von hochqualifizierten Fachkräften gelöst werden. In den untersuchten Unternehmen gab es keine einheitliche oder eindeutige Vorgehensweise zur Gestaltung der Arbeitsorganisation, um diese konträren Aufgaben zu organisieren.

Bei der Entwicklungsrichtung, die Arbeitsabläufe mit Hilfe des „Internet der Dinge“ zu optimieren, ging es in den Unternehmen immer auch darum, die Stärken der Mitarbeiter zu berücksichtigen. Das hatte zur Folge, dass die Entscheidungsfindungsprozesse nicht dem System, sondern dem Menschen überlassen wurden. Die Mitarbeiter bekamen in der Regel unterstützende Informationen zur Prozessoptimierung, konnten jedoch die Prozesse mit gestalten. Die Fachkräfte benötigen dafür ein hohes prozessspezifisches Wissen, um bei Problemen einzugreifen oder Entscheidungen treffen zu können. Fachkräfte haben bei dieser Entwicklungsrichtung die Chance, die Technologien als Assistenzsysteme zu nutzen.

Bei einer Entwicklung zu mehr Automatisierung, oder besser einer weiteren Teilautomatisierung, wie sie zurzeit realistisch erscheint, muss in Problemsituationen oder zur Anpassung in den Prozess eingegriffen werden. Die Fachkräfte, die im alltäglichen Arbeitsprozess mit den entsprechenden Tech-

9 Diese drei Anforderungsprofile sind ausführlich im Abschlussbericht der Studie beschrieben (Windelband et al. 2011, S. 66 ff.).

nologien arbeiten, sollen zwar einen ordnungsgemäßen Prozess gewährleisten, haben aber nur wenig Einfluss auf die Prozessabläufe, da sie die IT-Systeme nicht verändern können. In den meisten Unternehmen werden die entsprechenden IT-Entwicklungen von eigenen IT-Spezialisten umgesetzt. Es wird in Zukunft die Schnittstelle zwischen IT-Dienstleistungen und Logistik zur Implementierung, Optimierung und Wartung der IdD-Technologien erheblich an Bedeutung gewinnen. Denn diese Aufgaben verlangen einerseits ein Wissen zur Strukturierung technischer Abläufe, Programmierung und Konfiguration von IT-Systemen und werden heute meist von (Fach-) Informatikern umgesetzt. Andererseits benötigen die IT-Spezialisten Detailkenntnisse über die logistischen Abläufe, um die IT-Systeme optimal in den Gesamtprozess integrieren zu können, wofür sie auf die betrieblichen Mitarbeiter und deren Prozesswissen zurückgreifen. Aber eine solche Entwicklung verlangt stellenweise ein stärkeres und detaillierteres Prozesswissen sowie ein höheres Planungswissen auf übergeordneten Ebenen. Dies könnte ein neues Aufgabenfeld für Planer (Prozessingenieure), Disponenten oder z. B. einen „Prozesscontroller“ eröffnen. Mögliche Profilinehalte werden in einer weitergehenden Veröffentlichung beschrieben.

7. Schlussfolgerungen zur Mensch-Maschine-Interaktion

Das „Internet der Dinge“ lässt die Komplexität der technischen Strukturen von Informations- und Kommunikationstechnik weiter steigen. Es werden die vernetzten Informationsobjekte, die als virtuelle Maschine angesehen werden können, mit dem Netz verbunden und zu Web-Services weiter entwickelt. Dadurch entsteht eine völlig neue Dimension von Maschinen im Internet, wenn dort auch noch Produkte angebunden werden. Aus dem Internet wird das „Internet der Dinge“ (vgl. Schmidt et al. 2008, S. 107f.). Mit Hilfe des „Internet der Dinge“ kann jeder Gegenstand mit digitalen Informationen aus dem Internet angereichert bzw. versorgt und damit auch gelenkt werden. Dieser Prozess schafft nicht nur neue ökonomische Werte, sondern wertet auch die Informationsbestände des Internets auf. Für Betriebe wird es letztendlich darauf ankommen, diese neuen Wertpotenziale zu erschließen und die dabei entstehenden Herausforderungen zu meistern (ebd., S.109).

