

Botthof, Alfons (Ed.); Bovenschulte, Marc (Ed.)

**Working Paper**

## Das "Internet der Dinge": Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags. Erläuterungen einer neuen Basistechnologie

Arbeitspapier, No. 176

**Provided in Cooperation with:**

The Hans Böckler Foundation

*Suggested Citation:* Botthof, Alfons (Ed.); Bovenschulte, Marc (Ed.) (2009) : Das "Internet der Dinge": Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags. Erläuterungen einer neuen Basistechnologie, Arbeitspapier, No. 176, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/116636>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Arbeitspapier **176**

Alfons Botthof | Marc Bovenschulte (Hrsg.)

**Das „Internet der Dinge“**  
**Die Informatisierung**  
**der Arbeitswelt und des Alltags**



**Arbeitspapier 176**

# **Das „Internet der Dinge“ – die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags**

**Erläuterungen einer neuen Basistechnologie**

*Alfons Botthof | Marc Bovenschulte (Hrsg.)*

**Botthof, Alfons**, Stellvertretender Leiter des Bereichs Gesellschaft und Wirtschaft in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Arbeitsschwerpunkte: angewandte Innovationsforschung Politikberatung zu Hochtechnologiefeldern. Verschiedene Projekte im Themenfeld Internet der Dinge. Mitglied im Dialogkreis RFID der Bundesregierung.

**Bovenschulte, Marc, Dr.**, Mitarbeiter der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH mit den Schwerpunkten Innovations- und Technikanalyse und Foresight. Verschiedene Projekte zu RFID/Internet der Dinge für Bundesministerien und die EU.

**Domröse, Wolfgang, Dr.**, Mitarbeiter der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH mit den Schwerpunkten Evaluierung von Forschungsprogrammen und Bildungsprogrammen. Studien zur technologischen Entwicklung. Veröffentlichungen aus dem Bereich der metallurgischen Verfahrenstechnik.

**Gaßner, Katrin, Dr.**, Mitarbeiterin der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH mit den Schwerpunkten Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnologien und Mikrosystemtechnik. Langjährige Erfahrungen und Veröffentlichungen im Bereich RFID in der Logistik.

**Hartmann, Ernst Andreas, Dr.**, Leiter des Bereichs Gesellschaft und Wirtschaft der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Arbeitsschwerpunkte sind u. a. die Arbeitsorganisation und bildungspolitische Aspekte im nationalen Innovationssystem. Zahlreiche Veröffentlichungen und Lehrtätigkeiten zum Thema.

**Wessels, Jan, Dr.**, Mitarbeiter der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH und dort Ansprechpartner der Sektion Evaluation. Veröffentlichungen zur Evaluation von Innovationspolitik und Innovationsakteuren sowie zu Lernprozessen und Kompetenzentwicklung im Innovationssystem.

Die Beiträge wurden für die Fachtagung „Das ‚Internet der Dinge‘ – die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“ der Hans-Böckler-Stiftung in Kooperation mit dem DGB, der IG Metall und ver.di am 3. und 4. Dezember 2008 in Berlin erstellt.

## Impressum

**Herausgeber:** **Hans-Böckler-Stiftung**  
Mitbestimmungs-, Forschungs- und Studienförderungswerk  
des DGB  
Hans-Böckler-Straße 39  
40476 Düsseldorf  
Telefon (02 11) 77 78-198  
Fax (02 11) 77 78-4-198  
E-Mail: [Lothar-Kamp@boeckler.de](mailto:Lothar-Kamp@boeckler.de)

Redaktion: Lothar Kamp, Leiter Abteilung Mitbestimmungsförderung  
Best.-Nr.: 11176  
Produktion: Setzkasten GmbH, Düsseldorf

Düsseldorf, Juli 2009  
€ 12,00

# Vorwort

Die Debatte um die Chancen und Auswirkungen, die sich aus der Einführung von RFID und weiteren Technologien zur Realisierung eines Internet der Dinge ergeben, wird seit ca. drei Jahren intensiv geführt. Zeitgleich mit einem von der Europäischen Kommission initiierten Konsultationsverfahren hat die Bundesregierung anlässlich Ihrer Ratspräsidentschaft im Jahr 2006 einen partizipativ angelegten Diskurs angestoßen, um technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte rund um das Thema Internet der Dinge eingehend zu beleuchten. Die Erkenntnisse und daraus resultierende Empfehlungen fanden ihren Niederschlag in dem in breitem Einvernehmen akzeptierten „Policy Outlook RFID“. Die VDI/VDE-IT hat diesen Prozess im Auftrag des federführenden BMWi moderiert und redaktionell begleitet.

In ähnlicher Weise haben die Kolleginnen und Kollegen der VDI/VDE-IT auch die Hans-Böckler-Stiftung, den DGB und die beiden Einzelgewerkschaften IG Metall und die vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft ver.di darin unterstützt, einen Diskurs über die Vision eines Internet der Dinge zu führen. Die vorbereitenden arbeitnehmerorientierten Input-Papiere für eine Auftakt-Tagung im Dezember 2008 sind Gegenstand der vorliegenden Publikation. Auf diese Weise hoffen wir einen Beitrag zur stärkeren Berücksichtigung der Interessen von Arbeitnehmerinnen und -nehmern in der aktuellen Debatte leisten zu können. Denn trotz des transparenten und alle Stakeholder zur Mitwirkung einladenden Verfahrens haben arbeitnehmerorientierte Gesichtspunkte nur indirekt Eingang in die Debatten auf nationalen und europäischen Plattformen gefunden. Nach unserem Eindruck haben sich die deutschen Gewerkschaften mit der hier dokumentierten Auftaktveranstaltung erstmalig sehr bewusst und intensiv der Frage angenommen, wie sich Arbeitswelten durch das Internet der Dinge verändern werden, welche Arbeitnehmerinteressen berührt werden und in welcher Weise Einfluss auf erwünschte oder auch nicht erwünschte Entwicklungen genommen werden kann und sollte. Neugier auf die Technologieentwicklungen und deren Potenziale auf der einen Seite und erste Erfahrungen mit den Auswirkungen der Einführung von RFID-gestützten betrieblichen Prozessen auf der anderen Seite haben ganz unzweifelhaft dazu beigetragen, das Thema seitens der Gewerkschaften systematisch aufzugreifen.

Es ist den Mitwirkenden an der Auftakt-Tagung zu danken, dass die Bewertung des Paradigmas Internet der Dinge durch diesen spezifischen Blickwinkel von Beteiligten und Betroffenen eine wertvolle Erweiterung erfahren hat. Jeder Ansatz, die begonnene Auseinandersetzung inhaltlich und methodisch fortzuführen und zu vertiefen, ist daher zu begrüßen! Auf diese Weise werden die Sozialpartner in die Lage versetzt, den technologischen Wandel in der Arbeitswelt, den das Internet der Dinge mit sich bringt, verantwortungsvoll mit zu gestalten. Eine solche Auseinandersetzung, die weder von Hype noch von Hysterie bestimmt ist, ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass das Internet der Dinge sein Potenzial nicht nur technologisch voll ausspielt, sondern auch Fragen der Arbeitswelt, der Qualität von Arbeit und umfassender gesellschaftlicher Entwicklungen berücksichtigt.

Berlin im April 2009

Marc Bovenschulte  
Alfons Botthof



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
----------------	----------

*Alfons Botthof/Marc Bovenschulte/Wolfgang Domröse/  
Katrin Gaßner/Ernst A. Hartmann/Jan Wessels*

<b>1 Das Internet der Dinge – ein Überblick</b>	<b>7</b>
1.1 Motivation	7
1.2 Überblick	7
1.3 Die Relevanz des Internets der Dinge	8
1.4 Das Internet der Dinge als Beispiel für zentrale technologische Entwicklungen	11
1.4.1 Kurzeinführung in die vier Anwendungsfelder	12

*Katrin Gaßner*

<b>2 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „RFID/Logistik“</b>	<b>15</b>
2.1 Zusammenfassung	15
2.2 Ein mögliches Zukunftsbild	16
2.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich RFID/Logistik	18
2.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Logistik	20
2.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen	24
2.5.1 Roadmap	26
2.5.2 Beschreibung von Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt	27
2.6 Literatur und Quellen	28

*Ernst A. Hartmann*

<b>3 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „Produktion – Fertigungsplanung“</b>	<b>31</b>
3.1 Zusammenfassung	31
3.2 Ein mögliches Zukunftsbild	32
3.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich Produktion – Fertigungsplanung	34
3.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Produktion/Fertigungsplanung	38
3.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen	44
3.5.1 Roadmap	44
3.5.2 Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt	48
3.6 Literatur und Quellen	49

*Alfons Botthof und Marc Bovenschulte*

<b>4 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „AAL/Healthcare“</b>	<b>51</b>
4.1 Zusammenfassung	51
4.2 Ein mögliches Zukunftsbild	51
4.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich AAL/Healthcare	53
4.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld AAL/Healthcare	56
4.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen	61
4.5.1 Roadmap	61
4.5.2 Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt	62
4.6 Literatur und Quellen	63

Wolfgang Domröse

<b>5</b>	<b>Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „Mobilität“</b>	<b>65</b>
5.1	Zusammenfassung	65
5.2	Ein mögliches Zukunftsbild	66
5.3	Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich Mobilität	67
5.4	Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Mobilität	69
5.5	Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen	72
5.5.1	Roadmap	72
5.5.2	Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt	73
5.6	Literatur und Quellen	75
<b>6</b>	<b>Reflexionen aus der Tagung „Das ‚Internet der Dinge‘ – Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“</b>	<b>77</b>
	<b>Über die Hans-Böckler-Stiftung</b>	<b>83</b>



# 1 Das Internet der Dinge – ein Überblick

## 1.1 Motivation

Im Internet der Dinge (englisch „Internet of Things“, abgekürzt „IoT“) wird die digitale Vernetzung, die aus dem Internet bekannt ist, auf die reale Welt ausgedehnt. Damit soll es möglich werden, dass beliebige Objekte (Konsumgüter, Kleidung, Werkstücke, Tickets, Haushaltsgeräte, Maschinen, Transport- und Verkehrsmittel, Pflanzen und Tiere, Personen etc.) identifizierbar, lokalisierbar und miteinander korrelierbar sind. Egal, ob in derselben Fabrikhalle oder auf zwei Kontinenten: Informationen über die unterschiedlichsten Gegenstände können miteinander verknüpft, ausgetauscht und verarbeitet werden. Die Dinge können dabei passiv sein, indem sie lediglich ihre Identifizierung ermöglichen oder aber auch selbst Informationen verarbeiten und aktiv auf Änderungen reagieren. Auf diese Weise werden Alltagsgegenstände zu „smart objects“, die miteinander vernetzt sind, auf ihre Umgebung reagieren und mit ihren Nutzern interagieren.

Die Technologien, die das Internet der Dinge ermöglichen, werden maßgeblichen Einfluss auf die Lebens- und Arbeitswelt jedes einzelnen haben. Das Internet der Dinge steht gegenwärtig an der Schwelle vom Reißbrett zur Realität. Wie diese Realität aussieht, ist noch nicht endgültig absehbar und hängt von der konkreten Umsetzung ab – auch im Hinblick auf das Internet der Dinge stellt sich die Frage „Welche Zukunft wollen wir?“ Bei der Beantwortung dieser Frage ergeben sich viele Aspekte, die insbesondere für gewerkschaftliches Handeln eine hohe Relevanz haben:

- Welche Einsatzgebiete und Anwendungsfelder sind für das Internet der Dinge absehbar und realistisch?
- An welchen Stellen schreibt das Internet der Dinge nur bestehende Entwicklungen fort und wo entsteht etwas wirklich Neues? Wo zeichnen sich durchgreifende Innovationen jenseits bestehender Optimierungsprozesse ab?
- Wie verändern sich Geschäftsmodelle und Wertschöpfung?
- Welche Auswirkungen ergeben sich für Arbeitsprozesse, -inhalte und -qualifikationen?
- Welche Auswirkungen sind im Hinblick auf Arbeitsmarkt und Beschäftigung zu erwarten? Können durch geeignete Maßnahmen Arbeitsplätze geschaffen werden?

## 1.2 Überblick

Die Verbreitung und der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien gelten heute als Voraussetzung für eine dynamische wirtschaftliche Entwicklung und für die Zukunftsfähigkeit im globalen Wettbewerb. Gleichzeitig sind die Veränderungsprozesse, die durch die IuK-Technologien ausgelöst, ermöglicht und beschleunigt werden, enorm. Die neuen Technologien wirken sich auf immer weitere Bereiche in Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und im Privatleben aus. Sie nehmen Einfluss auf das gesellschaftliche und individuelle Leben. Die Entwicklungen der Mobiltelefonie und der Internet-Technologie innerhalb der letzten zehn Jahre stehen beispielhaft für das Veränderungspotenzial der IuK-Technologien.

Im Internet der Dinge sollen Informationen zwischen realen „Dingen“ – typischerweise Güter – direkt ausgetauscht werden können. Zum Beispiel sollen sich Postsendungen eigenständig ihren Weg suchen, da sie und die umgebende Netzwerkstruktur „wissen“, wohin sie müssen. Objekte gelangen so auf optimalem Wege an ihr Ziel und können dabei lokalisiert, verfolgt und bei Bedarf beeinflusst werden. Damit solche realen Pakete Anschluss an das Internet der Dinge finden, benötigen sie ebenfalls eine eindeutige digitale Identifizierbarkeit, über die sie individuell adressiert werden können.

Um eine Identifizierung von Waren zu ermöglichen, gibt es seit 20 Jahren den Barcode, der in Form von Strichfolgen Aussagen zu seinem Träger macht. Um die Nachteile des Barcodes zu überwinden (geringe Informations-

dichte, anfällig für Verschmutzung/Zerstörung, direkter Sichtkontakt nötig), wird seit einigen Jahren verstärkt die *Radio Frequency Identification* (RFID) eingesetzt. Mit Hilfe von RFID können heute beispielsweise Güter während ihres Transports verfolgt oder Zugänge zu Betriebsräumen kontrolliert und dokumentiert werden.

