

Das Internet der Dinge.

Welche Konsequenzen hat das „Internet der Dinge“
für die Entwicklung der Arbeitswelt?

Autor: Daniel Bieber

Auftragnehmer:

Prof. Dr. Daniel Bieber
Großbeerenstr. 58
10965 Berlin

daniel.bieber@berlin.de
bieber@iso-institut.de

Berlin, Saarbrücken, den 21.7.2010

Diese Studie/Expertise wurde im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms "Arbeiten - Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt" im Projekt "Internationales Monitoring" (IMO) erstellt. Das Programm wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sowie aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert.

GEFÖRDERT VOM

Inhaltsverzeichnis:

1.	Abstract	3
2.	Der „technologische Determinismus“ – nicht hilfreich zur Erklärung gesellschaftlichen Wandels durch neue Technologien	3
3.	Die Entwicklung des Internets der Dinge	4
4.	Technologie als Trendverstärker von Veränderungen in der Arbeitswelt	12
5.	Neue Anforderungen an Arbeit und Qualifikation der Beschäftigten.....	15
6.	Resümee	19
7.	Literaturverzeichnis.....	21

1. Abstract

Das Internet der Dinge wird zweifellos die Arbeitswelt verändern. Die Frage ist nur: wie und in welchen Zeiträumen. Zwar gibt es eine reichhaltige Literatur zur technischen Ausgestaltung dieser neuen Systemtechnologie, die Arbeitswelt bleibt hier allerdings weitestgehend außen vor.

Der Beitrag diskutiert zunächst klassische Interpretationsmuster zum Verhältnis technologischer und gesellschaftlicher Entwicklung, beschreibt dann die grundlegenden Entwicklungsschritte auf dem Weg zum Internet der Dinge, bevor er zunächst die These der Trendverstärkung (statt der These des technologisch bedingten Strukturbruchs) begründet. Im Anschluss daran wird skizziert, welche Auswirkungen auf die Arbeitswelt bzw. welche Wechselwirkungen hier zu erwarten sind. Im abschließenden Resümee werden grob einige Forschungsfragen skizziert, denen es sich nachzugehen lohnt.

2. Der „technologische Determinismus“ – nicht hilfreich zur Erklärung gesellschaftlichen Wandels durch neue Technologien

Wie wir seit Beginn der sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts wissen, gibt es keine eindeutige Beziehung zwischen einer Technologie und der Organisation der Arbeit. Die exakt gleiche Technik kann mit sehr unterschiedlichen Formen der Arbeitsorganisation einher gehen, sie kann mit sehr verschiedene Arrangements auf den Arbeitsmärkten kompatibel sein, sie ist auch in sehr verschiedene gesamtgesellschaftliche Kontexte einbindbar, in die süditalienische Kathedrale in der Wüste ebenso wie in die seit langem durchindustrialisierten Landschaften des Ruhrgebiets. Die Kritik des technologischen Determinismus hat uns gelehrt, dass die Rede vom Zeitalter der Dampfmaschine, vom Computerzeitalter und von der Internetgesellschaft (oder gar der „Society 2.0“) nur darauf hinweisen, dass diese Technologien eine Rolle spielen. Es ist damit aber noch nicht gesagt, welche. Die Einsatzlogik und die Formen der gesellschaftlichen Nutzung von Technologien hängen von mehr ab als nur von der konkreten Gestalt der Technologien selbst.

Dies ist die eine Seite. Die andere ist, dass es einen großen Unterschied macht, ob für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen bestimmte Technologien zur Verfügung stehen oder

nicht. Computer und Internet haben die Arbeitswelt stark verändert. Und ganz sicher werden die Technologien des Internets der Dinge die Arbeitswelt verändern – ohne dass sich heute schon verbindlich abschätzen ließe, mit welchen Konsequenzen dieser Veränderungsprozess einhergehen wird.

Es stellt sich mithin die Frage, welchen Einfluss die Entwicklung einer neuen Technologie wie die des Internets der Dinge¹ auf die Arbeitswelt haben wird. Die Expertise versucht, diese Frage zu beantworten, indem zunächst die technologischen Grundlagen und der weite Weg zum Internet der Dinge kurz dargestellt werden. Im Anschluss daran werden die für die Arbeitswelt erwartbaren Auswirkungen diskutiert. Die Fragen, die dabei die Argumentation strukturieren, sind die nach der gesellschaftlichen Qualität einer systemischen Technologie, also die Frage nach dem „gesellschaftlichen Input“ der Technologie und die Frage nach dem „gesellschaftlichen output“, insbesondere den möglichen Folgen für das Arbeitsleben.

3. Die Entwicklung des Internets der Dinge

Aussagen über zukünftige gesellschaftliche Entwicklungen folgen oft dem Prinzip, dass zunächst die wissenschaftlich-technische Entwicklung beschrieben bzw. antizipiert wird, um dann darauf aufbauend zu erörtern, wie sich die Gesellschaft, die Arbeitswelt, die Menschen dem anpassen könnten. Aus darstellungstechnischen Gründen folgen wir dieser Argumentationsfigur, nicht ohne bereits hier darauf aufmerksam zu machen, dass wir sie im Grundsatz für verkehrt, zumindest für verkürzt halten. Es sollen deshalb im Folgenden in der gebotenen Kürze einige Entwicklungslinien der Informations- und Kommunikationstechnologien nachgezeichnet werden, die in der Konsequenz auch für das Internet der Dinge – und damit auch für gesellschaftliche Veränderungen Bedeutung erlangen. Dabei wird sich, soviel kann hier schon verraten werden, nicht die übliche, gleichsam deterministische Logik eines Verhältnisses von Technikentwicklung und Gesellschaft wiederfinden lassen. Vielmehr möchte ich ver-

¹ Die Expertise spricht vom Internet der Dinge, wobei hier ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass auch andere Begriffe einen ähnlichen Sachverhalt beschreiben („ubiquitous computing“, „pervasive computing“. So wird von einigen Autoren auch der Begriff der „ambient intelligence“ verwandt. Offenbar hinkt die Forschung hier der Geschwindigkeit hinterher, mit der die Protagonisten der neuen Technologien ihre Vermarktung zu befördern hoffen. Es wird im Folgenden der Begriff des Internets der Dinge verwandt, weil er schärfer als der Begriff der „ambient intelligence“ geeignet scheint, die besondere Qualität der Vernetzung verschiedener Technologien zu betonen. Bei „ambient intelligence“ liegt der Fokus eher auf dem unauffälligen Wirken der Technologie (im Hintergrund) und der optimierten Mensch-Maschine-Schnittstellen (s. auch Taucis 2006).

suchen, das immer wieder feststellbare Wechselspiel zwischen gesellschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Entwicklungen zu beleuchten.

Die Geschichte der Informationstechnik beginnt mit Großrechnern, die fest verdrahteten Logiken folgten und sehr eng definierte Prozesse abzuwickeln hatten. Diese Rechner standen jeweils für sich, sie waren in keinsten Weise mit anderen Rechnern vernetzt. Ein- und Ausgabe von Daten waren extrem aufwendige Prozesse, weil Fehler in der Eingabe erst nach Abschluss der Rechenoperationen deutlich wurden; sie wurden nicht wie heute üblich direkt am Bildschirm angezeigt. Mitte der siebziger Jahre kamen PCs auf den Markt, die einerseits bereits alle wesentlichen Eigenschaften hatten, die wir aktuell kennen (Eingabe über Tastatur und Bildschirm, allerdings andere Bildschirmdarstellung (bernsteinfarbige oder grüne Zeichen auf schwarzem Grund, keine Maus), die allerdings in Bezug auf Nutzerfreundlichkeit und Geschwindigkeit sowie in Bezug auf das zu bewältigende Einsatzspektrum nicht mit den heutigen PCs zu vergleichen sind. Wesentliches Charakteristikum war auch ihre Isolation, ihre Nicht-Vernetztheit. In dieser Hinsicht waren sie wirklich Personale Computer, Kopien der Großrechner für den persönlichen Bedarf.

Die nächste Stufe der Entwicklung, beginnend etwa Ende der achtziger Jahre, markiert die Vernetzung von PCs durch das Internet. Sie dient der Vernetzung von Menschen mit Menschen, vermittelt über – von heute aus betrachtet – sehr archaischen Methoden der Kommunikation, die sich auch auf die Inhalte auswirkten. Bedingt durch geringe Bandbreiten der zur Verfügung stehenden Netze und fehlende Komprimierungstechnologien (etwa mp3), konnten beispielsweise keine Filme oder Musik übertragen werden. Die Kommunikation mit anderen, basierend auf Modems mit 28 KB/s Übertragungsgeschwindigkeit, verlief im Vergleich zu heute (Standard: bis zu 16 MB/s, in Einzelfällen bereits bis zu 50 MB/s) sehr langsam.