Die Entwicklung hin zu autonom agierenden Systemen stellt die Mensch-Maschine-Beziehung auf dem Kopf. Eine weitgehende Implementierung dieser Technologie hat erhebliche Konsequenzen auf die Arbeitswelt. Dabei müssen zwei Zielrichtungen in Zukunft noch genauer betrachtet werden:

- wie soll die Beziehung zwischen Mensch und IT-Systemen gestaltet werden, damit sich Menschen auf die von IT-Systemen generierten Situationen einstellen können,
- wie soll die Balance der Intelligenz zwischen Menschen und Maschinen austariert werden.

Die Studie zeigt, dass vor allem mithilfe von RFID-Technologien in Zukunft der Warenfluss immer mehr optimiert wird und die Rückverfolgbarkeit von Prozessen und Produkten erleichtert werden. Von einer Automatisierung ganzer Prozesse oder Prozessabschnitte ist man heute noch ein Stück entfernt. Man kann von teilautomatisierten Prozessen an der einen oder anderen Stelle sprechen. Dabei sind zwei Entwicklungsrichtungen für die Zukunft zu erkennen:

- Entwicklung von Expertensystemen mit Werkzeugcharakter für qualifizierte Fachkräfte (Werkzeugszenario),
- Einschränkung der Autonomie versierter Fachkräfte durch das Vordringen avancierter Technik bei Anlagen und Maschinen in der Logistik (Automatisierungsszenario).

Wenn die Entwicklung in Richtung Werkzeugszenario geht und der Mensch dabei die Gestaltungsfreiheit behält, kann die Technologie zu einer Art Assistentensystem genutzt werden.

Ein Beispiel hierfür ist die Vereinfachung der Planungstätigkeit von Disponenten in der Spedition durch den Technologieeinsatz, die damit einhergehen könnte, dass die Berufskraftfahrer mit Hilfe der Technologie ausgewählte Disponententätigkeiten übernehmen können. Dabei begegnen sich Mensch und Maschine als handlungsmächtige Einheiten, die sich wechselseitig kontrollieren. Der Fahrer würde damit Aufgaben des Disponenten direkt beim Kunden vor Ort oder von unterwegs im Fahrzeug ausführen. Die Technik stellt ihm die entsprechenden Hilfsmittel zur Verfügung (Datenmasken, Auswahl der Fahraufträge). Er würde seine Aufträge nicht einfach nur abarbeiten, sondern je nach Situation in die Reihenfolge der Aufträge eingreifen. Damit kann er selbst auf Unwägbarkeiten im Straßenverkehr oder Wünsche von Kunden reagieren und seine Tour optimal gestalten. Gleichzeitig könnte die Technik ihn unterstützen, einen Auftrag eigenständig zu akquirieren.

Dagegen steht die Aussage, dass der „Fahrer vorwiegend funktionieren“ müsse: „Er soll nirgendwo gegenfahren, er soll nett zu den Kunden sein, er soll sich an seine Lenkzeiten halten“ (Aussage eines Unternehmensleiters). Vorgaben durch die Disposition bzw. durch entsprechende technische Systeme sei Folge zu leisten, ein Mitdenken oder Diskutieren sei unerwünscht. Dieses wäre die Entwicklung in Richtung des Automatisierungsszenario. Die Technologie oder das „Internet der Dinge“ lenkt die Fachkräfte. Die Arbeit

des IdD wird vollkommen technologisch gesteuert. Fachkräfte werden mit Informationen nicht versorgt und verfügen über keine Kompetenzen. Die entstehende Kompetenzlücke bedingt, dass nur eine vom IdD gelenkte Gestaltung von Arbeitsprozessen zielführend ist.