Die RFID-Technologie wird als entscheidende Voraussetzung für das Internet der Dinge angesehen, da sie Dinge der realen Welt direkt mit digitalen Prozessen der Kommunikation und Informationsverarbeitung verbindet. Dabei ist das Erkennen individueller Waren (nicht nur Chargen oder Lieferungen), das so genannte *Item-tagging*<sup>1</sup>, eine wesentliche Voraussetzung für das Einbeziehen selbst kleiner Gegenstände in das Internet der Dinge.

Die Information, die gegenwärtige passive RFID-Chips in sich tragen, besteht aus einer mehrstelligen Zahlenfolge, die nach einem bestimmten System/Standard strukturiert ist. Über diese Nummer kann das Produkt, das den Chip trägt, über eine Datenbank mit beliebigen Informationen korreliert werden; etwa Herstellungsland, Mindesthaltbarkeitsdatum oder auch die Anweisung, wie das Stück weiterbearbeitet werden muss. Die Frage, wer die Verwaltung der Daten organisiert und kontrolliert, ist Gegenstand kontroverser Debatten.

Neben dem Ansatz passiver RFID-tags gibt es auch Bestrebungen, RFID-Chips mittels Mikrosystemtechnik und anderer weiter zu entwickeln und ihnen zusätzliche Informationen und Funktionalitäten zu geben. So sind größere Speicherkapazitäten möglich, die umfassendere Informationen ohne eine hinterlegte Datenbank direkt auf dem Chip bereitstellen. Zudem können Speicher nicht nur ausgelesen, sondern auch beschrieben werden. Somit können die Chips neue Informationen speichern, die sie beispielsweise über Sensoren aus der Umwelt aufnehmen oder von anderen Geräten/tags empfangen. Neben der eindeutigen Identifikation bieten solche Chips oder die künftig weiter miniaturisierte Variante der e-Grains – vernetzbare, mobile Kleinstrechner – viele Funktionen, die sie und die damit ausgestatteten Dinge zu „smart objects“ machen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, damit Objekte miteinander kommunizieren und automatisierte Prozesse ausführen zu können. Auf der Grundlage der „smart objects“, die sich kaum wahrnehmbar in Alltagsgegenstände integrieren oder diese selbst „intelligent“ machen, und der „Intelligenz“ (besser: die universelle Verfügbarkeit von Informationen) die im Internet steckt, formiert sich das Internet der Dinge.

### 1.3 Die Relevanz des Internets der Dinge

Das Internet der Dinge zeichnet sich durch einige Charakteristika aus, die in einer Vielzahl von Zusammenhängen und Anwendungsfeldern relevant sind und die weiter unten thematisiert werden. Diese Querschnittsaspekte betreffen in erster Linie die Veränderung der Arbeitswelt und -organisation, die daher besonders relevant sind für eine gewerkschaftliche Auseinandersetzung mit dem Internet der Dinge. Eng damit verbunden ist das Thema Datenschutz und *Privacy*, das sich aus dem Wesen und der Funktionslogik des Internet der Dinge ableitet und das in der gegenwärtigen Diskussion um RFID und IoT-Technologien eine große Rolle spielt. Der vierte Punkt greift das Thema Nachhaltigkeit auf, das insbesondere im Hinblick auf die „globale Vision“ eines Internets der Dinge eine über alle Anwendungsfelder reichende Bedeutung erlangt.

#### Arbeitsplätze

Ein aus Arbeitnehmersicht zentrales Thema wird die Auswirkung des Internet of Things auf die Arbeitsplatzsituation in Deutschland sein. Die Etablierung des IoT in den einzelnen Branchen wird die Arbeitswelt in zweierlei Hinsicht verändern:

- Die absolute Zahl der Arbeitsplätze wird sich, je nach Teilbereich der absehbaren Anwendungen, verringern oder erhöhen.
- Die Anforderungen an Arbeitnehmer werden sich – z.B. in Hinblick auf notwendige Qualifikationen – verändern, Arbeitsplätze werden je nach Anforderungsprofil in unterschiedlichem Ausmaße vom IoT beeinflusst werden.

Eine mit der Etablierung des Internets der Dinge verbundene Hoffnung liegt in der Stärkung deutscher Unternehmen und damit der Sicherung bestehender bzw. der Schaffung neuer Arbeitsplätze. Eine Reihe von Hightech-

<sup>1</sup> vgl. Input-Papier RFID/Logistik.

Branchen wie der Maschinenbau oder die Medizintechnik werden durch innovative Produkte ihre Marktposition ausbauen können, sofern Innovationen in Deutschland ausreichend schnell erfolgreich sind. Andere, gerade in Hinblick auf ihre Arbeitsmarktrelevanz zentrale Branchen wie die Logistik werden sich durch den Technologieeinsatz gegen ausländische Dienstleistungskonkurrenz besser behaupten können.

Insgesamt besteht die Hoffnung, dass auch Branchen, die heute durch Abwanderung in andere Regionen und Arbeitsplatzabbau bedroht bzw. betroffen sind, durch den verstärkten Technologieeinsatz am Standort Deutschland wieder konkurrenzfähig werden. Der Einsatz des IoT im produzierenden Gewerbe können heimischen Unternehmen die notwendigen Standortvorteile verschaffen.

Ein weiterer positiver Effekt dürfte der Plagiatschutz sein, der durch den Einsatz der RFID-Technologie besser abgesichert wird und so hochwertige und/oder wissensintensive Produkte vor Kopien aus Schwellenländern schützt. Auch dies trägt zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit und damit der Arbeitsplätze bei.

Die Arbeitsplatzbilanz des Internets der Dinge wird mit hoher Wahrscheinlichkeit durch Rationalisierungseffekte beeinträchtigt werden, die optimierte Prozesse in unterschiedlichen Branchen erwarten lassen. So werden in zahlreichen Fällen händische Sortiervorgänge wegfallen, und insgesamt wird sich der Automatisierungsgrad insbesondere in der Produktion deutlich steigern lassen. Auch wenn die Bedienung und Wartung dieser automatisierten Prozessschritte zu neuen und sehr anspruchsvollen Arbeitsplätzen führt, werden diese rein quantitativ kaum die wegfallenden „einfachen“ Arbeitsplätze kompensieren können. Mit einer zunehmenden „Intelligenz“ der Prozesse werden auch anspruchsvollere Tätigkeiten zunehmend durch Technik ersetzt werden, sodass auch Facharbeiter zu einer Zielgruppe von Rationalisierungsbestrebungen werden.

In Hinblick auf die Qualität der Arbeit bringt der Einsatz von IoT-Technologien zunächst steigende Qualifikationsanforderungen an die Bedienung der Geräte und Systeme. Einfache Arbeitsplätze werden mit Mensch-Maschine-Schnittstellen versehen, welche die bisherigen Arbeitnehmer vor neue Herausforderungen stellen. In Pilotprojekten zum Einsatz von RFID in der internen Logistik zeigt sich beispielsweise, dass sogenannte Handhelds zur Logistiksteuerung nicht ohne zusätzliche Qualifizierungsanstrengungen eingesetzt werden können. Insgesamt handelt es sich weitgehend um Anpassungsqualifizierungen, die im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung umzusetzen sind. Mittelfristig werden sich aber auch Berufsbilder und damit Erstausbildungen verändern. Das IoT wird stärker in unterschiedlichste Ausbildungsgänge (z.B. der Pflegeberufe) zu integrieren sein.

Das Anforderungsprofil wird sich aber nicht nur in Hinblick auf fachlich-technische Qualifikationsanforderungen verändern. Hochautomatisierte Produktionsprozesse verlangen spezifische Fertigkeiten des Bedienpersonals. Die Leitstände der chemischen Industrie zeigen schon heute, wie belastend die Überwachung von hoch automatisierten Produktionsprozessen sein kann: Im Regelbetrieb bleibt dem Bedien- und Wartungspersonal eine relativ monotone Überwachungstätigkeit, im Ausnahmefall müssen die Arbeitnehmer jedoch sehr schnell und komplex reagieren.

Gegenwärtig ist es noch zu früh, genaue Abschätzungen über die Arbeitsplatzverluste und die Zugewinne, die durch das Internet der Dinge verursacht werden, vorzunehmen. Umso wichtiger ist es, frühzeitig mögliche Entwicklungen aufzugreifen und aus gewerkschaftlicher Sicht Anforderungen an den Einsatz des Internets der Dinge zu formulieren. Ziel muss sein, Innovation auch im Sinne der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu verstehen, zu planen und umzusetzen.

## **Organisationsveränderungen der Arbeit**

Ein zweites Querschnittsthema mit hoher gewerkschaftlicher Relevanz betrifft die Effekte des Internets der Dinge auf die Organisation von Arbeit in einem übergreifenden Sinne. Die Szenarien des Internet der Dinge gehen davon aus, möglichst vielen Gegenständen „Intelligenz zu verleihen“. Diese Intelligenz soll dezentral gelagert sein, gleichzeitig aber zu einem komplexen Ganzen verbunden werden. Für viele Prozesse (z.B. der prozesskettenübergreifenden Logistik, der Produktion) wird eine wirklich zentrale Steuerung erst durch das IoT möglich. Steuerungsentscheidungen können auf einer höheren Ebene getroffen werden, Beschäftigte auf einer unteren Prozessebene verlieren potenziell an Autonomie, die „Intelligenz“ der Technik nimmt Verantwortung und Entscheidungsfreiheit auf der Arbeitsebene.

Gleichzeitig ermöglicht eine „intelligente“ Technik die Dezentralisierung von Prozessen. Telemedizinische Anwendungen führen vermutlich zu einer Stärkung der häuslichen Pflege, die Fernüberwachung und Wartung von Maschinen bietet die Voraussetzung, ortsunabhängig entsprechende Dienstleistungen anzubieten. Diese Dezentralisierungsoptionen führen aber auch zu veränderten Erwartungen an die Dienstleistungsanbieter. Möglich und damit potenziell auch erwartet wird eine 24h Einsatzbereitschaft, die unter Umständen in komplett neuen Beschäftigungsverhältnissen zu verwirklichen ist. Dabei könnte es dazu kommen, dass formal selbstständige Dienstleister in ungesicherten Arbeitsverhältnissen diese Aufgaben übernehmen. Neben der arbeitsrechtlichen Problemstellung verändern sich mit einer Dezentralisierung der Arbeit auch soziale Verhältnisse, die individuelle Eingebundenheit sinkt, soziale Kontakte nehmen ab, und auch innerbetriebliches Engagement sowie die gewerkschaftliche Arbeit werden schwieriger.

## **Privacy und Datenschutz**

Das Problem des Datenschutzes und der Privacy (informationelle Selbstbestimmung) im Internet der Dinge basiert auf der Autonomie und Dichte zahlreicher Prozesse auf der Grundlage vernetzter, intelligenter Systeme. Sehr viele Interaktionen im Internet der Dinge werden vom Menschen nicht bewusst wahrgenommen, so dass beim Nutzer weder eine ausdrückliche Einwilligung in Aktivitäten, noch ein Wissen um mögliche Konsequenzen der jeweiligen Handlung vorausgesetzt werden kann. Es fallen zudem sehr große Datenmengen an, womit eine automatische Sammlung und Auswertung von personenbezogenen oder personenbeziehbaren Daten leicht zu realisieren ist.

Demgegenüber soll die informationelle Selbstbestimmung dem Einzelnen die Kontrolle über seine Daten in unterschiedlichen Situationen gewährleisten. In Hinblick auf personenbezogene Daten ist dabei als Maxime die Datensparsamkeit, die Zweckbindung der Daten und die Transparenz der Datenverarbeitung anzustreben. Das heißt, der Betroffene kann die Speicherung und die Verarbeitung seiner Daten übersehen und hat in sie eingewilligt.

Diese Prinzipien des Datenschutzes stoßen im Internet der Dinge an Grenzen. Allein die zu erwartende Vervielfachung der Datenverarbeitungsvorgänge in vielen Lebensbereichen übersteigt die mögliche Aufmerksamkeit der Nutzer. Zudem sollen Anwendungen des Internet der Dinge im Hintergrund und damit unmerklich den Menschen bei vielen Alltagshandlungen unterstützen. Niemand würde es akzeptieren, täglich tausende Unterrichtungen oder Hinweise bei der Durchführung von Alltagshandlungen zur Kenntnis zu nehmen und gegebenenfalls bestätigen zu müssen.

Ein weiteres Problem, das sich bereits heute bei der Verwendung von RFID abzeichnet, ist der Umstand, dass im Internet der Dinge – ähnlich wie im bestehenden Internet – sehr schnell aus potenziell personenbeziehbaren Daten auch tatsächlich personenbezogene Daten werden. Durch Kombinationsmöglichkeiten lassen sich – ohne dass im Vorhinein absehbar wäre, wann und wie dies geschieht – unter bestimmten Bedingungen aus „Allerweltsdaten“ plötzlich Personen identifizieren/zuordnen und sogar mit Profilen (Kaufverhalten etc.) hinterlegen. Hieraus ergibt sich eine wesentlich größere Herausforderung für den Datenschutz, als beispielsweise für das „Nachverfolgen“ („Tracking & Tracing“) von Arbeitnehmern, die eine RFID-basierte Karte zur Zugangskontrolle mitführen müssen. Entsprechend kommt dem Datenschutz und der Gewährleistung eine enorme Bedeutung zu. Neben speziellen Verhaltensregeln zum Umgang mit den Daten oder Vorschlägen für neue Gesetze sollen insbesondere technische Lösungen den Spagat zwischen kontextbasierter Automatisierung von Prozessen und Privacy ermöglichen. In Frage kommen neben nachträglichen „persönlichen Filtern“ insbesondere integrierte Mechanismen zur Wahrung der informationellen Selbstbestimmung („Privacy Enhancing Technologies“).