Von hier aus war es nur noch ein kleiner Schritt zur Vernetzung von Menschen mit Menschen über das World Wide Web. Die Vernetzung geht hier einen entscheidenden Schritt weiter. Nicht nur vernetzen sich Menschen mit Menschen über ihre Maschinen, sondern sie vernetzen sich auch über Server, also über Maschinen, die die Kommunikation von einem zu vielen ebenso erlauben wie die Kommunikation der vielen untereinander. Zunehmend erobert sich das Web den Raum, der früher noch dem einzelnen Rechner, und damit dem Individuum, vorbehalten war. Das Arbeiten mit Programmen wird ins Netz verlegt („cloud computing“), wesentliche Nutzerinteressen (insbesondere an medialen Inhalten wie Filmen oder Musik) werden über das Netz bedient, das Netz gewinnt zunehmend eine eigene Qualität. Man kann

sagen, dass die Motive der Anschaffung von Computern zunehmend durch ihre Netzqualitäten bestimmt werden: Kann ich den Rechner überall hin mitnehmen? Hat er alle nötigen Schnittstellen etc.? Darüber hinaus verändern sich die Kommunikationsstrukturen durch sog. „soziale Netzwerke“ („web 2.0“) von der Kommunikation „one to one“ oder „one to many“ hin in Richtung „many to many“, wobei die Freiheitsgrade der Nutzer andauernd zunehmen.²

Die Miniaturisierung und Verbilligung der Informationstechnologien (s.u.) geht einher mit ihrem Zusammenwachsen mit den Kommunikationstechniken. Dies wurde zwar schon in den achtziger Jahren immer wieder als eine wesentliche Tendenz behauptet (vgl. etwa Nora/Minc 1979), ist allerdings erst mit der Jahrtausendwende in den Bereich der Alltagstechnologien eingerückt.³ Inzwischen kann man, etwa mit den Mobiltelefonen von Apple oder Google, auch hier eine neue Qualität beobachten. Das Internet selbst wird mobil, es löst sich vom einzelnen PC und einem festen Standort ab. Menschen können von jedem beliebigen Ort aus ins Netz und sind mobil nicht mehr nur telefonisch, sondern auch über Email, soziale Netzwerke („Internet 2.0“, z.B. Facebook) oder Nachrichtenportale („Twitter“) oder noch ganz andere Technologien (etwa die Kombination von GPS mit Mobilfunk, z.B. Foursquare) erreichbar. Sender und Empfänger von Informationen oder Daten sind nicht an feste Orte gebunden, das vernetzte und elektronische Kommunizieren erfordert noch nicht einmal das Einschalten eines Geräts, die Technologien sind „always on“.

Damit haben wir in nicht einmal zwanzig Jahren ein Ausmaß an Vernetzung zwischen Menschen erreicht, von dem vor dreißig Jahren noch niemand wirklich ausgehen konnte.⁴ Parallel zu diesen Entwicklungen vollzog sich aber noch eine weitere, die mit den Stichworten „ubiquitous“ oder „pervasive computing“ beschrieben wird und sich vor allem auf die Kommunikation von Dingen mit Dingen bzw. von Maschinen mit Maschinen bezieht. Dinge des Alltags werden „smart“, es sind Intelligenz und Sensorik in sie integriert, durch Kommunikationstechnik werden sie integrierbar in größere Systemzusammenhänge – sie sind in der Lage, unabhängig von konkreten menschlichen Eingriffen Prozesse zu steuern, zu kontrollieren und in

² Neue Möglichkeiten ergeben sich zusätzlich dann, wenn die Internet vermittelten sozialen Kontakte noch mit Geodaten kombiniert werden, was dann wiederum zu einer Stärkung der realen über die virtuellen sozialen Kontakte führen dürfte.

³ Dabei folgten die Autoren allerdings nicht den Ideen, wie sie etwa zeitgleich mit der mannlosen Fabrik propagiert wurden. Diese mündeten wie bekannt in die berühmten CIM-Ruinen ein. Ironisch mit Bezug auf das Büro: „Das papierlose Büro wird etwa um die gleiche Zeit kommen wie die papierlose Toilette.“ (Amy Wohl, Berater für Büroautomatisierung, zitiert nach Rochester/Gantz 1984:26)

⁴ Liest man beispielsweise das Buch von Stoll (2002) über die „Wüste Internet“, dann staunt man, welche gleichsam mittelalterliche Kommunikationsformen und -inhalte noch seine größte Bewunderung auslösen konnten. Wer nutzt heute noch usenet-Groups?

das System bzw. Systemumfeld direkt einzugreifen. Die entsprechenden IuK-Technologien werden „embedded“, sie müssen nicht unbedingt sichtbar sein und oft wissen wir auch gar nicht mehr, wie viel Steuerungstechnologie sich hinter scheinbar einfachen technischen Systemen verbirgt.

Was nun ist das „Internet der Dinge“ (IoT – Internet of Things)? Es basiert auf der RFID-Technologie, erweitert diese aber um eine aktive, eigenständige Informationsverarbeitung, die Fähigkeit zur Kommunikation mit anderen Dingen und zur eigenständigen, über Netze vermittelten Auslösung von Aktionen. Es ist, wenn man so will, eine durch das Internet vernetzte Welt von Dingen, die – im weiteren Sinne – Mikrosystemtechnik beinhalten.⁵ Dadurch werden alle möglichen Alltagsgegenstände zu sog. „smart objects“, in denen die Fähigkeit steckt, Informationen zu generieren (die sie etwa über Sensoren oder andere „Dinge“ empfangen), diese zu verarbeiten und mit anderen Dingen auszutauschen. Analog dem Internet werden damit Informationen – allerdings unabhängig von menschlichen Eingriffen – universell verfügbar. Damit ist aber zugleich auch die Möglichkeit von Prozessen gegeben, in denen Alltagsgegenstände unabhängig von menschlichen Eingriffen agieren.

Ein RFID-System besteht immer aus drei Elementen, die miteinander verknüpft werden müssen: Transponder, Lesegerät und EDV-System