Nimmt man an, dass eine Entwicklung zu mehr (Teil)Automatisierung kurz- und mittelfristig stattfinden wird, dann wird sich das Aufgabenfeld der Beschäftigten verändern. Routinetätigkeiten werden zurückgehen, dafür werden sich die (schwierigen) Spezialfälle häufen. Zurückgeführt wird dies auf das sogenannte Automatisierungsparadoxon. In einem automatisierten System müssen die Beschäftigten nur noch in schwierigen Fällen eingreifen, dazu benötigen sie jedoch häufig eine höhere Qualifikation, die sie sich aber nicht mehr aufbauen können. Diese Sachlage, die in sogenannten High-Tech-Feldern (z.B. Flugzeuginstandsetzung) schon allgegenwärtig ist, breitet sich durch die Möglichkeiten umfangreicher Vernetzungen in alle Beschäftigungsfelder aus. Wie aus der Berufsbildung darauf zu reagieren ist, welche Strategien oder Konzepte als Antwort auf solche Entwicklungen stehen können, ist bisher eine offene Frage, die durch weitere Forschungsarbeiten zu klären sein wird.

Literatur

- Becker, M.; Spöttl, G. (2008): Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. Frankfurt a. M., et al. Peter Lang Verlag.
- Brand, L.; Hülser, H., et al. (2009): Internet der Dinge – Perspektiven für die Logistik. Zukünftige Technologien Consulting Nr. 80.
- Bullinger, H.-J.; Tombeil, A.-S. (2000): FreQueNz – ein Informationsnetz zur Früherkennung von Qualifikationserfordernissen. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Qualifikationen erkennen – Berufe gestalten. W. Bertelsmann Verlag. Bielefeld, S. 15–43.
- Dworschak, B; Zaiser, H.; Martinetz, S.; Windelband, L. (2011): Logistik als Anwendungsfeld des „Internets der Dinge“ in der BMBF-Früherkennung. In: FreQueNz Zusammenfassung Internet der Dinge in der Logistik. Herausgegeben von FreQueNz, 2011, S. 2–4. http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Summary_logistik_final.pdf (Zugriff 23.02.2011).
- Luhmann, N. (1990): Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag.
- Schmidt, B. F.; Kündig, A.; Bütschi, D. (Hrsg.). (2008): Digitalisierte Wirtschaft: Praktisch kein Stein bleibt auf dem anderen. In: Die Verselbstständigung des Computers. Zürich. S. 99–116.
- Schneider, S. (2009): RFID – einmal anders: Plagiatschutz mit EPC. Präsentation gehalten am 26.10.2009.
- Ten Hompel, M. (2005): Das Internet der Dinge: Status, Perspektiven, Aspekte der aktuellen RFID-Entwicklung. Vortrag. Dortmunder Gespräche 2005: Fraunhofer Symposium RFID, Dortmund.

- Ten Hompel, M.; Bullinger, H.-J. (2007): Internet der Dinge. Berlin [et al.], Springer Verlag.
- Weyer, J. (2007): Autonomie und Kontrolle. Arbeiten in hybriden Systemen am Beispiel der Luftfahrt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 2, 16. Jg., Dortmund.
- Windelband, L. (2006): Früherkennung des Qualifikationsbedarfs in der Berufsbildung. Bielefeld, Bertelsmann Verlag.
- Windelband, L.; Spöttl, G. (2003): Forschungshandbuch – Instrumente zur Früherkennung von Qualifizierungsbedarf. In: Papier 1. biat-Reihe Nr. 17. Flensburg.
- Windelband, L.; et al. (2010): Abschlussbericht zur Studie „Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge in der Logistik“ Bremen, Mai 2010. http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Abschlussbericht_IdD_in_der_Logistik_final.pdf (Zugriff 17.02.2011).
- Windelband, L.; et al. (2011): Zukünftige Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge. Zusammenfassung. FreQueNz. Bonn: bmbf, 2011, S. 4–9.
- Zahn, S. (2007): RFID in Bibliotheken. In: Band 16 von BIT online / Innovativ. Leinfelden-Echterdingen, B.I.T.Verlag.