Trotz bestehender Risiken in Bezug auf den Datenschutz muss vergewahrt werden, dass der Schwerpunkt der Anwendungen, die heute umgesetzt sind oder pilotiert werden, sich allein auf den Warenstrom beziehen. Im Allgemeinen werden dabei keine Daten verwaltet, die datenschutzrechtlich bedenklich sind, wenngleich Daten wie beispielsweise Abverkaufszahlen für Unternehmen unter Umständen hochbrisant sind. Personenbezogene und personenbeziehbare Daten wie etwa die Kopplung von EC-Kartennummern mit Kaufprofilen sind ohne Zustimmung der Kunden datenschutzrechtlich nicht zulässig. Unter Umständen noch schwieriger stellt sich die Sachlage bei arbeitsrechtlichen Fragen dar, wenn etwa ein RFID-Zugangssystem dazu führt, dass Arbeitnehmer minutenweise in Bezug auf Anwesenheiten in Räumen kontrolliert werden.

## Nachhaltigkeit

Ein weiteres, aus gewerkschaftlicher Sicht wichtiges Thema sind Nachhaltigkeitseffekte von neuen Technologien. Auch hier fällt die Bilanz im Hinblick auf das Internet der Dinge aus heutiger Sicht ambivalent aus und muss im weiteren Implementierungsprozess genau beobachtet werden. Positiv wird sich die grundsätzliche Stoßrichtung einer Prozessoptimierung durch IoT-Technologien auswirken. Eine Reihe von Prozessen gerade im Bereich der Logistik wird reibungsärmer gesteuert werden können. Damit entfallen „unnötige“ Transportprozesse, Ressourceneinsatz und Emissionen können vermindert werden.

Gleichwohl ist das Internet der Dinge selbst ressourcenintensiv. Die Produktion von RFID-Chips beispielweise braucht nicht unerhebliche Rohstoffe und energieintensive Produktionsprozesse. Sollten sich RFID-Chips als Barcode-Ersatz auf Massenprodukten durchsetzen, wäre mit einer erheblichen Belastung zu rechnen, die durch aufwendige Recyclingprozesse noch stärker zum Tragen kämen. Für die weitere Durchdringung des Internets der Dinge in neue Anwendungsbereiche wird eine Ökobilanzierung nachweisen müssen, dass diese Technologien tatsächlich im Sinne der Nachhaltigkeit eingesetzt werden können.

## 1.4 Das Internet der Dinge als Beispiel für zentrale technologische Entwicklungen

Das Internet der Dinge ist eine Metapher für die Universalität von Kommunikationsprozessen, für die Integration von digitalen Daten jeder Art, für die eindeutige Kennzeichnung realer oder virtueller Objekte und für Systemarchitekturen, die den „kommunikativen Klebstoff“ zwischen diesen Komponenten bilden. Gleichzeitig repräsentiert das Internet der Dinge zentrale und wichtige Trends, die auch in anderen wissenschaftlich-technischen Kontexten wie der Nano- oder der Biotechnologie, aber auch für wirtschaftliche- und Organisationsstrukturen prägend sind:

- Miniaturisierung/Systemintegration,
- Konvergenz,
- Dezentralisierung,
- Vernetzung,
- Selbstorganisation.

Diese Trends werden als wichtige Faktoren angesehen, die nicht nur bestehende Entwicklungen logisch fortführen, sondern neue Ansätze und Qualitäten aufzeigen und damit ein Potenzial für Sprunginnovationen und daraus resultierende Umwälzungsprozesse vermuten lassen.

Dementsprechend ist das Internet der Dinge eine ganz reale Entwicklungsperspektive, dessen Umsetzung großen Einfluss auf zahlreiche Lebenssituationen haben wird. Wirtschaftlich betrachtet handelt es sich beim Internet der Dinge über den Zwischenschritt von RFID zunächst um eine Rationalisierungstechnologie, die Prozesse effizienter machen soll. Darüber hinaus werden aber Hoffnungen darin gesetzt, dass auf Basis des Internets der Dinge neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entstehen, die nicht nur für Produktivitätszuwachs und Wertschöpfung, sondern auch für Beschäftigung sorgen. Tatsächlich bleiben Expertinnen und Experten gegenwärtig die Antwort meist schuldig, wie diese Geschäftsmodelle und ihre Auswirkungen denn konkret aussehen könnten. Allerdings hat sich in den Anfangsjahren des World Wide Web auch kaum jemand vorstellen können, dass es einmal Internet-basierte Global Player wie Google, eBay oder Amazon geben würde.

Das Internet der Dinge ist sowohl ein bedeutsames Meta-Thema, als auch eine für zahlreiche Branchen und Unternehmen relevante und konkretisierbare Chance bzw. Herausforderung. Gerade für gewerkschaftliche Arbeit bieten sich vielfältige Bezüge, da das Thema in einzelnen Sektoren (Handel, Logistik, Industrielle Produktion) seinen Ausgangspunkt findet und sich vermutlich sehr rasch in einer prägenden und paradigmatischen technologischen Entwicklung manifestieren wird. Aufgrund bereits bestehender „technologischer Vorläufer“ (die besondere Fähigkeit des Internets der Dinge wird auch und vor allem darin bestehen, existierende Infrastrukturen und „In-sellösungen“ zu erweitern und in ein übergeordnetes Ganzes zu integrieren) und einer hohen Entwicklungs- und

Umsetzungsdynamik lassen sich gegenwärtig vier besonders exponierte Anwendungsbereiche für das Internet der Dinge ausmachen:

- RFID/Logistik,
- Produktion/Fertigungsplanung,
- AAL/Healthcare,
- Mobilität.

Da das Internet der Dinge mittels der Zusammenführung unterschiedlicher Datenquellen zur Generierung personenbezogener Daten oder mittels der Nutzung entsprechender tags auch auf ein „Internet der Menschen“ ausgeweitet werden kann, kommt zudem dem Thema „informationelle Selbstbestimmung/Privacy“ eine große Bedeutung zu.

## 1.4.1 Kurzeinführung in die vier Anwendungsfelder

Die folgenden Übersichten sind Zusammenfassungen wichtiger Aspekte aus den vier ausführlichen Input-Papieren.

### RFID/Logistik

Der Transport von Waren und Gütern bietet zahlreiche Potenziale zur Optimierung durch RFID. Die Technologie wird eingesetzt, um Prozesse effizienter und effektiver zu gestalten. RFID zielt auf eine höhere Dynamik der logistischen Prozesse bei gleichzeitig sichererer und schnellerer Abwicklung des Waren- und Informationsflusses. Die automatische Identifikation durch RFID-tags bietet für Logistik-Dienstleister eine Möglichkeit, um verschiedene Ziele zu erreichen:

- Die örtliche und zeitliche Verfolgung des Warenstroms und der Warenträger („Tracking & Tracing“), um beispielsweise Irrläufer und Fehllieferungen zu vermeiden.
- Die Beobachtung der durchlaufenen Zustände oder Behandlungsweisen mittels Sensorik.
- Die dynamische, pro-aktive oder analytische Prozessoptimierung (z.B. die optimierte Nutzung von Ressourcen, Kosten- und Auslastungsanalysen).
- Die Unterstützung bei der Klärung von Haftungs- bzw. Rechtsfragen (z.B. bei Schäden, Verlusten, Fälschungen).
- Die Automatisierung der Prozesssteuerung (z.B. Vermeidung von Stillständen, Vermeidung von Fehlladungen).
- Die Automatisierung von Warenkontrollen (z.B. Kontrollen in Bezug auf Produktfälschungen)
- Die Automatisierung von Informationsflüssen (z.B. automatisierte Abrechnung; Wegfall manueller Bestandsaufnahme; Reduktion von Daten- bzw. Dokumentationsfehlern).

Angesichts von Outsourcing und der Verlagerung von Tätigkeiten an Zulieferer, verteilter Fertigungsprozesse an unterschiedlichen Standorten, Verringerung von Lagerbeständen durch just in time Produktion etc. kommt einer ausgefeilten und effizienten Logistik eine Schlüsselrolle in modernen Industriestaaten zu; mit der Deutschen Post Worldnet und der Logistiktochter der Deutschen Bahn haben zwei der größten Logistikkonzerne der Welt ihren Sitz in Deutschland.

Logistik-Dienstleister erweitern Schritt für Schritt ihr Aufgabenspektrum, indem sie beispielsweise die Konfektionierung der Waren von den Herstellern übernehmen. Insbesondere bei der individuellen Massenfertigung (siehe Produktion/Fertigungsplanung) bietet sich für Logistik-Dienstleister die Möglichkeit, sowohl produktions- als auch kundennahe Schritte in der Wertschöpfungskette zu übernehmen. Eine wesentliche Grundlage hierfür und für die Konkurrenzfähigkeit der Logistik-Dienstleister besteht in einem stark verbesserten Angebot an Services, die Waren-, Daten- und Informationsflüsse kombinieren. Für diese Services bietet das Internet der Dinge ein umfas-

sendes Werkzeug, das nicht ohne Einfluss auf die Anzahl und Arbeitsinhalte der in der Logistikbranche Tätigen bleiben wird. Während einfache Tätigkeiten durch die Rationalisierungs- und Automatisierungspotenziale wegfallen werden, werden gleichzeitig höhere Anforderungen an die menschliche Arbeit durch eine Ausweitung und Spezialisierung der Aufgaben gestellt. Dabei wird die Logistik Inhalte (und Beschäftigte?) aus der Produktion, der Konsumgüterindustrie und dem Handel übernehmen, die dort teilweise wegfallen werden. Es wird allgemein erwartet, dass der Logistikbereich trotz der Rationalisierungspotenziale des Internets der Dinge im Hinblick auf Umsatz und Beschäftigung wachsen wird.

## **Produktion/Fertigungsplanung**

Nach der Umsetzung des Computer Integrated Manufacturing (CIM) könnte sich gegenwärtig eine zweite Welle der „Digitalisierung der Produktion“ ankündigen. Die erste Etappe wäre die „Digitale Fabrik“, in der alle planungs- und steuerungsrelevanten Daten digital vorliegen: Digitale Produktbeschreibungen, digitale Modelle der Fertigungsanlagen, Maschinen, Werkzeuge etc. Auf dieser Grundlage könnte in einem zweiten Schritt die „Smarte Fabrik“ entstehen. Hier kommen Techniken des Internet der Dinge hinzu, etwa RFID-Chips an allen beweglichen Objekten (Werkstücke, Rohstoffbehälter, Werkzeuge, Vorrichtungen). Die Kombination der Techniken des Internets der Dinge mit den digitalen Fabrik-Modellen erlaubt dann in Echtzeit eine digitale Abbildung des kompletten Produktionsgeschehens: Überwachungs-, Steuerungs- und Planungsfunktionen, die auch zunehmend automatisiert werden können. Ein in der Zukunft denkbare Konzept ist die „selbstorganisierende Fabrik“, deren Teile autonome, intelligente künstliche „Agenten“ sind, die alle Organisationsfunktionen automatisch untereinander regeln und auch eine individuelle Massenproduktion (Losgröße 1) unter Kostengesichtspunkten realistisch erscheinen lassen.

Kurzfristig sind keine besonders starken Effekte des Internets der Dinge auf den Arbeitskräftebedarf zu erwarten. Auch die Auswirkungen auf die Arbeitsinhalte sind – *per Saldo* – zumindest wahrscheinlich nicht negativ. Mittel- und langfristig kann sich die Situation allerdings in beiderlei Hinsicht deutlich anders darstellen, wenn es etwa gelingt, in größerem Umfang Planungs- und Organisationsfunktionen, die heute noch von Menschen wahrgenommen werden, zu automatisieren.

In jedem Fall wird aller Voraussicht nach eine Erfahrung aus der CIM-Debatte auch im Hinblick auf das Internet der Dinge noch Gültigkeit haben: Welche konkreten Auswirkungen für die Beschäftigten auftreten, hängt sehr stark von den jeweils konkret realisierten Organisations- und Technikkonzepten der Betriebe ab. Sowohl hinsichtlich der Technik wie hinsichtlich der Organisation gibt es Alternativen, zwischen denen gewählt werden kann. Notwendig sind konkrete Technik- und Organisationsentwicklungsprojekte, die dazu dienen, die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit von „menschzentrierten“ Betriebs- und Technikmodellen zu demonstrieren.

## **AAL / Healthcare**

Der Einsatz von Technologien des Internets der Dinge schafft eine wichtige Voraussetzung dafür, dass auch der häusliche Bereich in das Gesundheits- und Pflegesystem einbezogen wird. Telematische Home-Monitoring-Systeme, die es ermöglichen, wichtige Körperfunktionen von Patienten in ihrer gewohnten Umgebung zu erfassen, sind hier nur ein erster Schritt. Bereits in naher Zukunft ist damit zu rechnen, dass technische Komponenten, die aus Entwicklungen im Umfeld des „intelligenten Hauses“ stammen, autonome und vernetzte Monitoring- und nutzerzentrierte Assistenz-Systeme ermöglichen. Das Internet der Dinge mit seinen Basistechnologien RFID und der drahtlosen Übertragungstechnik lässt das Szenario „Ambient Assisted Living“ (AAL) absehbar Realität werden. AAL beschreibt die Möglichkeit, dass durch eine technische Infrastruktur in Kombination mit „intelligenten Objekten“ eine Umgebung entsteht, die z.B. Patienten oder alte und gebrechliche Menschen aktiv in ihrem gewohnten Umfeld unterstützt – das technische System soll sie dabei nicht durch eine Vollautomatisierung entmündigen, sondern ihnen situationsabhängig Unterstützung anbieten. Insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der Kostenexplosion im Gesundheitswesen (inkl. Pflege) gewinnt dieses Thema eine wachsende Bedeutung.