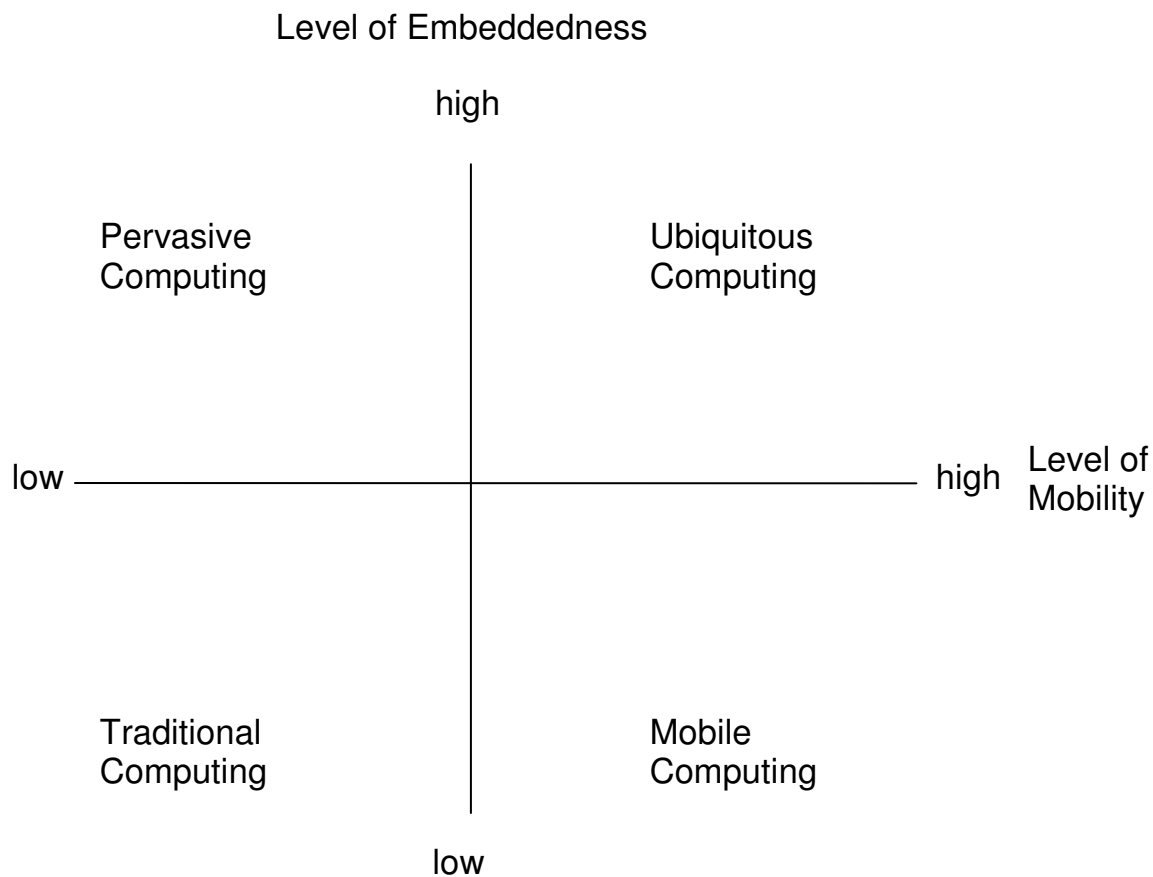
Quelle: BMW / VDI/VDE-IT 2007

Abbildung 1: Komponenten eines RFID-Systems

Auf der technischen Seite verdichtet das Internet der Dinge seit einigen Jahren feststellbare Trends der Technologieentwicklung wie Miniaturisierung und Systemintegration, Konver-

⁵ Als Mikrosystemtechnik (MST) bezeichnet man Dinge, die – in der engeren Definition – über Sensorik, Aktorik und Intelligenz auf einem Chip verfügen. Bekanntes Beispiel ist der Airbag-Sensor, der in Millisekunden über das Auslösen des Airbags entscheiden muss – und dem dabei keine Fehler (überflüssiges Auslösen oder Nicht-Auslösen) unterlaufen dürfen. Das IoT könnte auch als weitere Definition von MST verstanden werden. Hier muss die Intelligenz oder die Aktorik nicht auf dem selben Chip untergebracht sein.

genz, Dezentralisierung, Vernetzung und Selbstorganisation der technischen Systeme. Auf der nicht-technischen Ebene ermöglicht es, seit geraumer Zeit feststellbare Trends wie die horizontale und vertikale Verknüpfung von Wertschöpfungsketten, die Dezentralisierung von Steuerungsfunktionen, die Flexibilisierung von Fertigungssystemen oder die Automatisierung bzw. Informatisierung von Abläufen auf eine neue, qualitativ hochwertigere Stufe zu bringen. Damit ist davon auszugehen, dass das Internet der Dinge auch für die Entwicklung von Industrie- und Dienstleistungsarbeit eine bedeutende Rolle spielen wird – mit Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, die Organisation von Arbeitsprozessen und die Qualifikationsanforderungen an Arbeitskräfte, auf den Datenschutz und die Privacy-Thematik sowie auf die ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit.



Quelle: Taucis 2006

Abbildung 2: Verwandte Begriffe in der Betrachtung des Internets der Dinge

Zwar werden auch beim Internet der Dinge sowohl die Regeln der Kommunikation als auch die Auslösepunkte für Aktionen durch den Menschen vorgegeben und als Hard- und Software

in die Dinge bzw. Systeme integriert. Es ist jedoch ein entscheidender Unterschied auszumachen: Sind die Regeln einmal festgelegt, verlaufen die Kommunikation zwischen den „smart things“ und die dadurch ausgelösten Aktionen selbst im Zweifel ohne jeden weiteren menschlichen Eingriff. Die einzige Möglichkeit, die bleibt, ist die Regeln zu ändern, was nicht ohne einen gewissen Aufwand vonstatten gehen dürfte oder die Systeme einfach abzuschalten, was den Verzicht auf die durch das Internet der Dinge ermöglichten Dienste bedeuten würde. Immerhin aber macht das IoT es möglich, im Bedarfsfall von jedem Ort zu jeder Zeit die Systeme und Prozesse neu zu gestalten und auf besondere Bedarfe hin zu optimieren. Die technisch vermittelte Integration von realer und virtueller Welt erlaubt neue Formen der Segregation, der Trennung von realer und virtueller Welt, von Planung und Steuerung einerseits und Ausführung andererseits. Festzuhalten ist, dass die IoT-Technologien insofern eine neue Qualität der IuK-Technologien darstellen, weil sie es ermöglichen, zu jeder Zeit, an jedem Ort jedes mögliche Ding miteinander elektronisch in Beziehung zu setzen.

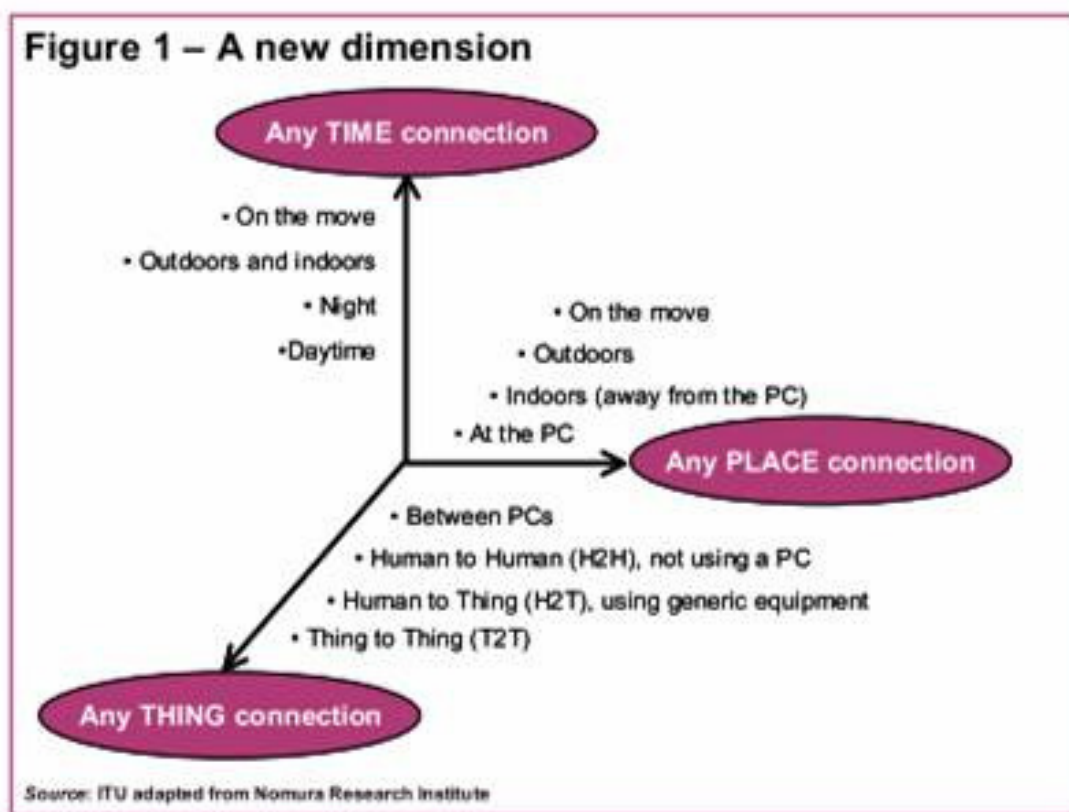


Abbildung 3: Neue Dimensionen des Internets der Dinge

Inbesondere in den Anwendungsfeldern „Mobilität“, „Produktion / Fertigungsplanung“, „RFID / Logistik“ oder „Ambient Assisted Living / Healthcare“ dürften die IoT-Technologien

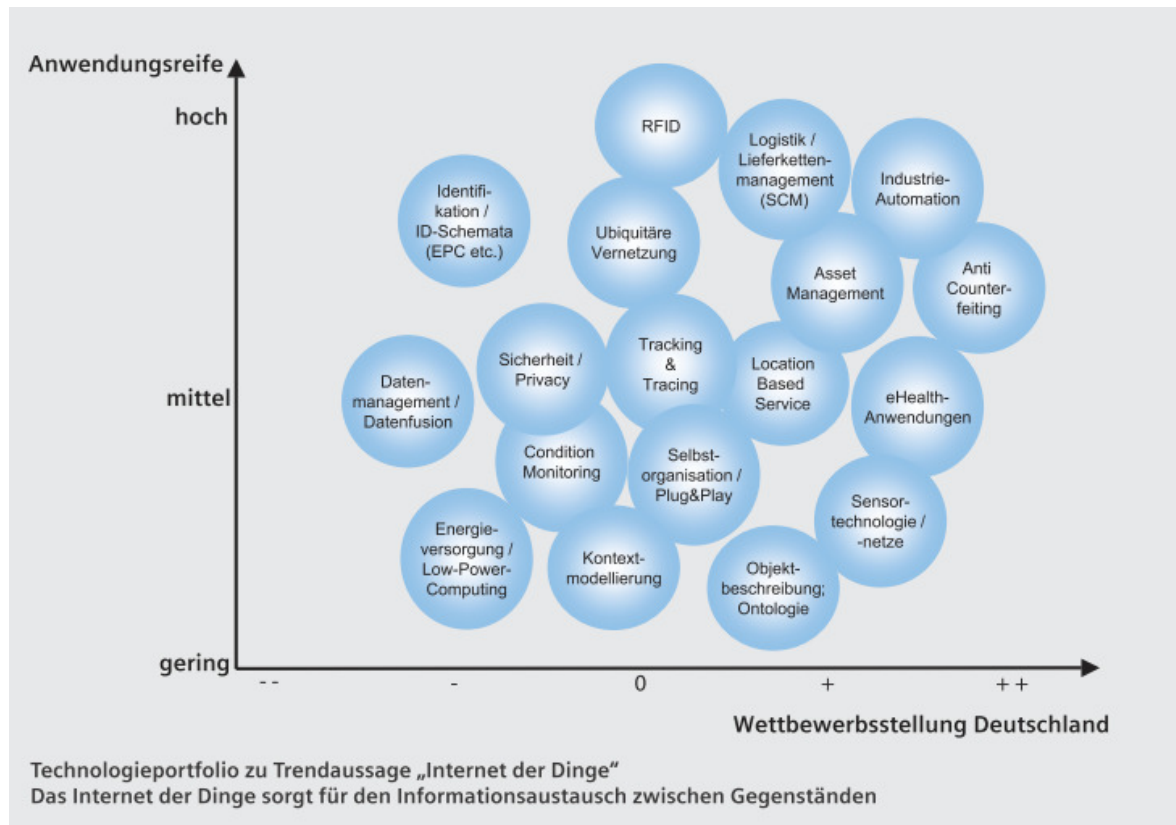
zunächst in die Gesellschaft Eingang finden. Damit ist auch bereits angedeutet, dass das IoT immer zwei „Welten“ adressiert, nämlich die Alltags- und die Unternehmenswelt. Je nachdem, welches Anwendungsfeld hier stärker im Fokus steht, ergeben sich auch unterschiedliche Bezüge zur privaten Alltagswelt und dementsprechend auch unterschiedliche Gestaltungsoptionen. Wo der Endverbraucher von der Nutzung von IoT-Technologien nichts mitbekommt, wie etwa im Feld der Logistik oder in der Produktion und Fertigungsplanung, ist seine Akzeptanzbereitschaft auch irrelevant – außer er ist direkt im Produktionsprozess davon betroffen. Anders im Bereich AAL, wo der Nutzungsbereitschaft von Endkunden und Dienstleistungsanbietern eine größere Bedeutung zukommt.⁶ Generell ist darauf hinzuweisen, dass alleine die Implementation von neuen IoT-Technologien wie etwa AAL nicht ausreicht, um bedeutende Effekte zu erzielen. Bedeutsam werden sie erst durch ihre Integration in Dienstleistungsprozesse, die dann ggf. zu komplett neuen Dienstleistungsangeboten führen können oder die es erlauben, überkommene Dienstleistungen anders zu organisieren, zwischen mehreren Partnern aufzuteilen und insgesamt bestimmte Funktionen, die für die Gesellschaft (etwa bedingt durch den demografischen Wandel) eine wachsende Bedeutung haben wie die Betreuung, Versorgung und Pflege älterer Menschen, zu rationalisieren. Durch die Kombination von neuen Technologien und Dienstleistungen entstehen mitunter neue Wertschöpfungsketten – mit Partnern, die aus sehr unterschiedlichen Feldern kommen, nichtsdestotrotz aber über ihre Kooperation neue Angebote ermöglichen, mit ggf. auch völlig neuen Aufgaben und Arbeitszuschnitten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Internet der Dinge eine eindeutige Identifikation von Gegenständen, die Kombination von Sensorik, Intelligenz und Kommunikationsfähigkeit, eine Steuerung der „smart objects“ durch das Internet sowie eine Selbststeuerung und eigenständige Kontrolle der vernetzten Dinge ermöglicht. Derzeit stehen IoT-Technologien vor allem im Bereich Logistik und AAL vor der Durchsetzung, sie werden also sowohl im Bereich der produktionsnahen Dienstleistungen wie auch im Bereich personenbezogener Dienstleistungen eine Rolle spielen. In beiden Bereichen werden die neuen IoT-Technologien in übergreifende Zusammenhänge und (nicht-technische) Systeme eingebettet werden, was diese vielleicht nicht grundlegend ändern, zumindest aber doch zu Veränderungen führen

⁶ Hier muss zwischen Endkunden und Anbietern von Dienstleistungen differenziert werden, weil im Bereich e-Health und AAL vielfach die Endkunden gar nicht diejenigen sind, die IoT-Technologien direkt bei den Herstellern ordern. Vielmehr sind es oft Unternehmen der Dienstleistungswirtschaft (etwa der ambulanten oder stationären Altenpflege), die technologiegestützte Dienstleistungen in ihr Angebotsportfolio übernehmen (www.dienstleistungundtechnik.de).

kann. Wie diese Veränderungen im Einzelnen ausfallen, ist durchaus durch gesellschaftliche Akteure zu beeinflussen und gestaltbar (Botthof/Bovenschulte 2009).

Über eine Einschätzung zur Anwendungsreife und zur Wettbewerbsstellung Deutschlands in diesem Feld informiert das nachfolgende Schaubild:



Quelle: Feldafinger Kreis 2008

Abbildung 4: Stand der Technologieentwicklung und Wettbewerbsposition Deutschlands im Bereich Internet der Dinge

Damit sollte allerdings nicht dem Missverständnis Vorschub geleistet werden, die technologische Entwicklung und die Anwendungsreife per se sagen etwas aus über die Durchsetzungschancen dieser Technologien in Markt und Gesellschaft. Es kommt hier auch – und in vielen Fällen entscheidend – auf die nicht-technischen Innovationsfaktoren an, etwa die Akzeptanz der Beschäftigten und Betroffenen.

4. Technologie als Trendverstärker von Veränderungen in der Arbeitswelt

Studien, die sich explizit mit der Frage des Einflusses neuer IoT-Technologien auf die Arbeitswelt beschäftigen, sind rar (Deutscher Bundestag 2008: 122, 132). Erste Hinweise, welche Auswirkungen durch das Internet der Dinge absehbar zu erwarten sein dürften, haben – jeweils unterstützt durch VDI/VDE-IT – das Wirtschaftsministerium (BMWT 2009) und der DGB (Botthof/Bovenshulte 2009) gegeben. Beide Untersuchungen gehen davon aus, dass die derzeit schon zu beobachtenden Tendenzen einer zunehmenden Marktsteuerung sämtlicher Wertschöpfungsprozesse, einer technologieunterstützten weiteren Rationalisierung der inner- und überbetrieblichen Logistik, einer Verstärkung unternehmensübergreifender Arbeitsteilung („outsourcing“) sowie Veränderungen der Arbeitsorganisation zu erwarten sind, und zwar in unterschiedlichen Branchen (etwa Logistik oder Pflege) mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Darüber hinaus gehen die meisten Experten davon aus, dass die Einführung von Technologien des IoT zwar deutliche Auswirkungen haben wird, dass sich diese aber eher schleichend vollziehen und nicht zu einem technologisch bedingten Paradigmenwechsel der industriellen Produktion oder der Gestaltung von Dienstleistungsarbeit führen werden. Eine weitere Gemeinsamkeit aller vorliegenden Analysen und Prognosen bezüglich der Veränderungen in der Arbeitswelt durch das Internet der Dinge ist, dass zunächst RFID die zentrale Rolle spielen wird, also die Möglichkeit, Dinge eindeutig zu identifizieren und bestimmte, immer wiederkehrende Tätigkeiten zu rationalisieren oder automatisieren (z.B. Inventuren oder Wareneingangs- oder -ausgangskontrollen).