Sowohl technisch als auch gesundheitsökonomisch und gesellschaftlich birgt das Thema AAL viele unbeantwortete Fragen. Dazu gehören Aspekte wie Auswirkungen auf die Qualität von Diagnose, Therapie und Pflege ebenso wie Geschäfts- und Kostenmodelle, der Schutz der Privatsphäre, die Veränderung von Berufsbildern und

-qualifikationen etc. Unklar ist auch, ob es eine ausreichende gesellschaftliche Akzeptanz für die Technisierung von Gesundheit und Pflege gibt und wie in Abhängigkeit vom Umgang mit diesen Herausforderungen der Innovationsprozess AAL verlaufen wird.

## **Mobilität**

Die universellen Kommunikationsprozesse der Zukunft werden auf die Mobilität einen sehr großen Einfluss haben, wobei Mobilität in zwei Richtungen zu verstehen ist. Zum einen als die individuelle Mobilität der Menschen in der Arbeits- oder Geschäftswelt sowie im privaten Umfeld. In Zukunft wird es möglich sein, noch schneller, sicherer und ökologisch verantwortbarer jeden Ort auf der Erde erreichen können. Dabei wird das Internet der Dinge mit einem nahezu vollständigen Informationsaustausch von Fahrzeugen untereinander und mit der Umgebung zu einem neuen Verhältnis zwischen privatem und öffentlichem Verkehrsangebot führen.

Zum anderen soll aber auch die Mobilität der Arbeitsprozesse selbst angesprochen werden. Schon heute erlaubt die Kommunikation über das Internet Arbeiten an weit entfernten Orten, die noch vor wenigen Jahren unmöglich gewesen wären. Längst sind in der Arbeitswelt die klassischen Kommunikationswege wie telefonieren, schreiben von Texten und versenden von Dokumenten zusammen gewachsen mit der Folge, dass alle denkbaren Informationen fast ohne zeitliche Verzögerung weltweit ausgetauscht werden. Diese so genannte Konvergenz der elektronischen Medien wird aber auch neue Dienste erlauben (etwa die Fernwartung von Maschinen und Anlagen), die das Maß an persönlicher Mobilität verringern. Es klingt paradox, aber das Internet der Dinge wird die Mobilität erhöhen und gleichzeitig verringern – ähnlich wie schon das existierende Internet. Die intelligente Nutzung dieser neuen Mobilität wird es ermöglichen, Produkte und Dienstleistungen weltweit anzubieten, die den Zukunftsbedürfnissen etwa in Bezug auf Nachhaltigkeit entsprechen und bei denen bis auf weiteres nur eine geringe Konkurrenz aus den ökonomischen Schwellenländern zu erwarten ist.

Ebenso ist zu erwarten, dass diese Entwicklungen zu einer weitgehenden Veränderung des sozialen Lebens inklusive des Arbeitslebens führen werden. So könnte aus der nach wie vor drohenden „digitalen Spaltung“ in absehbarer Zeit auch eine „mobile Spaltung“ der Gesellschaft werden, wenn ein erheblicher Teil der Gesellschaft aus sozioökonomischen Gründen keinen Zugang zur veränderten Mobilität hat.

Aber auch eine neue Aufteilung von Verantwortung zwischen handelnden Menschen und zunehmend „intelligenten“ Maschinen – etwa Assistenzsystemen – wirft bislang ungelöste Fragen auf. Wenn das Internet der Dinge zu so dramatischen Veränderungen des Arbeits- und Privatlebens führt, wie es den Anschein hat, dann müssen auf die sich abzeichnenden Fragen frühzeitig Antworten gegeben werden, um die technologische Entwicklung vorausschauend beeinflussen zu können.



## 2 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „RFID/Logistik“

### 2.1 Zusammenfassung

Der Transport von Waren und Gütern bietet zahlreiche Potenziale zur Optimierung durch RFID. Die Technologie wird eingesetzt, um Prozesse effizienter und effektiver zu gestalten. RFID zielt auf eine höhere Dynamik der logistischen Prozesse bei gleichzeitig sichererer und schnellerer Abwicklung des Waren- und Informationsflusses. Die automatische Identifikation durch RFID-tags bietet für Logistik-Dienstleister eine Möglichkeit, um verschiedene Ziele zu erreichen:

- Die örtliche und zeitliche Verfolgung des Warenstroms und der Warenträger („Tracking & Tracing“), um beispielsweise Irrläufer und Fehllieferungen zu vermeiden.
- Die Beobachtung der durchlaufenen Zustände oder Behandlungsweisen mittels Sensorik.
- Die dynamische, pro-aktive oder analytische Prozessoptimierung (z. B. die optimierte Nutzung von Ressourcen, Kosten- und Auslastungsanalysen).
- Die Unterstützung bei der Klärung von Haftungs- bzw. Rechtsfragen (z.B. bei Schäden, Verlusten, Fälschungen).
- Die Automatisierung der Prozesssteuerung (z.B. Vermeidung von Stillständen, Vermeidung von Fehlladungen).
- Die Automatisierung von Warenkontrollen (z.B. Kontrollen in Bezug auf Produktfälschungen)
- Die Automatisierung von Informationsflüssen (z.B. automatisierte Abrechnung; Wegfall manueller Bestandsaufnahme; Reduktion von Daten- bzw. Dokumentationsfehlern).

Angesichts Outsourcing und der Verlagerung von Tätigkeiten an Zulieferer, verteilter Fertigungsprozesse an unterschiedlichen Standorten, Verringerung von Lagerbeständen durch just in time Produktion etc. kommt einer ausgefeilten und effizienten Logistik eine Schlüsselrolle in modernen Industriestaaten zu. Der RFID-Einsatz wird die Logistik bei dieser Schlüsselrolle unterstützen können, damit aber indirekt zu einer Verstärkung der genannten Veränderungsprozesse (Outsourcing etc.) mit beitragen.

Die Logistik-Dienstleister erweitern Schritt für Schritt ihr Aufgabenspektrum, indem sie beispielsweise die Konfektionierung von den Herstellern übernehmen. Insbesondere bei der individuellen Massenfertigung bietet sich für Logistik-Dienstleister die Möglichkeit, sowohl produktions- als auch kundennahe Schritte in der Wertschöpfungskette zu übernehmen. Eine wesentliche Grundlage hierfür und für die Konkurrenzfähigkeit der Logistik-Dienstleister besteht in einem stark verbesserten Angebot an Services, die Waren-, Daten- und Informationsflüsse kombinieren.

Für diese Services bietet das Internet der Dinge ein umfassendes Werkzeug, das nicht ohne Einfluss auf die Anzahl und Arbeitsinhalte der in der Logistikbranche Tätigen bleiben wird. Während einfache Tätigkeiten durch die Rationalisierungs- und Automatisierungspotenziale wegfallen werden, werden gleichzeitig höhere Anforderungen an die verbleibenden Arbeiten durch eine Ausweitung und Spezialisierung der Aufgaben gestellt. Dabei wird die Logistik Inhalte (und Beschäftigte) aus der Produktion, der Konsumgüterindustrie und dem Handel übernehmen, die dort teilweise wegfallen werden. Es wird allgemein erwartet, dass der Logistikbereich trotz der Rationalisierungspotenziale des Internets der Dinge im Hinblick auf Branchengröße, Umsatz und Beschäftigung wachsen wird.

Mit der Übernahme von weiteren Aufgaben durch Logistikdienstleister wird eine Reorganisation der Wertschöpfungskette einhergehen. Arbeitsschritte, die bislang im Kernbereich z.B. produzierender Unternehmen lagen,

werden an Logistikdienstleister oder Dritte outsourced. Damit „schrumpfen“ die klassischen Konzerne weiter, kleinere Akteure entstehen. Für die Beschäftigten kann diese Veränderung der Wertschöpfungskette negative Auswirkungen auf ihre Arbeitsbedingungen und auf Themen wie Weiterbildung haben. Kleinere Dienstleister unter hohem Kostendruck werden für die neuen Arbeitsverhältnisse unter Umständen schlechtere Bedingungen bieten, als dies für die entsprechenden Arbeitsplätze in den heutigen größeren Unternehmen der Fall ist.

Ein Kernelement des Einsatzes von RFID im Bereich der Logistik betrifft die möglichst lückenlose Lokalisierung und Zuordnung von Waren, Dienstleistungen und Produktionsschritten. Die dabei tätigen Beschäftigten werden potenziell ebenfalls erfasst und lokalisierbar. Damit stellt sich noch dringlicher die Frage nach dem Schutz von Privacy-Rechten.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten verspricht der RFID-Einsatz zunächst eine effizientere Ressourcenplanung und damit zumindest potenziell weniger Verbrauch von Energie und Material. Bei den neu geschaffenen Möglichkeiten der logistischen Steuerung und sinkenden Kosten fragt sich allerdings, ob eine attraktivere Logistik nicht neue logistische Prozesse erst generiert, so wie bessere Straßen zu mehr Verkehr führen.

## 2.2 Ein mögliches Zukunftsbild

Wie sich die Logistik entwickelt, ist noch nicht vollständig abzusehen, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit werden der Automatisierungsgrad und die Verzahnung mit Produktionsprozessen weiter zunehmen. Gleichzeitig wird der Service für die Kunden der Logistikdienstleister verbessert werden. Das nachfolgende Zukunftsbild stellt eine Szenerie im Bereich Logistik für das Jahr 2015 vor. Es basiert in weiten Teilen auf einem Szenario, das Ulrike Zechbauer für Siemens geschrieben hat. Um einen einseitig naiv-positiven Eindruck zu vermeiden, wurden an einigen Stellen kritische Aspekte aufgenommen (der Originaltext ist im Internet zu finden<sup>2</sup>):

Am späten Nachmittag des 15. Oktobers 2015 in einem Versandhaus. Die Geschäftsführerin Susan verlässt ihr Büro und macht sich auf den Weg ins Warenlager. „Nur wer die Prozesse von Grund auf kennt, kann sie verbessern“, ist ihr Motto. Heute möchte sie sich mit Mitarbeitern unterhalten, Lagerluft schnuppern und die Qualität der Logistikkette kontrollieren. Die Zeiten, in denen die Arbeiter über Rückenschmerzen klagten, sind zum Glück vorbei, da nun Roboter die Paletten zusammenstellen, ohne Pause arbeiten und die Paletten auch noch Platz sparender packen, als es die Arbeiter schafften. Logisch, dass man sie hier und heute vergeblich sucht. Für die Kollegen – gemeinsam mit denen von anderen Unternehmen mit ähnlichem Lauf der Dinge – wurde noch eine Beschäftigungsgesellschaft gegründet, aber die meisten hätten lieber ab und an eine Tovalren eingeworfen und dafür ihre Arbeit behalten.

Das Hochregallager funktioniert natürlich ebenfalls vollautomatisch. Auf den verschiedenen Ebenen sausen Roboter auf Schienen von einer Lagerbox zur nächsten und legen die Waren aufs Fließband, das sie direkt zur Verpackungsmaschine oder erst in den Montagebereich transportiert. Heute erwartet der Kunde mehr Produkte nach Maß denn je, vom persönlichen Handydesign bis zum Maßanzug. Auch hinsichtlich der Lieferzeiten ist er verwöhnt und wünscht, dass seine Bestellung spätestens nach drei Tagen bei ihm eintrifft.

Inzwischen kann Susans Unternehmen in Sachen Logistik locker mit dem großen Vorbild Automobilindustrie mithalten. So erreicht ihr Versandhaus eine Liefertreue von über 99 %. Susan blickt auf den großen, neu angeschafften OLED-Flachbildschirm, der den Prozess vom Eingang der Bestellung bis zum Eintreffen der Ware beim Kunden abbildet. „Prima, heute haben wir sogar eine Liefertreue von 99,5 % erzielt“, lobt sie ihre Spezialisten, die zur Kontrolle des Gesamtsystems lebensnotwendig sind und die ohne Drohen zu müssen ihre Gehaltsforderungen durchsetzen können. Susan weiß natürlich, wie sehr sie von diesen Köpfen abhängt, als sie sagt: „Vielleicht kann man auch diese Liefertreue noch steigern und zumindest ein Mal auf 100 % kommen. Schauen wir uns mal eine Lieferung im Detail an.“

<sup>2</sup> <http://networks.siemens.de/telefonanlagen/hipath-de/produkte-loesungen-services/pof-2-03-logistik-szenario.html>

Ein Klick und sie ruft eine am 12. Oktober um 18:45 Uhr eingegangene Bestellung auf: „Spielzeug Roboterhund, dunkelblaues Designerkleid und Haushaltsroboter“. Eine Minute später meldet der Rechner die Verfügbarkeiten. Während der Hund auf Lager war, musste das Kleid bei einem Zulieferer maßgeschneidert werden und traf zwei Tage später ein. Zwar bevorzugen es viele Kunden immer noch, in Modegeschäften herumzustöbern. Doch im Gegensatz zu früher verfügen die Läden nur über ein einziges Ansichtsexemplar in jeder Größe. Wenn das Kleidungsstück gefällt, wird der Kunde optisch vermessen, eine virtuelle Anprobe durchgeführt und das Modell maßgeschneidert. Ziel auch hier: eine Lieferzeit unter drei Tagen.

Versandhäuser im Jahr 2015 besitzen nicht nur riesige Warenlager, sondern übernehmen oft auch die Montage, etwa von Haushaltsrobotern. Es war ein ziemlicher Kampf, bis Susan die Montage dem Hersteller abgeluchst hatte, aber da sie die wichtigsten Leute mit übernommen hat – angesichts der etwas unglücklichen konjunkturellen Lage konnte sie sogar noch eine kleine „Gehaltskorrektur nach unten“ für die tariffremden Neulinge durchsetzen – und sie konnte gleichsam aus dem Stand weitere Teile der gesamten Dienste „aus einer Hand“ anbieten. Das bringt ihr deutliche Wettbewerbsvorteile im Vergleich zum bloßen Sortieren und Verteilen von Waren. In der überprüften Bestellung wählte der Kunde ein Gerät mit Navigationssystem und den Funktionen Staubsaugen und Fensterputzen. Der Rechner fragte die Zulieferer, wann die Roboter-Einzelteile eintreffen würden und berechnete den Endpunkt der Montage: „15. Oktober, 10:13 Uhr“.

„Sehen Sie mal hier bei Station 4. Warum brauchen wir 20 Minuten, um die Ware zu verpacken?“, fragt Susan den Projektleiter. „Und bis Station 5, also bis zum Warenausgang, sind weitere 20 Minuten vergangen. Wieso dauert das so lange?“ Der Projektleiter erklärt geduldig, dass der Lastwagen bis unters Dach beladen worden sei. Die Software-Agenten hätten errechnet, dass es kostengünstiger sei, wenn der LKW mehrere Zielorte ansteuere, auch wenn es etwas länger dauert. Aber die Lohnkosten fallen angesichts Maut und Spritpreisen kaum noch ins Gewicht. Und außerdem sind die Innenstädte mittwochs sowieso für LKW gesperrt. Den optimalen Weg lieferte der Routenplaner. „Bei den vielen Waren dauert es eben länger – das holen wir draußen aber locker wieder auf“. Susan nickt. Sie weiß, dass sich am Warenausgang zwei Schleusen befinden, die jedes Produkt erfassen, das das Lager verlässt oder hereinkommt. Somit lässt sich der Bestand jederzeit abrufen. Möglich machen die Echtzeit-Inventur kleine Funketiketten an den Produkten.

Susan gehörte zu den ersten Geschäftsführern, die vor über zehn Jahren Barcodes durch intelligente Funketiketten ersetzten. Seitdem verzeichnet das Versandhaus einen Lagerschwund von nahezu Null; das Phänomen, das Dinge „vom Lastwagen fallen“, existiert nicht mehr, da über eine Kombination von Waren-Identifikation und persönlicher Zugangskarte jeder Dieb sofort namentlich ausgemacht werden kann. Anfangs protestierte die Belegschaft zwar gegen diese Überwachung und wies auch auf die einschlägigen Paragraphen hin, aber letztendlich zeigte sich auch hier wieder, das Recht haben und Recht bekommen zwei Paar Schuhe sind. Und inzwischen gibt es ja ohnehin fast nur noch Roboter, die wohl kaum etwas klauen.

Mit dem Überwachungssystem lässt sich via Satellit auch die aktuelle Position der LKW feststellen und die Ware lückenlos verfolgen. Vor sieben Jahren wechselte sie dafür von GPS zu GALILEO, da das europäische Satellitensystem die Dienste günstiger anbot – das verantwortliche Industriekonsortium war nach der anfänglichen Kostenexplosion und einem Untersuchungsausschuss dringend auf eine Verbesserung seines Images angewiesen. Ein kurzer Blick auf Station 7, die Zustellung der Waren. Da niemand zu Hause war, deponierte der Fahrer die Pakete in der Home Delivery Box, einer Art großer Briefkasten, der in die Hauswand eingebaut ist. „Sehr gut. Nach kaum 66 Stunden sind der Roboterhund, das Kleid und auch der Reinigungsroboter beim Kunden eingetroffen“, sagt Susan, die das natürlich alles schon wusste, weil ihre Box ihr um 12:35 Uhr die Nachricht aufs Handy geschickt hatte, dass ihre drei Pakete angekommen sind. Gerade rechtzeitig, da Susan heute Abend endlich mal wieder ins Theater gehen möchte. Das blaue Designerkleid kam da - wie sie gehofft und erwartet hatte - just in time.

## 2.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich RFID/Logistik

Der Begriff des Internet der Dinge ist im besonderen Maße mit logistischen Prozessen verknüpft. Im logistischen Kontext stellt das Internet der Dinge eine Vision dar, global auf Informationen zugreifen zu können, die zu Waren im Internet hinterlegt sind. Damit sollen insbesondere Informationsflüsse zwischen Betrieben vereinfacht werden, die sich auf den Warenfluss beziehen, wie beispielsweise Abrechnungen und der Abgleich verschiedenster Daten, die bei der Warenlieferung anfallen.

Um eine solche Zuordnung überhaupt realisieren zu können, ist die eindeutige Identifikation von Waren eine Voraussetzung. Mit dem bestehenden Barcode-System ist dies nur bedingt möglich, da Barcodes nur Produktgruppen Seriennummern zuweisen aber nicht auf das Einzelprodukt referenzieren. So ist beispielsweise eine Verwaltung von Verfallsdaten schwierig oder auch die Rückverfolgbarkeit konkreter Fleischlieferungen. Trotzdem ist das Barcode-System zurzeit das einzig weltweite Identifikationssystem, das etabliert ist. Es existiert seit Ende der 70iger Jahre, hat damals erhebliche Investitionskosten nach sich gezogen aber auch Rationalisierungsmöglichkeiten wie z.B. hochautomatische Computerkassen.

Seit rund 5 bis 10 Jahren steht für die Logistikbranche nun die RFID-Technologie mehr und mehr im Vordergrund, um Waren eindeutig zu identifizieren. Es wurde potenziell diskutiert, dass dieses System den Barcode ersetzen könnte, da es dessen Identifikationsmöglichkeiten übertrifft und außerdem zusätzliche positive Eigenschaften im Sinne einer effizienten Logistik einbringen kann. Wirtschaftlich stehen dem wiederum hohe Investitionskosten entgegen und ein noch diffuser Stand in Bezug auf Standardisierungen, Mehrwert, ROI und manchem mehr.

Ein RFID-System besteht prinzipiell aus drei Komponenten, dem Transponder, dem Lesegerät und einem angeschlossenen EDV-System, über das die Daten verarbeitet werden. Der Transponder (auch Tag oder Smart Label) wird auf dem einzelnen Verkaufsobjekt (item tagging), also z.B. einen Yoghurtbecher, oder Warenbündeln (z.B. Paletten, Kartons, Container) angebracht (Beispiel vgl. Abb. 1). Die Bezeichnung Transponder steht für die Kombination aus einem Chip und einer Antenne. Eine Sensorik ist optional. Der Chip beinhaltet üblicherweise eine eindeutige Identifikationsnummer und gegebenenfalls weitere Daten. Die Antenne dient als Koppellement zum Lesegerät. Ein Lesegerät (reader) erkennt einen Transponder und kommuniziert mit diesem unter der Voraussetzung, dass sich der Transponder in einer angemessenen Reichweite befindet.

Charakteristisch für ein RFID-System ist, dass Lesegerät und Transponder berührungslos und ohne Sichtkontakt über magnetische oder elektromagnetische Felder bzw. Induktion miteinander kommunizieren. Dabei bezieht der Transponder seine Stromversorgung für die Kommunikation mit dem Lesegerät immer aus dem magnetischen bzw. dem elektromagnetischen Feld des Lesegeräts.



**Abbildung 1: Fraunhofer IPM, Schreiner Group GmbH: Vorder- und Rückansicht eines RFID-Labels; vorne: zusätzlich aufgedruckter Barcode; hinten: Antenne und Chip sind sichtbar.**

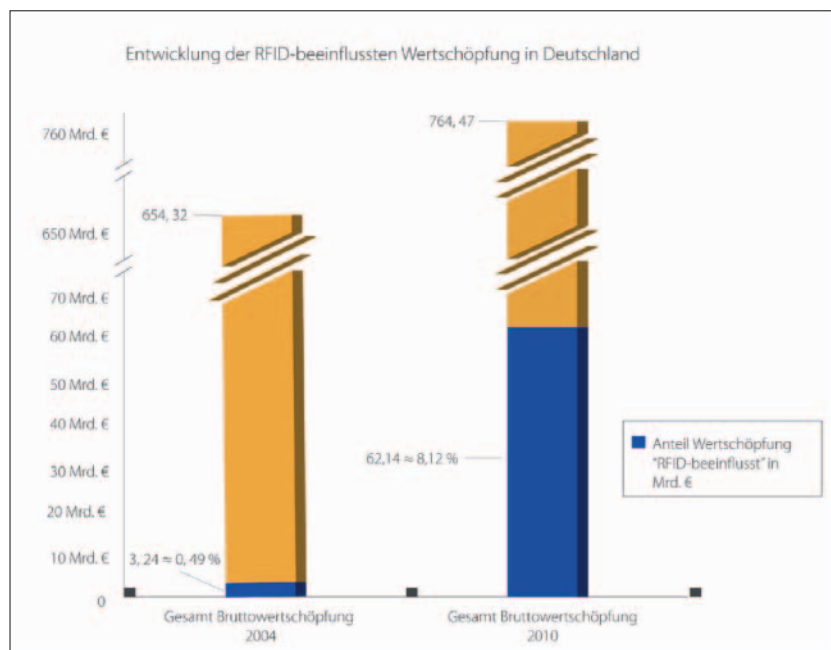
Durch die berührungslose Kommunikation ist es nicht mehr notwendig, jede Ware auf einer Palette manuell für eine Erkennung über Sichtkontakt, wie bei Barcodes notwendig, auszurichten. Umverpackungen müssen so nicht geöffnet werden, um den Inhalt zu überprüfen. Weiterhin ermöglichen sogenannte Pulkerkennungsverfahren die Identifikation sehr vieler Waren in sehr kurzen Zeiträumen. Die Erkennung von 100 Transpondern pro Sekunde ist heute realistisch. Teilweise werden sogar höhere Erkennungsraten angesetzt.

RFID ist eine Funktechnologie wie beispielsweise auch Bluetooth. Während Bluetooth jedoch aktiv sendet, sind einfache RFID-tags passiv. Das heißt, sie besitzen keine Energieversorgung auf dem tag. Im Vergleich handelt es sich bei RFID um eine sehr preiswerte Technologie.

Die Vor- und Nachteile von RFID im Vergleich zu Barcodes sind umstritten. Grundsätzlich besitzt RFID das Potenzial, Barcodes abzulösen. Die globale, eindeutige Identifikation ist eine wesentliche Eigenschaft von RFID, die mit dem Prinzip des Barcodes verglichen werden kann. Sie basiert ebenfalls auf einem standardisierten Nummernschema, dem EPC (Electronic Product Code), der durch einen größeren Nummernkreis das Potenzial besitzt, auch einzelne Objekte zu kennzeichnen. Die Nummern können dann im Internet dazu genutzt werden, Waren Eigenschaften und Daten eindeutig zuzuordnen.

Trotzdem bedeutet die Einführung von RFID hohe Investitionskosten für die notwendige Infrastruktur. Weiterhin müssen die Prozesse angepasst werden. Viele RFID-Systeme sind untereinander nicht kompatibel, da z.B. unterschiedliche Frequenzen eingesetzt werden. Datenstandards existieren noch nicht ausreichend und würden für viele Unternehmen die Anpassung ihrer EDV nach sich ziehen. Auf der anderen Seite sind RFID-tags weniger schmutzanfällig und sehr robust und bieten ein breites Spektrum von Optionen. Diese beginnen bei der Qualitätsüberwachung, wenn die Label durch Sensoren ergänzt werden und enden bei intelligent vernetzten Labeln, die dezentral logistische Prozesse steuern können.

Deutschland ist neben wenigen anderen Nationen weltweit ein wesentlicher Treiber von RFID-Technologie. Dies gilt für die Technologie-Entwicklung und für deren Nutzung. Diese Kombination ist sinnvoll, da sich RFID-Lösungen oft als spezifisch für konkrete Anwendungen herausstellen, und eine enge Kooperation zwischen Anwendern und Technologie-Anbietern sehr wichtig ist. Darüber konnten sich ein Wettbewerb und ein Markt für RFID-Technologie etablieren, die einerseits Arbeitsplätze in Deutschland halten, andererseits für Deutschland ein zusätzliches international konkurrenzfähiges Segment besetzen. In einer BMWi-Studie wurde eine Abschätzung veröffentlicht, wie sich die Wertschöpfung, die durch RFID beeinflusst ist, bis 2010 entwickeln wird (vgl. Abb. 2). Danach werden im Jahr 2010 rund 8 % der Bruttowertschöpfung durch RFID beeinflusst sein. Trotzdem muss RFID auch als Rationalisierungstechnologie diskutiert werden.



**Abbildung 2: Modellrechnung: Anstieg des Anteils der RFID-beeinflussten Wertschöpfung in den Wirtschaftsbereichen produzierendes Gewerbe, Handel/Verkehr und Dienstleistung von 2004 nach 2010**

Die Logistikbranche ist heute der wesentliche Nutzer von RFID-Technologie. Sie stellt in Deutschland heute den drittgrößten Wirtschaftszweig mit knapp 2,6 Mio. Beschäftigten und einem Jahresumsatz von knapp 180 Mrd. Euro dar. Ganz allgemein eignen sich vor allem logistische Prozesse, um sie mit RFID effizienter zu gestalten. RFID-Technologie wird in der Logistik eingesetzt, um Prozesse effizienter und effektiver zu gestalten. Damit hoffen Logistik-Dienstleister auf Veränderungen reagieren zu können, die heute in der Struktur von Wertschöpfungsnetzen im Allgemeinen zu erkennen sind:

- Internationalisierung. Einzelne Unternehmen und ganze Wertschöpfungsnetze sind zunehmend international aufgestellt. Das führt zum Anstieg des Transportvolumens bei gleichzeitiger Senkung der Ladungsgrößen und damit einer Erhöhung der Zustellfrequenzen.
- Fragmentierung und Differenzierung. Zunehmendes Outsourcing von Geschäftsfeldern und führt zur Abnahme der Leistungstiefe einzelner Unternehmen. Daraus resultiert eine steigende Differenzierung und Komplexität des Wertschöpfungsnetzes und damit mehr logistische Prozesse.
- Nachfrageorientierte Wertschöpfungsnetze. Es wird zunehmend auf individuelle Kundenbedarfe eingegangen. Dafür ist eine nachfrageorientierte Produktion notwendig und eine schnelle Reaktionsfähigkeit durch die Unternehmen und die Logistikdienstleister. Dies geht einher mit kleineren Verpackungsgrößen, weniger kostenintensiver Lagerkapazität und mehr Transportaktivität.
- Unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse. Viele Unternehmen sehen vermehrt wesentliche Einsparungspotenziale in der Realisierung eines abgestimmten Supply Chain Management zwischen den Partnern im Wertschöpfungsnetz. Darin sind zwingend auch die Logistikdienstleister einbezogen.