RFID-gestützte Erfassung von Abläufen ermöglicht die Integration unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen und Produktionsphasen durch die Vermeidung von Medienbrüchen bzw. durch das Wegfallen der Notwendigkeit, immer wieder neu durch Menschen Zustandsveränderungen erfassen zu lassen. Es geht um die Schließung der Lücke zwischen realer und virtueller Welt (Fleisch, Christ, Dierkes 2005, S. 3ff.) bzw. die Integration der physischen in die digitale Welt: Ohne jeden Zeitverzug und ohne weiteres menschliches Zutun lassen sich die realen Prozesse auch informationstechnisch abbilden, was zum einen bedeutende Kosteneinsparungen ermöglicht, zum anderen aber auch die Steuerungsfähigkeit und damit die Flexibilisierungsmöglichkeiten industrieller Abläufe fördert. Damit lassen sich Prozesse zentral oder dezentral, in jedem Fall aber basierend auf einer Maschine-Maschine-Kommunikation steuern, d.h. dass nach Definition bestimmter Kriterien die Steuerung von Arbeitsprozessen ohne weiteren menschlichen Eingriff erfolgen kann oder aber die menschlichen Entscheidungen technologieunterstützt auf Basis vollständiger und ohne Zeitverzug erhobener Informationen

erfolgen können. Dies ist, folgt man den Einschätzungen der einschlägigen Literatur, insbesondere im Bereich der Instandhaltung und der Maschinen- und Prozesssteuerung zu erwarten, und dort vor allem, wenn es um weitreichende Dokumentationspflichten geht, etwa bei der Flugzeugwartung oder in anderen sicherheitskritischen Bereichen (Strassner/Lampe/Leutbecher 2005).

Unter den einschlägigen Experten ist man sich auch darüber einig, dass auf Basis von IuK-Technologien entstandene Managementkonzepte wie Efficient Resource Planning (ERP) oder Efficient Consumer Response (ECR) erst dann umfassend (und mit der nötigen Stabilität und Sicherheit) einzusetzen sein werden, wenn die Technologie des Internets der Dinge entlang der Prozesskette vollständig und bruchlos zum Einsatz kommt. So kann etwa in der Kooperation zwischen Lebensmitteleinzelhandel und Industrie die Versorgung der Kunden mit Waren zuverlässiger organisiert werden, wenn man in „real time“ Informationen über die realen Abverkaufsdaten hat und die derzeit immer wieder auftretenden „out of stock-Situationen“ durch rechtzeitige Versorgung der Läden bzw. das Anstoßen von Produktionsprozessen vermieden werden können. Allerdings ist festzuhalten, dass hier nicht nur verschiedene Fragen des Datenschutzes tangiert sind (Thiesse 2005), sondern vor allem die beteiligten Unternehmen sich über die Verteilung der Investitionskosten einig werden müssen – und über die Verteilung der aus einer besseren Versorgung der Kunden und einer optimierten Logistik resultierenden Gewinne (Friedewald et al. 2010, S. 138). Die Herausforderungen, die mit der Einführung von IoT-Technologien zu bewältigen sind, sind also nicht nur technischer, sondern auch sozialer Natur: Man muss sich über unterschiedliche bzw. gegensätzliche Interessen in der gesamten Wertschöpfungskette hinwegsetzen. Man muss etwas geben, um etwas zu bekommen. Die in antagonistischen Kooperationsbeziehungen wirkende Logik von Nullsummenspielen muss überwunden werden, will man über mehrere Wertschöpfungsstufen hinweg Rationalisierungspotenziale heben (Bieber/Rumpel 2004).

Es ist davon auszugehen, dass die mit den Technologien des Internets der Dinge sich ergebenden Möglichkeiten einer Steigerung von Zuverlässigkeit, Flexibilität und Steuerungssicherheit nicht zu einem einheitlichen Rationalisierungsmuster führen werden. Vielmehr ist zu erwarten, dass sich auf der einen Seite, entgegen den derzeit vorherrschenden Trends einer zunehmenden Zentralisierung von Entscheidungskompetenzen, eine Möglichkeit zur Dezentralisierung von Entscheidungen ergeben wird. Hier würden Entscheidungen dann direkt vor Ort (etwa in einer Produktionshalle) getroffen werden können, weil die Voraussetzungen und die möglichen Folgewirkungen aufgrund der Zuverlässigkeit und der Vollständigkeit der In-

formationen auch für die vorausgehenden und die nachfolgenden Prozessschritte bedacht werden können – sogar über Betriebs- und Unternehmensgrenzen hinweg. Zum anderen läßt sich natürlich auch eine weitergehende Zentralisierung von Entscheidungskompetenzen mit den neuen IoT-Technologien durchsetzen, weil man von der Produktion bis zum Point of Sale alle einzelnen Teilschritte des Wertschöpfungsprozesses überblickt und entsprechend von einer zentralen Stelle aus den gesamten Ablauf steuern kann. Hier erweist sich erneut, dass es nicht die Technologien sind, die eine bestimmte Ablauf- oder Aufbauorganisation zwingend nach sich ziehen. Vielmehr zeigt sich, dass mit derselben Technologie – in Abhängigkeit von Managementstrategien – unterschiedliche Lösungen möglich sind. Für die Technologien des IoT allerdings ist charakteristisch, dass sie den Freiheitsgrad in Bezug auf zu wählende Managementstrategien beträchtlich erweitern. Organisatorische Vorkehrungen etwa zur Sicherstellung bestimmter Informationsstände werden verzichtbar, stattdessen kann sich das Management auf die wirklich relevanten Fragen konzentrieren und dabei, sogar über Betriebs- und Unternehmensgrenzen hinweg, ein Gesamtoptimum anstreben, das den Verteilungsspielraum für das eigene Unternehmen oder die eigene Organisationseinheit erweitert.

Das gilt auch für die Ebene der Arbeitsorganisation. Mit den Technologien des Internets der Dinge sind sowohl weitere Verschärfungen tayloristischer oder neo-tayloristischer Strategien der Arbeitsorganisation möglich, die zu einer weitergehenden Trennung von Hand- und Kopfarbeit oder zu einer weiteren Zentralisierung von Entscheidungskompetenzen führen. Es kann aber auch umgekehrt zu einer weitgehenden Dezentralisierung von Entscheidungspotenzialen kommen. Zwei Beispiele mögen das verdeutlichen: Bestellt wird, was in einer Filiale nachweislich gute Abverkaufszahlen generiert. Oder in der Produktion entscheiden die Arbeitskräfte vor Ort, in welcher Reihenfolge und mit welcher Priorität gefertigt wird. Bezogen auf die Steuerung von Prozessen lässt sich demnach festhalten, dass mit dem Internet der Dinge die Hierarchie des Wissens bzw. die Verfügung über Informationen sich der Möglichkeit nach von der Logik des Nullsummenspiels verabschiedet: Rein technisch gibt es keinen Grund mehr (etwa Medienbrüche und Zeitverzögerungen bei der Abbildung der realen Welt in der digitalen Welt), nicht jedem am Prozess Beteiligten alle Informationen zur Verfügung zu stellen. Wenn nun aber durch die Integration der realen in die virtuelle Welt alle Funktionsträger in der Wertschöpfungskette über alle Informationen verfügen können, weil dies ohne Mehraufwand möglich wird, dann stellt sich die Frage nach den Gründen für wie auch immer begründete Informationszurückhaltung auf einem neuen Niveau. Hierarchische, durch Abteilungs- oder Funktionsegoismen oder aber durch Eigentum begründete Strategien einer Infor-

mationszurückhaltung gegenüber anderen verlieren an Legitimation. Technisch lässt sich derlei jedenfalls nicht mehr begründen.