Der Bedarf an Logistik-Dienstleistern nimmt also zu. Umsatzrenditen von Herstellerunternehmen sind wesentlich von der Leistungsfähigkeit der Transport- und Logistik-Dienstleister beeinflusst. Die wesentliche Grundlage für die Konkurrenzfähigkeit einzelner Logistik-Dienstleister besteht damit in einem stark verbesserten Angebot an Services, die Material-, Daten- und Informationsflüsse kombinieren. Das Internet der Dinge ist dafür ein Werkzeug.

Das Internet der Dinge ist gleichzeitig auch eine Voraussetzung, um die oben genannten Trends der Internationalisierung, Fragmentierung und Differenzierung der Wertschöpfungsnetze überhaupt zu ermöglichen. Für Arbeitnehmer ergeben sich weitreichende Effekte in Hinblick auf die Qualität und Quantität ihrer Arbeit, die frühzeitig abgeschätzt und in eine gewerkschaftliche Auseinandersetzung eingebracht werden müssen.

## 2.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Logistik

Für die Logistik stehen zurzeit diverse Entwicklungen im Zentrum, die teilweise strategischer, teilweise technischer Natur sind. Im Folgenden werden einzelne davon stichpunktartig vorgestellt.

### Item Tagging

„Item Tagging“ steht für das Kennzeichnen einzelner Produkt, wie eine einzelne Hose oder ein Paket Nudeln, durch ein RFID-tag. Dieser Ansatz wird vor allem in der Konsumgüterindustrie und im Handel verfolgt. Handel und Konsumgüterindustrie gelten mit als die wichtigsten Nutznießer der Funkidentifikation. Der Nutzen entsteht einerseits aus der Optimierung der logistischen Prozesse, wie es bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert wurde. Andererseits bestehen gerade in der Konsumgüterindustrie und im Handel spezifische Probleme, die durch ein Item Tagging gelöst werden könnten:

- Vermeidung von Out-of-stock-Situationen (OOS). Bis heute entsteht den Verkaufsfillialen ein großer Verlust dadurch, dass die Verkaufsregale Leerstände aufweisen. Dies kann sowohl geschehen, wenn sich die notwendigen Waren nicht mehr im Lager vor Ort befinden als auch, wenn aus dem Lager vor Ort die Regale nicht nachgefüllt werden. Durch OOS entsteht dem Handel rund 4 % Verlust, was bei den vorliegenden geringen Margen als hoch einzustufen ist. Mit Hilfe von RFID-tags auf einzelnen Items kann diese Situation grundsätzlich verändert werden. So könnten Automatismen entwickelt werden, um Leerstand oder Fehlplatzierungen zu erkennen.

- Verbesserte Umsetzung des Efficient Customer Response (ECR). Beim ECR geht es darum, Waren möglichst bedarfsorientiert zum Kunden zu bringen. Um dies leisten zu können, müssen Verkaufszahlen und Anforderungen zeitnah zum Hersteller übermittelt werden. Das Ziel besteht darin, die Kapazitäten der Zwischenlager zu minimieren, und möglichst angelehnt an den Bedarf zu produzieren. Zentrales Element für ECR ist die Beobachtung des Abverkaufs. Über RFID-gestützte Monitoring-Prozesse können solche Prozesse stärker automatisiert und präzisiert werden.
- Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln und Informationen entlang der Wertschöpfungskette. Seit dem 28.1.2002 besteht die Verordnung EG 178/2002 des Europäischen Parlaments, die die Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln fordert. Darin wird verpflichtend vorgeschrieben, dass ein Produkt und alle seine Bestandteile lückenlos über die gesamte Prozesskette bis zu den Erzeugern recherchierbar sein müssen. Im Prinzip ist das heute bereits möglich, aber oft nicht zufrieden stellend gelöst. RFID kann hier den Informationsfluss unterstützen.
- Neue Dienstleistungen im Verkaufsprozess. Mit Hilfe von RFID-tags kann Verbrauchern Information zu einem Produkt leicht zur Verfügung gestellt werden (z.B. an Kiosksystemen, elektronische Preisschilder). Dabei kann es sich um Preisinformationen handeln, Erläuterungen zu Zutaten und Zusatzstoffen, Verfallsdatum, Herkunft, Herstellungsprozess, etc. Über RFID sind damit „persönliche“ Einkaufsberater realisierbar. Diese können für das gesamte Einkaufsmanagement realisiert werden, vom digitalen Einkaufszettel, über Leit- und Beratungssysteme am Point-of-Sale bis hin zum individuellen Home-Service.

Das Item Tagging findet für manche hochpreisigen Konsumgüter bereits statt, wird jedoch auch hier vor allem für logistische Funktionen genutzt. Für die flächendeckende RFID-Nutzung im Niedrigpreissegment werden von Experten noch mindestens 5 Jahre veranschlagt.

## **Pulkerkennung**

Die Pulkerkennung steht für Verfahren, um viele RFID-Label in sehr kurzer Zeit zu erkennen. Dies ermöglicht, an Warenübergabepunkte eine schnellere Erkennung der übernommenen Waren durchzuführen und z.B. nachgelagert auch den vollständigen Erhalt zu überprüfen. Entwickelt wurden dafür RFID-Gates durch die z.B. eine Palette gefahren werden kann und so an den Leseantennen vorbeigeführt wird. Innerhalb weniger Sekunden ist so die transportierte Ware in Form von digitalen Daten gespeichert und verwaltet.

Das technische Problem bei der Pulkerkennung besteht darin, dass sich zum gleichen Zeitpunkt viele Label im Feld eines Lesers befinden. Dieser kann jedoch zum einem Zeitpunkt nur mit einem Label kommunizieren. Ein mögliches Verfahren besteht deshalb in der zeitlichen Synchronisation der Lesevorgänge nach dem Zufallsprinzip (z.B. ALOHA als Beispiel für ein Zeitmultiplexverfahren). Es wird dafür zufällig auf Label zugegriffen, mit diesem kommuniziert und dieses dann „ruhig gestellt“.

Leider sind diese Verfahren auch fehleranfällig. Ein Problem besteht darin, dass sich die Waren gegenseitig abschirmen können, sodass keine Funkverbindung zum Leser zustande kommt. Dies ist umso problematischer, als dass so auch nicht erkannt wird, wie viele Label nicht gelesen wurden. So ist die Fehlerrate ebenfalls nicht automatisch bestimmbar.

## **Behälter-Tracking**

Das Behälter-Tracking zielt auf die Verfolgung größerer Warenbündel, wie Container oder LKW-Ladungen. Das einzelne Objekt steht dabei in Hintergrund. Das zentrale Instrument beim Behälter-Tracking besteht in der Erhebung der Information über den aktuellen Aufenthalt der Güter. Das Behälter-Tracking ist jedoch nicht nur mit der Verfolgung der Güter verbunden, sondern auch mit deren Qualitätskontrolle. Aktuell werden RFID-tags genauso für ein Zustands-Monitoring eingesetzt wie für die Nutzung von Ortsinformationen.

Bei der alleinigen Nutzung von RFID-Technologie ist die Möglichkeit, den aktuellen Ort von Waren zu erkennen, direkt an die Infrastruktur der Lesegeräte gebunden, denn RFID-Technologie kann beim Auslesen der tags nur verhältnismäßig kurze Distanzen überbrücken. Bei RFID-Hochfrequenz-Technologie (Standard 13,56 MHz) beträgt die Lesereichweite nur rund 1 - 2m. Bei Ultrahochfrequenz-Technologie (Deuter RFID-Standard 865/956 MHz) beträgt diese Reichweite rund 6m. Diese Reichweiten beziehen sich auf passive Technologie.

Bei aktiver RFID-Technologie erhöhen sich diese Reichweiten u.U. auf 100m oder mehr. Trotzdem ist keine Echtzeitverfolgung möglich, wie sie eine GPS-Technologie leisten kann. GPS-Sender und –Empfänger sind jedoch noch verhältnismäßig teuer, können grundsätzlich aber andere Funktechnologien ergänzen. Zurzeit wird ein Behälter-Tracking dementsprechend nicht durchgängig durchgeführt, sondern ist typischerweise auf die Warenübergabepunkte beschränkt.

Sensoren, die in ein RFID-Tag integriert sind, messen beispielsweise Temperaturen, Bewegungsschocks, Lichteinfluss und Neigungswinkel. Diese befinden sich jedoch vielfach erst im Forschungsstadium. Am Markt befinden sich vor allem Temperatursensoren. Bei der Nutzung von Sensoren wird aktive RFID-Technologie eingesetzt, d.h. dass sich eine Energieversorgung auf dem Tag befindet. Diese Energie ist notwendig, um die Sensoren zu betreiben, daraus Daten abzuleiten und diese auf dem Chip zu speichern und potenziell zu verarbeiten. Auch für diese aktiven Tags besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Als Standardlösung werden heute bereits aufwändige Datenlogger eingesetzt, die den Zustand von Waren während des Transportes überwachen. Die Kosten für Datenlogger liegen heute mit rund 3000 Euro pro Stück sehr hoch. Zielkosten von Smart Labels mit vergleichbarer Funktionalität, das bedeutet auch dass es sich um aktive Technologie handelt mit mobiler Energieversorgung, liegen im Vergleich bei rund 50 Euro.

## **Optimierung der Wertschöpfungskette**

Die Optimierung der Wertschöpfungskette – oft viel treffender als Wertschöpfungsnetz bezeichnet - ist ein Ziel, das heute in fast allen Branchen verfolgt wird. Das betrifft die Optimierung der Zulieferstrukturen in der Automobilbranche genauso wie die Lebensmittelbranche mit ihren komplexen Strukturen und Qualitätsanforderungen vom Lebensmittelproduzenten über Prüflabore bis hin zum Verkauf im Einzelhandel.

Charakteristisch für eine klassische Wertschöpfungskette ist, dass ein Warenfluss besteht. Dabei werden die Einzelstufen begleitet durch wertschöpfende Aktivitäten. Immer wichtiger wird heute der nebenher verlaufende Informationsfluss, also letztlich die Informationslogistik. Diese dient einerseits der klassischen Abwicklung der geschäftlichen Tätigkeiten von Einkäufen über Lagerverwaltung, Buchhaltungen bis hin zum Verkauf jeweils. Andererseits spielen sogenannte Informations-Mehrwertdienste eine zunehmende Rolle. Dazu gehört beispielsweise das schon angesprochene Tracking und Tracing von Waren, dass von einem Dienstleister für mehrere Teilnehmer im Wertschöpfungsnetz durchgeführt werden kann. Ein anderes Beispiel für den Austausch von Daten bilden hochaktuelle Abverkaufsdaten, die wiederum dazu herangezogen werden, Produktions- und Lieferprozesse zu steuern, dies zumindest im Bereich der Massenartikel wie Lebensmittel oder Kleidung. Voraussetzung dafür ist jeweils die Verfügbarkeit der dafür notwendigen Daten.

Als Technologie, die für solche informationslogistischen Anwendungen herangezogen werden kann, steht heute Internet-Technologie zur Verfügung. Trotzdem ist die Lösung nicht trivial. Da proprietäre Anwendungen gerade vermieden werden sollen, werden vor allem Standards benötigt, die Schnittstellen und Datenformate regeln. Technisch ist die Verwaltung der anfallenden riesigen Datenmengen immer noch als schwierig einzustufen. Sicherheitsfragen müssen geklärt werden. Hinzu kommen nicht-technische Probleme. Eine solche Anwendung wird beispielsweise im Normalfall international genutzt, sodass die einzelnen Nutzer unterschiedlichen Rechtssystemen unterliegen. Das kann sich insbesondere im Bereich des Datenschutzes auswirken, der in den verschiedenen Nationen unterschiedlich gehandhabt wird. Weiterhin treten diverse „Vertrauensprobleme“ auf, wenn alle Unternehmen im Wertschöpfungsnetz miteinander kooperieren sollen. Weiterhin fallen Investitionskosten an, wenn Unternehmensspezifisch Software angepasst werden muss.

Initiativ ist hier vor allem die internationale non-profit-Organisation EPCglobal, in der vor allem Mitglieder aus Handel und Konsumgüterindustrie vertreten sind. Für EPCglobal hat die GS1 Germany GmbH – ebenfalls non-profit – die EPCglobal-Vertretung in Deutschland. EPCglobal forciert generell die Entwicklung und Unterstützung unternehmensübergreifender Geschäftsabläufe. EPCglobal ist auch der wesentliche Treiber für die Entwicklung technischer Standards, die als Voraussetzung einer Infrastruktur anzusehen sind, über die solche unternehmensübergreifenden Geschäftsabläufe abgewickelt werden können.



EPCglobal ist deshalb nicht unumstritten. Von vielen Seiten besteht die Befürchtung, dass die Interessen zu stark US-amerikanisch dominiert sind. Auch wird das Risiko gesehen, dass EPCglobal als potenzieller Betreiber von Datenservices letztlich Monopolist wird und somit auch maßgeblich die Preispolitik für das Angebot eines solchen Internet-Services bestimmen kann.