5. Neue Anforderungen an Arbeit und Qualifikation der Beschäftigten

Es ist höchst wahrscheinlich, dass die technisch-organisatorischen Veränderungen, die mit dem Internet der Dinge möglich werden, auch zu Veränderungen der Arbeitsorganisation auf der „shop floor-Ebene“, der Arbeitssituation oder der Qualifikationsanforderungen an die verschiedenen Mitarbeiter in der Wertschöpfungskette führen werden. Es gibt zu diesen Fragen allerdings noch weniger Studien als zu den technischen Veränderungen selbst. Wenn etwa Fleisch, Christ, Dierkes (2005) über die betriebswirtschaftliche Vision des Internets der Dinge schreiben, dann heißt es bezogen auf die Mitarbeiter: „IT ermöglichte erstmals die Anwendung neuer Methoden, wie z.B. Produktions- und Finanzplanung, durch die Geschäftsprozesse neu gestaltet und Mitarbeiter mit neuen Herausforderungen konfrontiert wurden (S. 5). Dies schreiben die Autoren mit Blick auf die erste Phase einer informationstechnisch gestützten Integration unterschiedlicher Funktionen im Unternehmen. Sobald ganze Funktionsbereiche in Unternehmen informationstechnisch durchdrungen werden, wird die Effizienz ganzer Abteilungen gesteigert (zweite Phase der betrieblichen Informationsverarbeitung). Nach Phase 3 (Einführung von ERP in einem Unternehmen) und Phase 4 (Electronic Data Interchange (EDI) zwischen Unternehmen) ist die Phase 5 diejenige, die durch das Internet der Dinge möglich wird – und die durch eine Steuerung aller Prozesse charakterisiert ist, die ihren Ausgangspunkt beim Kunden nimmt und über komplette Wertschöpfungsketten alle relevanten Informationen für alle Teilnehmer des Prozesses bereit stellt. Hier ist dann echtes „Echtzeitmanagement“ möglich, weil es keine Medienbrüche mehr gibt und damit geschlossene, nach Vorstellung der Autoren durchaus automatisierbare, digitale Managementregelkreise möglich werden (Fleisch, Christ, Dierkes 2005, S. 11).

Dies betrifft zunächst die Ebene der Steuerung von Prozessen, das Feld des Managements. Doch wo ist zuerst mit Veränderungen zu rechnen, die bis auf die Ebene der unmittelbaren Arbeit durchschlagen? Man kann davon ausgehen, dass das Internet der Dinge vor allem in den Bereichen Logistik, Handel, industrieller Produktion, Materialwirtschaft (Friedewald et al. 2010) und Qualitätssicherung/Wartung (Strassner/Lampe/Leutbecher 2005) sowie im Gesundheitswesen zum Einsatz kommen wird. Eine prominente Rolle wird es auch bei Anstrengungen zur Einführung von Technologien und Dienstleistungen im Bereich des sog. „ambient

assisted living“ (AAL) spielen. Dabei geht es vor allem um die Kombination von RFID- und Mikrosystemtechnologien einerseits und innovativen Dienstleistungen andererseits, um älteren Menschen ein eigenständiges Leben in der gewohnten Umwelt möglich zu machen.⁷

Für die eher industriell geprägten Bereiche der Logistik, der industriellen Produktion und Materialwirtschaft sowie im Gesundheitswesen lassen sich – verallgemeinernd – Tendenzen festhalten, die einerseits aus der derzeit laufenden Rationalisierung dieser Bereiche resultieren und im Grunde nur eine Fortschreibung derjenigen Strategien sind, die sich seit einigen Jahren beobachten lassen. Zum anderen ist aber festzuhalten, dass die Technologien des Internets der Dinge hier weitere Entwicklungen möglich und wahrscheinlich machen, die als Trendverschärfung oder zumindest als Trendverstärkung dieser Entwicklungen begriffen werden können (Friedewald et al. 2010: 133). Insbesondere im Dienstleistungsbereich der inner- und überbetrieblichen Logistik lassen sich seit Jahren Taylorisierungstendenzen beobachten, die in der industriellen Produktion lange als überwunden angesehen wurden.⁸ Es ist davon auszugehen, dass sich diese verschärfen werden, wobei sich die Qualifikationsanforderungen in unterschiedliche Richtungen – man kann hier durchaus von Polarisierung sprechen – entwickeln werden. Einfache Tätigkeiten wie die Wareneingangs- oder -ausgangskontrolle in Lagern werden sich noch weiter vereinfachen lassen. Statt mühsam alle auf einer Palette oder in einem LKW angelieferten Waren zu zählen oder alle entsprechenden Barcodes zu erfassen, müssen diese nur noch durch ein „gate“ geschoben werden und der Zählvorgang erfolgt automatisch. Ein Großteil der hier tätigen Menschen wird also einen Prozess der weiteren Dequalifizierung durchlaufen. Ein kleinerer Teil allerdings wird sich intensiv mit den neuen Technologien befassen müssen und entsprechend gut qualifiziert sein. Es sind auch die durch IoT-Technologien möglichen Weiterungen der Managementperspektiven, die es wahrscheinlich machen, dass dezentral mehr und bessere Entscheidungen – mit Wirkung auch für andere Betriebsteile oder Unternehmen – getroffen werden können. Damit steigen in diesem Bereich nicht nur die Anforderungen an die kognitiven Fähigkeiten der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, sondern auch an ihre soziale Kompetenzen. Es muss bei einer Entscheidung, die den eigenen Bereich betrifft, immer auch bedacht werden, wie sie sich auf andere Teile der Wertschöpfungskette auswirken wird, wie auch umgekehrt die Möglichkeiten steigen, bei Entscheidungen anderer zu intervenieren, weil das eigene sowie das Gesamtoptimum vielleicht aus dem Blick gerät.

⁷ Vgl. etwa: www.dienstleistungundtechnik.de, dort auch reichhaltige, weitere Literaturverweise.

⁸ Wir beschäftigen uns hier nur mit dem Bereich „unmittelbarer“ Arbeit, nicht mit deren Verwaltung in Büros. Zur Veränderung von Büroarbeit durch Pervasive Computing vgl. etwa die TA-Swiss-Studie von Hilty et al. (2003), S. 85 -94.

Ein weiteres, nicht zu unterschätzendes Element der Auswirkungen von IoT-Technologien auf die Entwicklung der Qualifikationsanforderungen vor allem für die höheren Qualifikationsstufen resultiert aus der in Echtzeit vorliegenden Integration der realen in die informationstechnologisch aufbereitete „virtuelle“ Welt. Damit wird in branchenspezifisch jeweils zu bestimmendem Maße die Trennung von realen und virtuellen Prozessen möglich, insbesondere mit Bezug auf Raum und Zeit. Die Steuerung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen muss nicht mehr unmittelbar vor Ort erfolgen, die verantwortlichen Personen (Meister, Vorarbeiter, Pflegedienstleitungen etc.) können diese Funktionen auch indirekt, etwa von zuhause aus, wahrnehmen. Damit entwickeln sich Tendenzen einer Entgrenzung von Arbeit und Leben weiter, möglicherweise ist die Arbeit „nie zu Ende“ und sie kann überall stattfinden. Damit dies möglich wird, müssen die entsprechenden Fach- und Führungskräfte über eine solide IuK-Kompetenz verfügen, die im Einzelfall weit über das derzeit übliche Maß hinausgehen dürfte. Dies impliziert auch den Umgang mit der absehbaren (Über-) Fülle an Informationen. Die Beschäftigten müssen also über die Fähigkeiten verfügen, die relevanten von den weniger relevanten Informationen zu unterscheiden (Friedewald et al. 2010: 134).

Für die mittleren Qualifikationen sind nach Einschätzung der (wenigen) Experten ambivalente Wirkungen des IoT absehbar. Je nach Branche, Unternehmenskultur und dominanten Rationalisierungsstrategien lassen sich sowohl Höherqualifizierungen wie auch Dequalifizierungsprozesse vermuten. Ein Teil des Beschäftigten wird von den ausgeweiteten Entscheidungs- und Dezentralisierungstendenzen profitieren, ein anderer Teil stärker als in der Vergangenheit Routineprozesse abzuleisten haben. Es zeigt sich hier der starke, letztlich aber nicht determinierende Einfluss der Technologien des Internets der Dinge: Vieles ist möglich, hängt aber in seiner realen Ausgestaltung noch von anderen als den rein technologischen Faktoren ab. Nicht zu Unrecht wird hier immer wieder auf die durch das IoT geschaffenen Gestaltungsspielräume und Verhandlungsnotwendigkeiten abgehoben (Botthof/Bovenshulte 2009).⁹

Wenn Dinge wie auch Menschen mittels IoT-Technologien eindeutig in Zeit und Raum zu identifizieren sind, wenn zudem sich auch die Zustandsänderungen der Dinge oder Arbeitsgegenstände in Echtzeit abbilden lassen, dann geraten die niedriger qualifizierten Beschäftigten in eine Situation, in der sie – allein oder in Verbindung mit Sachen – sehr umfassend und zeitnah kontrolliert und gesteuert werden können. Damit fallen die aus der Arbeitsforschung

⁹ Beispielsweise können durch Scannerkassen und optimierte Logistikprozesse freigesetzte Beschäftigte in der Kundenberatung eingesetzt (e.g. IKEA) oder einfach entlassen werden, wie das für den eher margin-schwachen Lebensmitteleinzelhandel zu erwarten ist.

bekannten informellen Spielräume der Selbstregulation ggf. einem weit reichenden Steuerungsanspruch des Managements zum Opfer. So könnte etwa im Lager die Arbeitsverausgabung durch das IoT sekundengenau gesteuert werden, die derzeit zumindest teilweise noch üblichen Möglichkeiten, die Arbeitsverausgabung über den Tag dem eigenen Leistungsprofil anzupassen, könnten entfallen. Für diese Beschäftigtengruppe dürfte das IoT also zunächst vor allem zu Leistungsverdichtung und inhaltlicher Entleerung der Arbeit beitragen. Die Chancen, sich gegen derartige Impulse zu wehren, dürften angesichts der von vielen Experten eingeschätzten Arbeitsmarktposition der niedrig qualifizierten Beschäftigten eher gering sein (Friedewald et al. 2010: 139).

Schließlich ist auf den Effekt einzugehen, der notwendigerweise aus der vollständigen Integration der realen in die virtuelle Welt resultiert. Wenn durch das IoT die Prozesse insgesamt stabiler, sicherer und störungsfreier verlaufen, so wird ein relevanter Teil des impliziten Wissens der Beschäftigten nicht mehr benötigt; es besteht die Gefahr, dass er verkümmert. Dies ist so lange kein Problem, so lange die Prozesse tatsächlich stabil laufen. Ökonomisch wird aber das Gefahrenpotenzial einzelner, selbst kleiner Fehler im Prozess potenziert, wenn auf das durch die weitgehende informationstechnische Unterstützung tendenziell verschüttete Prozesswissen rekurriert werden muss, das gleichsam die reale Seite der Abläufe adressiert und im Notfall aktualisiert werden muss, wenn die technischen Systeme nicht optimal laufen. Fleisch et al. (2005: 33) nennen dies: „Human-out-of-the-loop-computing“ und bezeichnen damit einen bedeutenden Sekundäreffekt der automatischen Kontrolle von Prozessen und der Schaffung „smarter“ Gegenstände. Für die Forschung stellt sich damit das Problem, wie sichergestellt werden kann, dass das Erfahrungswissen der Beschäftigten, das noch durch keine Technisierung überflüssig gemacht werden konnte, auch dann erhalten werden kann, wenn es durch das IoT erstmals gelingen sollte, „sicheres Prozesswissen“ zu generieren. Es stellt sich ja insbesondere bei den feingranular gesteuerten Prozessen, wie sie durch das IoT ermöglicht werden, die Frage, inwieweit hier das Management des Ungewissen nicht noch eine höhere Bedeutung bekommen wird – da die Gewissheit über die Integration der realen in die virtuelle Welt mit Sicherheit nicht immer und umfassend gewährleistet werden kann. Es stellt sich mithin die Frage, inwieweit der Prozess der Objektivierung von Arbeit tatsächlich so weit getrieben werden kann, wie das seine Protagonisten seit Beginn der Industrialisierung behaupten – oder ob die subjektiven, vermeintlich unsicheren Schätze des Erfahrungswissen nicht auch im Zeitalter des IoT ihre Bedeutung behalten werden (vgl. etwa Böhle/Pfeiffer/Sevsay-Tegethoff 2004 und die Ergebnisse des IMO-Aktionsfelds „Management der Ungewissheit“).

6. Resümee

Es gibt eine Vielzahl an Publikationen zum Thema Internet der Dinge. Auch die Literatur zu den mehr oder weniger synonym gebrauchten Begriffen wie ambient technologies, pervasive computing und anderen ist nahezu unübersehbar – und sie ist in aller Regel von einem großen Optimismus getragen: Was technologisch möglich erscheint, wird entwickelt werden – und es wird auch Eingang in die Gesellschaft finden. Die Forschungen sind demnach vor allem technologisch ausgerichtet, weniger konkret bezogen auf realistische Anwendungsfälle in der betrieblichen Praxis.¹⁰ Dagegen gibt es so gut wie keine Forschungen zum Thema Auswirkungen von RFID, AAL oder IoT auf die Arbeitswelt, insbesondere auf die Sphäre der unmittelbaren Produktion, also der Arbeit in Fabriken oder direkt – im Dienstleistungsbereich – an Kunden oder Klienten. Eine an Zukunftsgestaltung interessierte Arbeitsforschung hätte hier anzusetzen, weniger als Forschung über die absehbaren Wirkungen von Technologien auf das Arbeitsleben, sondern als Forschung, die sich um die Wechselwirkungen von Rationalisierungspfaden, -kulturen und -strategien einerseits, und der Weiterentwicklung bestimmter Technologiepfade andererseits bemüht.

Dies erscheint um so dringlicher, da es sich bei IoT-verstärkten Entwicklungen aller Voraussicht nach um solche handelt, die sich erst sehr schleichend, gleichsam unmerklich und langsam vollziehen, zunächst in einem Bereich starten, um dann nach geraumer Zeit komplette Wertschöpfungsketten abzudecken. Erst wenn es möglich ist, ohne Medienbrüche den Prozess der Produktion bis hin zum Point of Sale abzudecken – und erst, wenn es deshalb möglich ist, vom Point of Sale ausgehend, den gesamten Wertschöpfungsprozess über mehrere Unternehmen hinweg zu monitoren und zu steuern, kommen die Potenziale des Internets der Dinge voll zum Tragen. Es ist demnach davon auszugehen, dass der Prozess der Implementation von Technologien des Internets der Dinge relevante Veränderungen zeitigt, die aber zunächst nicht unmittelbar sichtbar sind.

Die Forschung zu diesen Fragen ist deshalb wichtig, auch wenn sie vor das Problem gestellt wird, dass die Wahrnehmung der mit dem IoT verbundenen Entwicklungen stark abhängig ist von den in der Vergangenheit ausgebildeten Wahrnehmungsmustern, für die wir eine Sprache

¹⁰ Eine Ausnahme bilden die Arbeiten von Mattern, die nicht ganz so naiv und technioptimistisch sind, sondern jeweils vor dem Hintergrund auch enttäuschter Erwartungen an technisch vermittelte Rationalisierungsstrategien argumentieren

haben, die es uns ermöglicht, die Veränderungen kognitiv zu verarbeiten. Das Internet der Dinge trägt aber im Verbund mit neuen Rationalisierungsstrategien dazu bei, dass es grundlegendere Veränderungsprozesse zu antizipieren gilt, für die uns derzeit noch der Zugang fehlt. Wir sind es immer noch gewohnt, in Teilprozessen zu denken und komplette Wertschöpfungsketten bei der Optimierung unseres Verantwortungsbereichs außen vor zu lassen. In der heutigen Vorstellungswelt gilt – insbesondere bei unternehmensübergreifenden Prozessketten – nahezu immer die Logik von Nullsummenspielen: Der Vorteil des einen ist der Nachteil des anderen. Das Internet der Dinge könnte der Punkt sein, ab dem diese Logik für alle Akteure nicht mehr gilt. Der Verteilungskampf um cost und benefit träte ein auf eine historisch neue Stufe: Der Verzicht auf den üblichen Bereichs- oder Unternehmensegoismus könnte auch für die einzelnen Akteure auf dieser Stufe große Optimierungspotenziale generieren. Forschungen zu Veränderungen, die durch das IoT möglich werden, hätten demnach nicht nur die einzelnen Ebenen der Arbeitsverausgabung in den Blick zu nehmen, sondern auch die neuen Formen der Kooperation in und zwischen Unternehmen.

Technologien des Internets der Dinge übertragen gewisse derzeit dem Menschen vorbehaltene Entscheidungen auf die Dinge selbst bzw. auf softwaregestützte Agenten, die nach festen Regeln handeln und gleichsam die Entscheidungsautonomie vom Menschen abziehen. Damit sind sie in hohem Maße auf die Akzeptanz der Beschäftigten und Betroffenen angewiesen. Für Kunden muss beispielsweise – zumindest im europäischen Raum – sichergestellt sein, dass die Dinge nicht nach dem Kauf noch irgendwelche Informationen an andere weitergeben – außer, dies ist ausdrücklich gewünscht, wie im Bereich AAL. Es spricht deshalb einiges dafür, hier frühzeitig einen breiten gesellschaftlichen Diskurs zu organisieren, der die Probleme des Internets der Dinge offen anspricht, um die Betroffenen frühzeitig zu informieren und sie „mitzunehmen“.