Ein zentraler technischer Internet-Service wird der sogenannte Object Name Services (ONS) sein. Über diesen sind Metadaten verfügbar, die Auskunft darüber geben, wo sich die Informationsdienste zu einem Objekt befinden, bzw. wie auf diese zugegriffen werden kann. Dieser Dienst ist damit - umgangssprachlich gesprochen - der zentrale Wegweiser dafür, wo Information zu „Dingen“ gefunden werden kann. Im ONS wird dafür ein Nummernteil des Electronic Product Codes (EPC) ausgewertet: die GTIN (Global Trade Item Number). Dies ist der Teil des EPC, der das einzelne Objekt nummeriert im Gegensatz zu anderen Teilen der Nummer, die beispielsweise auf den Hersteller verweisen. Genauso relevant wie der ONS werden auch die einzelnen Informations-Services sein, die dann die konkreten Artikelinformationen zur Verfügung stellen. Diese werden dezentral durch Unternehmen oder Dienstleister angeboten werden. Damit diese Dienste einheitlich aufgebaut sind, bzw. eine allgemeine Schnittstelle zur Verfügung stellen können, muss auch diese standardisiert sein. Auch dafür wurde von EPCglobal ein Standard entwickelt, der EPCIS (Electronic Product Code Information Service).

## **Innerbetriebliche Logistik**

Auch innerhalb von Unternehmen laufen logistische Prozesse ab. Diese fokussieren meistens nicht auf den Warentransport (bei großen Produktionsunternehmen kann dies auch innerbetrieblich relevant sein), sondern auf die Unterstützung der Produktionsprozesse. So werden bei der Autoproduktion die einzelnen Teile oft automatisiert an den Werkort transportiert. Ein anderes Beispiel stellt das verhältnismäßig häufig durchgeführte „Asset-Tracking“ dar. Darunter ist die Verfolgung von Geräten zu verstehen, um diese schnell zu finden und zur Hand zu haben. RFID-Lösungen werden zurzeit auch dahingehend entwickelt, dass die tags dezentral den Produktionsprozess steuern können. Dafür ist es meistens notwendig, dass Teilinformationen zum Prozess oder zum gerade produzierten Werkstück auf dem tag gespeichert werden. Diese Daten können dann vor Ort an einer Maschine genutzt werden. So kann der Einsatz von Ressourcen optimiert werden (Echtzeit Enterprise Resource Planning - ERP), und die aufwändige Kommunikation mit zentralen Computersystemen eingeschränkt werden. Für eine vertiefte Erläuterung dieses Problemfeldes im Sinne der „digitalen Fabrik“ wird auf das Input-Papier zum Thema „Produktion/Fertigungsplanung“ verwiesen.

## **Beispiele**

Fast alle logistischen Systeme – etwa der Transport von Konsumgütern zwischen Produzent und Handel per LKW, Luftfracht oder Schiene und der innerbetriebliche Fluss der Werkstücke werden heute über IT-Systeme gesteuert und überwacht. Basis der IT-Steuerung sind meistens Identifikationssysteme. Die meisten Identifikationssysteme in der Logistik setzen heute noch auf dem preiswerten Barcode-Etikett auf. Zunehmend kommt auch die RFID-Technologie zum Tragen. Vielfach befinden sich diese Systeme jedoch erst im Pilotstadium. Diese lassen aber noch keine Aussagen für die Breitenwirkung zu. Noch immer werden jene „First Mover“ gesucht, die als Vorreiter der neuen Technologie den Weg bereiten. Die Bemühungen um den Nachweis der Praxisrelevanz werden insbesondere von den Großen der Branche geprägt.

Bei dem Logistikdienstleister BLG Logistics Groups wurde beispielsweise ein RFID-gestützter Prozess bei der Warenauslieferung etabliert, um Durchlaufzeiten zu verringern und Fehlerquoten bei der Zuordnung der Ware zum Empfänger zu verbessern. Mit RFID wird die Verteilung der Waren von der Förderbahn zum Ausgangstor überprüft. Dafür wird der Stapler, der die Waren vom Band zum Warenausgang transportiert, mit einem RFID-tag ausgestattet. Sowohl am Band als auch am Ausgang wird dieses tag erfasst und ein Plausibilitätstest zur korrekten Ablage durchgeführt. Verwendet werden dafür aktive Tags, die mit einer Frequenz von 2,4 GHz arbeiten und mit dem bestehenden WLAN-System kommunizieren. Die Ortung findet nicht über Gates statt, sondern es wird mit WLAN-Technologie über 3-Punkt-Berechnung geortet.

Die Logistiktochter des Bayer-Konzerns Chemion Logistik hat ein RFID-Projekt durchgeführt, mit dem die haus-eigene Containerverwaltung optimiert wird. Dabei handelt es sich um die Inbetriebnahme eines internationalen

Container-Terminals im Bayer Chemiepark Leverkusen. Das Ziel besteht darin, Verwechslungen der Container ausschließen und die Platzwahl und die Reihenfolge der Ein- und Auslagerungen flexibler gestalten zu können. Gleichzeitig soll damit die händische Bearbeitung von Listen abgeschafft werden. Das dort eingerichtete Lager für Leercontainer ist mit einer Transponder-Technologie ausgestattet, die speziell für die Anforderungen des Terminals entwickelt wurde. Sie arbeitet im Kilohertz-Bereich und erreicht damit nur geringe Leseabstände von 5 - 10cm, wodurch Lesefehler in der für RFID-Technologie schwierigen Umgebung mit vielen Stahlcontainern vermieden werden.

Auf mehr Transparenz in der Versorgungskette zielt ein Pilot-Projekt des Logistikdienstleisters Schenker. Darin werden Container mit RFID-tags ausgestattet, die auf der Seestrecke zwischen Hamburg und Hongkong pendeln. In verschiedenen Phasen, zunächst an den Haftungsübergängen in den Häfen, später auch in den Containerterminals selber, werden die Container erfasst und diese Information in den angeschlossenen Systemen dargestellt. Später soll auch das Öffnen und Schließen der Container mit dokumentiert werden.

Das Tochterunternehmen der Deutschen Post DHL Solutions betreibt in Dortmund für den Konsumgüter-Konzern Johnson & Johnson das Zentrallager mit 33.000 Palettenplätzen. DHL kommissioniert die Sendungen auftragsindividuell und versieht die Paletten für bestimmte Empfänger aus dem Metro-Konzern mit RFID-Etiketten. Die Paletten werden vor der Verladung durch ein RFID-Gate gezogen. Ist die Sendung komplett erfasst, werden diese Daten unverzüglich digital an den Warenempfänger übermittelt. Ein vergleichbares RFID-Projekt läuft bei DHL Solutions im Lager Krefeld für den Metro-Lieferanten Dr. Oetker. Im DHL-Distributionszentrum für die Deutsche Telekom in Euskirchen wurde die RFID-Technik bei der Belieferung der T-Punkte getestet.

## 2.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen

**Flexible Substrate und Polymerelektronik:** Die Basis eines integrierten elektronischen Schaltkreises bildet heute in der Regel Silizium als Trägermaterial der Schaltung („Substrat“). Flexible Substrate aus Polymeren ermöglichen kompaktere und damit kleinere Bauweisen von Transpondern, die sich leichter in Logistikträger und Produkte integrieren lassen. Forschungsthemen sind u.a. hochdichte, doppelseitige Mehrschichtaufbauten auf flexiblen Substraten, die Integration diskreter Komponenten wie Widerstände, Kondensatoren und Radiofrequenz-Komponenten und der Bestückungsprozess von integrierten Bauelementen auf hochdichten, flexiblen Substraten.

In der Polymerelektronik wird daran gearbeitet, das Silizium als Grundlage elektronischer Schaltkreise durch Halbleiter aus organischen Polymeren zu ersetzen. Polymere Schaltungen sind zwar prinzipiell langsamer und größer als Siliziumschaltungen, können aber zu geringen Kosten in einfachen Druckverfahren hergestellt werden. Damit kann auf die sehr aufwändige Silizium-Halbleiterproduktion mit Waver-Herstellung, Lithographie, Bestückung und Laminierung verzichtet werden. Während einfache organische Displays bereits heute industriell gefertigt werden können, besteht bei den polymeren Transistoren noch großer Forschungsbedarf darin, angemessene Werte bzgl. Lebensdauer und Schaltgeschwindigkeiten zu erreichen.

**Smart Label in Textilien:** Die Integration von RFID in Textilien zielt auf das Feld der textilen Verpackungen und der textilen Produkte. Der Ansatz besteht darin, die Komponenten des Transponders direkt in die textile Struktur einzubringen. Fragestellungen sind dabei u.a. die Auslegung leitfähiger Garne als Spulen und deren Integration in die textile Fertigung sowie die noch weitgehend ungelöste Aufbau- und Verbindungstechnik von flexibler Antenne und starrem Chip.

**Sensorik:** Die Sensorik bildet die Grundlage für alle Kontrollfunktionen, mit denen Transponder ihre Umgebung in der logistischen Kette überwachen können. Aktuelle Entwicklungstendenzen sind die Produktionskostensenkung durch Integration der Sensoren in die Chips, energiearme Sensorik bzw. Sensorik ohne externe Energieversorgung und die Entwicklung neuer Sensorprinzipien, z.B. chemische Sensoren als Geschmackssensoren für Lebensmittel.

**Dünn-Chip-Technologien:** Seit einigen Jahren wird an der Entwicklung von Technologien zur Herstellung und Kontaktierung ultradünner Halbleiterchips gearbeitet. Während herkömmliche Schaltkreise mehrere 100 µm dick und damit starr sind, ist es heute möglich mit speziellen Ätz- und Poliertechniken Silizium-Wafer bis auf 20 µm abzdünnen und damit biegsam wie Papier zu machen. Zurzeit werden kraftarme Handlingprozesse für die Montage der Dünnchips entwickelt, die als Rolle-zu-Rolle-Verfahren hohe Produktionszahlen bei geringen Kosten ermöglichen.

**Sensoren-Netzwerke:** Ein weiterer wichtiger Forschungsansatz sind die Sensoren-Netzwerke, in denen die Transponder untereinander kommunizieren. Ziel ist es, dass auch weit entfernte oder funktechnisch abgedeckte Transponder indirekt über ihre Nachbarn Kontakt mit der Lesestation halten können. Perspektivisch sollen die Sensoren-Netzwerke auch dezentral, d.h. unabhängig von der Lesestation, Koordinationsaufgaben übernehmen, etwa indem sie autonom Zustände überwachen und diese kommunizieren. Die technologischen Herausforderungen bestehen neben der weiteren Miniaturisierung von Chip und Sensorik vor allem in der Entwicklung neuer Kommunikationstechniken und -protokolle, sowie dem möglichst geringen Energieverbrauch der Komponenten.

**Energieautarke Systeme:** Aktive und semiaktive RFID-Transponder benötigen Energie, um Rechenleistungen (beispielsweise die Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von Sensordaten) zu vollbringen oder eine höhere Übertragungsleistung zu erzielen. Da die meisten Transponder nicht an eine ständige Energiequelle angeschlossen sind, benötigen sie eine Batterie oder einen Kondensator. Die Entwicklung fortgeschrittener und kostengünstiger Energiequellen, ergänzt durch hoch energieeffiziente Geräte, ist voranzutreiben. Aspekte wie die Wiederverwendbarkeit und der Ressourcenverbrauch sind von Anfang an in die Forschungs- und Entwicklungspläne einzubeziehen.

**Entwicklung neuer IT-Sicherheits- und Datenschutzvorkehrungen:** Die Frage der IT-Sicherheit wird für künftige RFID-Systeme eine große Rolle spielen. Zahlreiche Anwendungen erfordern den Schutz der Daten auf den Transpondern und die sichere Datenübertragung über die Luftschnittstelle. Kryptografische Algorithmen sind aufgrund ihres hohen Zeit- und Speicherbedarfs oftmals zu kostspielig für RFID. Daher müssen die Standards für kryptografische Algorithmen an die begrenzten Hardware- und Energieressourcen von RFID-Systemen angepasst werden. Datenschutzfördernde Technologien (PETs) können dazu beitragen, die unerlaubte Verarbeitung persönlicher Daten zu verhindern und die Privatsphäre der Bürger durch eine Beschränkung der verarbeiteten Datenmenge zu schützen.