Für die Forschung in und zu Unternehmen und speziell für die Arbeitsforschung ergibt sich daraus die Verpflichtung, sie entscheidungsorientiert, interdisziplinär und international, einem Methodenpluralismus folgend, in Interaktion mit relevanten Akteuren und mit einer breiten Systemsicht ausgestattet durchzuführen. Die Komplexität und die Kompliziertheit der Materie lassen lineare Analysen nicht mehr zu. In dem Moment, wo komplette Wertschöpfungsketten durch das IoT abbildbar und steuerbar werden, der Moment, wo das IoT im engeren Wortsinne systemisch wird, ist auch der Moment, der einen wirklichen Qualitätssprung markiert. Dann allerdings stellt sich die Frage, inwiefern sich die (Arbeits-) Welt noch nach dem Motto „Mehr vom Gleichen“ interpretieren lässt oder ob wir es angesichts der Entwicklungen, die

mit dem Internet der Dinge möglich werden, nicht doch mit neuen Ansätzen versuchen müssen. Technisch ist es sicher möglich, das Internet der Dinge in sehr überschaubaren Zeiträumen umfassend einzuführen. Es sind aber vor allem die nicht-technischen Probleme auf dem Weg in eine vom Internet der Dinge geprägte Arbeitswelt, die vermuten lassen, dass bis dahin noch einige Zeit verstreichen wird.

7. Literaturverzeichnis

Bieber, D./Rumpel, B. (2004): Ökonomische Rahmenbedingungen der Kooperation zwischen Industrie und Handel. In: Bieber, D./Jacobsen, H./Naevecke, S./Schick, C./Speer, F. (2004): Innovation der Kooperation. Auf dem Weg zu einem neuen Verhältnis zwischen Industrie und Handel? Berlin: edition sigma.

Bizer, J./Dingel, K./Fabian, B./Günther, O./Hansen, M./Klafft, M./Möller, J./Spiekermann, S. (2006): Technikfolgenabschätzung Ubiquitäres Computing und informationelle Selbstbestimmung. Kiel/Berlin.

Bullinger, H.-J./ten Hompel, M. (Hg.) (2007): *Internet der Dinge*, Berlin: Springer.

Böhle, F./Pfeiffer, S./Sevsay-Tegethoff, N. (2004): *Die Bewältigung des Unplanbaren*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Bothof, A./Bovenschulte, M./Evdokimov, S./Fabian, B./Gabriel, P./Günther, O. und Hartmann, E.A. (2009): *Internet der Dinge - Leitfaden zu technischen, organisatorischen, rechtlichen und sicherheitsrelevanten Aspekten bei der Realisierung neuer RFID-gestützter Prozesse in Wirtschaft und Verwaltung*; Dokumentation Nr. 581 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin.

Bothof, A./Bovenschulte, M. (2009): *Das "Internet der Dinge" - Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags*; Arbeitspapier 176 in der Reihe "Globalisierung und Europäisierung" der Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf.

Deutscher Bundestag (2008): *Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung* (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung. TA-Zukunftsreport: Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit. Veröffentlicht im Internet, URL: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/16/079/1607959.pdf> (21.7.2010)

Feldafinger Kreis (Wolfgang Wahlster / Hartmut Raffler (Hg.) (2008) : *Forschen für die Internet-Gesellschaft: Trends, Technologien, Anwendungen. Trends und Handlungsempfehlungen 2008 des Feldafinger Kreises*, Saarbrücken/München.

Fleisch, E./Mattern, F. (Hrsg.) (2005): *Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

ITU (International Telecommunication Union) (2005): *The Internet of Things*. Genf. Veröffentlicht im Internet, URL: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/> (21.7.2010)

ISTAG (IST Advisory Group) (2001): *Scenarios for Ambient Intelligence 2010*. Final Report. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Seville.

Herzog, O./Schildhauer, Th. (Hrsg.) (2009): *Intelligente Objekte. Technische Gestaltung - wirtschaftliche Verwertung - gesellschaftliche Wirkung*. Veröffentlicht im Internet, URL: <http://www.acatech.de/de/publikationen/berichte-und-dokumentationen/acatech/detail/artikel/intelligente-objekte.html> (21.7.2010).

Hilty, L./Behrendt, S./Binswanger, M./Bruinink, A./Erdmann, L./Fröhlich, J./Köhler, A./Kuster, N./Som, C./Würtenberger, F. (2003): *Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft. Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt*. Studie des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung. Bern. Veröffentlicht im Internet, URL: http://www.izt.de/pdfs/pervasive/Vorsorgeprinzip_Informationsgesellschaft_Pervasive_Computing_Langfassung.pdf (21.7.2010)

Kalmbach, P./Franke, R./Knottenbauer, K./Krämer, H. (2005): *Die Interdependenz von Industrie und Dienstleistungen*. Zur Dynamik eines komplexen Beziehungsgeflechts, Berlin

Lutz, B. (Hg.) (1989): *Technik in Alltag und Arbeit*. Berlin: Edition sigma.

Mattern, F. (2005): *Acht Thesen zur Informatisierung des Alltags*. In: acatech (Hg.): *Computer in der Alltagswelt – Chancen für Deutschland?* Acatech Symposium, 28. Juni 2005, München (acatech), S. 54 - 59.

Mattern, F. (2008): *Allgegenwärtige Datenverarbeitung – Trends, Visionen, Auswirkungen*. In: Rossnagel, A., Sommerlatte, T., Winand, U. (Eds.): *Digitale Visionen – Zur Gestaltung allgegenwärtiger Informationstechnologien.*, S. 3 - 29, Berlin Heidelberg New York: Springer

Mattern, F. (2004): *Allgegenwärtige Informationstechnik – Soziale Folgen und Konsequenzen für die Menschenrechte*. In: Kirchschräger, P./Kirchschräger, Th./Belliger, A./Krieger, D. (Eds.): *Menschenrechte und Terrorismus.*, S. 315 - 335, Bern: Stämpfli Verlag

Mattern, F. (2005): *Die technische Basis für das Internet der Dinge*. In: Fleisch/Mattern, *Das Internet der Dinge - Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*, S. 39 - 66.

Mattern, F. (2004): *Ubiquitous Computing: Schlaue Alltagsgegenstände. Die Vision von der Informatisierung des Alltags*. Veröffentlicht im Internet, URL: www.vs.inf.ethz.ch/res/papers/mattern2004_sev.pdf

Mattern, F. (2002): *Ubiquitous Computing: Szenarien einer informatisierten Welt*. In: Mattern, F.: *Vom Handy zum allgegenwärtigen Computer : ubiquitous computing: Szenarien einer informatisierten Welt / - [Electronic ed.] - Bonn, - 17 S., Text & Image files . - (Analysen der Friedrich-Ebert-Stiftung zur Informationsgesellschaft ; 6) Electronic ed.: Bonn : FES Library,*

Mattern, F./Langheinrich, M. (2007): *Eingebettete, vernetzte und autonom handelnde Computersysteme: Szenarien und Visionen*. Veröffentlicht im Internet, URL: <http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/mattern-taswiss-szenarien.pdf>

Nora, S./ Minc, A. (1979): *Die Informatisierung der Gesellschaft*. Frankfurt/New York: Campus.

Rochester, J.B./Gantz, J. (1984): *Der nackte Computer*. Für Laien und Fachleute, Kritiker und Enthusiasten. Erfinder, Rekorde, Geschichte, Fehler, Anekdoten, Fakten. Köln 1984: Dumont.

Stoll, C. (2002): *Die Wüste Internet. Der lange Weg zur Datenautobahn*. Frankfurt: Fischer Taschenbuchverlag.

Strassner, M./Lampe, L./Leutbecher, U. (2005) : *Werkzeugmanagement in der Flugzeugwartung – Entwicklung eines Demonstrators mit ERP-Anbindung*. In: Fleisch, E./Mattern, F. (2005), S. 261-278.

Kinkel, S./Friedewald, M./Hüsing, B./Lay, G./Lindner, R. (2007): *Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit, Strukturen und Trends der Industriearbeit*, TAB-Arbeitsbericht Nr. 113. Berlin. Veröffentlicht im Internet, URL: <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/berichte/ab113.html> (21.7.2010)

Thiesse, F. (2005): *Die Wahrnehmung von RFID als Risiko für die informationelle Selbstbestimmung*. In: Fleisch, E./Mattern, F. (2005) S. 363 - 378.