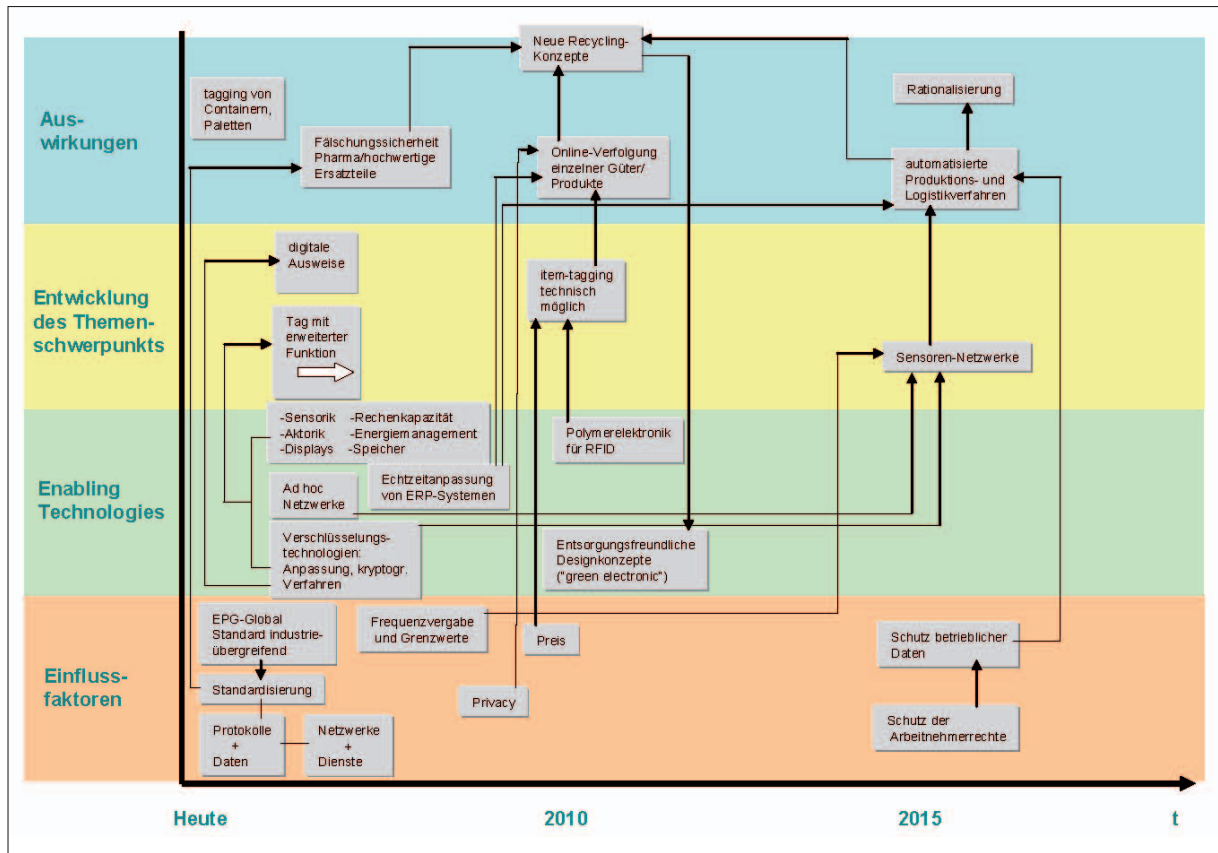
**Offene Systeme für zwischenbetriebliche Prozesse und öffentliche Dienstleistungen:** Gegenwärtig werden Prozesse, an denen mehrere Unternehmen oder Institutionen beteiligt sind, häufig von proprietären, geschlossenen Systemen unterstützt. Notwendig sind hingegen offene, den Gesamtprozess umfassende Systeme. Institutionenübergreifende Prozesse setzen kompatible Infrastrukturen, interoperable Systeme und Vereinbarungen über das Format der ausgetauschten Daten voraus. Produktdaten werden in vielen Fällen bereits auf der Grundlage von EDI-Normen ausgetauscht, die Gesamtprozesse hingegen werden nicht hinreichend unterstützt.

**Entwicklung von semantischer Middleware, von Geschäftsmodellen und von Servicestrukturen:** Die Datenerfassung mittels RFID und Sensortranspondern kann dazu beitragen, die Kluft zwischen materieller und digitaler Welt zu schließen. Diese zusätzlichen Daten tragen jedoch nur dann zur Wertschöpfung bei, wenn sie in geschäftlich relevante Informationen umgesetzt werden. Voraussetzung hierfür ist ein intelligentes System, das Daten aus multifunktionalen Transpondern und Sensoren verarbeitet. Intelligente Mikrosysteme müssen durch eine intelligente Software-Architektur ergänzt werden, die eine anwendungsspezifische Nutzung der Daten ermöglicht. Diese umfasst nicht nur das Filtern der von den Sensoren übermittelten Rohdaten, sondern auch deren semantische Anreicherung, Weiterleitung und beliebige Abrufbarkeit sowie ereignisgesteuerte Reaktionen.

## 2.5.1 Roadmap

In Abbildung 3 ist eine Roadmap zu sehen, die zu erwartende Entwicklungen im Themenfeld „RFID / Smart Label“ zueinander ins Verhältnis setzt.

**Abbildung 3: Exemplarische Roadmap für das Themenfeld „Smart Label“.**



Die Darstellung zeigt, dass Smart Labels bereits schon heute eine breite Anwendung in der Praxis finden. RFID-Chips werden zur Informationsspeicherung auf digitalen Ausweisen (Personalausweise, Reisepässe, Führerscheine, etc.) eingesetzt, um diese vor Fälschung zu schützen. Smart Labels werden aber auch zur Kennzeichnung von Containern und Paletten oder bei hochwertigen Produkten wie Ersatzteilen, Designerware oder Pharma-Produkten eingesetzt. Neben der Identifikation dienen Smart Labels vor allem der Fälschungssicherheit und (Rück-)Verfolgbarkeit von Waren.

Bereits um 2010 erwartet man eine breitflächige Anwendung von Smart Labels im Bereich der Stückidentifikation („item tagging“ im Gegensatz zur heute möglichen „Pulk-Erkennung“). Hierdurch können einzelne Güter innerhalb der Wertschöpfungskette von der Produktion über den Handel bis zum Endverbraucher und dem Recycling online verfolgt werden.

Eine Grundvoraussetzung für das Item tagging ist eine sehr kostengünstige Herstellung. Technologisch wird deshalb erwartet, dass hierbei die Polymerelektronik eine bedeutende Rolle spielen und zur Kostenreduktion beitragen wird.

Die erfolgreiche Umsetzung der derzeit laufenden industrieübergreifenden Standardisierungsbemühungen in Bezug auf die verwendeten Protokolle, Daten und Netzwerke wird die kommerzielle Nutzung der Smart Labels wesentlich beeinflussen. Die bis 2010 zu erwartende Festlegung auf einheitliche Frequenzen und einzuhaltende Grenzwerte wird langfristig die Entwicklung von (globalen) Smart-Label-Netzwerken bedingen.

Bei der breiten Nutzung von RFID kommt dem Thema Privacy eine zentrale Bedeutung bei.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die RFID-Technologie unter Voraussetzung einheitlicher der Erreichbarkeit der Kunden-Akzeptanz sowie der Akzeptanz bei den Beschäftigten zu. Aber auch allgemein besteht ein hoher Bedarf an sicheren RFID-Systemen. Neben den Sicherheitsproblemen, die generell bei Computersystemen zum Tragen kommen, entstehen an der Luftschnittstelle, also der Kommunikation zwischen Label und Lesegerät zusätzliche Angriffspunkte und damit Sicherheitsbedarfe. Eine Voraussetzung für verschiedenste RFID-Systeme wird deshalb in der Fortentwicklung von Verschlüsselungstechnologien (kryptografischen Verfahren) bestehen, die auch für RFID-Label anwendbar sind. Diese liefern erschwerte Bedingungen wegen geringem Speicherplatz und geringer Prozessorleistung, sofern der Kostenaspekt im Vordergrund steht.

Neben den passiven RFID werden bereits heute zunehmend tags mit erweiterten Funktionen entwickelt, die über Sensorik und ggf. Aktorik, mehr (und beschreibbare) Speicher- sowie Rechenkapazität etc. verfügen. Auf dieser Grundlage werden ab 2015 (Sensor-)Netzwerke verfügbar sein, in denen sich Waren automatisiert innerhalb logistischer Prozessabläufe bewegen und zur Effizienzsteigerung beitragen; mit der Folge einer weiteren Rationalisierung in der Fertigung. In der betrieblichen Praxis müssen zudem grundlegende Fragen zum Schutz der Arbeitnehmerrechte und zu dem Schutz betrieblicher Daten geklärt werden.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die RFID-Technologie unter Voraussetzung einheitlicher Standards und Frequenzen bis 2010 ihren Durchbruch erreicht haben wird.

## **2.5.2 Beschreibung von Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt**

Die RFID-Technologie ist ein wichtiger Wirtschaftszweig für Deutschland geworden und bietet vielen Technologieanbietern (Maschinenbau, EDV, Systemintegration, Planung etc.) ein lukratives und expandierendes Geschäftsfeld. Ähnlich wie in der bestehenden Automatisierungstechnik können in Deutschland mit der Schaffung der technologischen Basis von RFID und dem Internet der Dinge Arbeitsplätze erhalten und ggf. geschaffen werden. Wenngleich Rationalisierung auf betrieblicher Ebene fast immer den Abbau von Arbeitsplätzen bedeutet, können auf Ebene der Volkswirtschaft mit der Herstellung von Rationalisierungstechnologien und damit verbundenen Tätigkeiten (Services) neue Arbeitsplätze entstehen.

Kurzfristig betrachtet ist RFID sicherlich vor allem eine Rationalisierungstechnologie, bei der es zur Einsparung von Arbeitsplätzen kommen wird. Unter Berücksichtigung des allgemeinen Kostendrucks ist es sehr wahrscheinlich, dass die Logistik-Dienstleister nicht an der Nutzung von RFID-Technologie vorbeikommen, wenn sie konkurrenzfähig bleiben wollen. Auf mittlere Sicht erlaubt die Funkidentifikation und die zunehmende Integration von Daten und Gütern in die Prozesskette der Logistikbranche voraussichtlich das Angebot neuer Produkte und Dienstleistungen; dies könnte auf Kosten von Arbeitsplätzen geschehen, die bisher der Produktion, der Konsumgüterindustrie oder dem Handel zuzuordnen sind. Branchenübergreifend dürften sich der Wegfall und das Entstehen neuer Arbeitsplätze in etwa die Waage halten.

Die Qualität der betroffenen Arbeitsplätze kann sich allerdings deutlich verändern. Kleinere, flexible Logistikdienstleister werden andere Arbeitsbedingungen schaffen als die bislang eher großen Unternehmen der genannten Branchen. Arbeitsplatzsicherheit, Entlohnung und Weiterbildungsoptionen könnten sich negativ verändern. Die Logistikunternehmen agieren als deutlich schwächere Partner in der Wertschöpfungskette und werden diesen Druck an ihre Beschäftigten weitergeben. Durch einen transparenteren Informationsfluss nimmt auch die Kontrollmöglichkeit auf Prozesse (und Mitarbeiter) durch nachgelagerte Akteure der Wertschöpfungskette zu. Die bereits jetzt sehr mächtigen Systemintegratoren werden damit weiter gestärkt. Zulieferer und Logistikdienstleister werden einem erhöhten Rationalisierungsdruck unterworfen.

Optimierte Logistikketten erhöhen die räumliche Flexibilität von Wertschöpfungsketten. Eine globale Standortoptimierung mit entsprechend negativen Auswirkungen auf den Standort Deutschland kann eine Folge dieser Optimierung sein. Die Mobilitätsgrenzen der Mitarbeiter sind bei „entgrenzten“ Logistikprozessen schnell erreicht.

Insgesamt ist noch unklar, in welcher Tiefe Arbeitsplätze verloren und neu geschaffen werden – so ist denkbar, dass es trotz des Internets der Dinge Tätigkeiten gibt, die zwar technisch ohne weiteres lösbar, aber dennoch billiger von Menschen auszuführen sind. Diese Restarbeitsplätze werden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit durch ein extrem niedriges Qualifikations- und Lohnniveau auszeichnen. Die technische Machbarkeit der Automatisierung

von Prozessen bietet Arbeitnehmervertretern aber auch eine gute Argumentationsbasis, um die Humanisierungspotenziale dieser neuen Technologien einzufordern.

Andererseits ist nicht nur die Entwicklung und Implementierung sondern auch die Anwendung von IoT-Technologien komplex und stellt in vielerlei Hinsicht hohe Ansprüche an das Personal. An vielen Stellen fehlt bereits im Hinblick auf RFID qualifiziertes Personal, das die Unternehmen bei den (Pilot-)Prozessen unterstützt. Hier bestehen Qualifikationsbedarfe die unter Umständen in ein eigenständiges Berufsbild münden. Da die Logistik gemeinsam mit dem Handel eine Pionierbranche für das Internet der Dinge darstellt, sind hier sehr bald Konkretisierungen zu erwarten. Insbesondere dem Schnittstellen-Management dürfte eine wachsende Bedeutung zukommen.

Der Einsatz der RFID-Technologien erhöht mit Sicherheit den Bedarf nach Datenaustausch entlang der Wertschöpfungskette. Pilotprojekte zeigen schon heute, dass sich die Partner der Wertschöpfungskette mit diesem erhöhten Datenaustausch durchaus schwer tun. Einerseits besteht auf der Seite der Zulieferer und Logistikdienstleister die Befürchtung, dass neue Kontrollmöglichkeiten für die großen Unternehmen am Ende der Wertschöpfungskette entstehen und bereits jetzt bestehende Machtungleichgewichte verstärkt werden. Andererseits gibt es große Bedenken z.B. in den IT-Abteilungen der Konzerne, Daten in größerem Umfang freizugeben, um die vor- bzw. ausgelagerten Logistikprozesse zu unterstützen. Bestimmte Anreize bestehen also, Logistikprozesse nicht in maximalem Umfang zu externalisieren, sondern auch weiterhin – soweit möglich und effizient – innerhalb der jetzigen Unternehmen zu belassen. Damit steigt für Arbeitnehmervertreterinnen und Arbeitnehmervertreter die Chance, Entscheidungen zugunsten der Mitarbeiterinteressen mit zu gestalten, da Entwicklungspfade noch nicht final entschieden sind. Beim Einsatz von RFID-Technologien wird es zentral sein, dass die Arbeitnehmervertreter ihre Mitbestimmungsrechte kompetent wahrnehmen und die Chancen und Risiken dieser neuen Technologien realistisch einschätzen können.

Mit einer zunehmenden RFID- bzw. IoT-Ausstattung von Logistikketten und der damit verbundenen Überwachen von Transportleistungen können indirekt auch die Arbeitsleistungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kontrolliert werden. Die eindeutige Lokalisierung von Gütern, Dienstleistungen und Prozessen zusammen mit den Einsatzplänen der Beschäftigten kann Begehrlichkeiten wecken, die Arbeitsleistung und Qualität der einzelnen Beschäftigten weit stärker als bisher zu kontrollieren. Hier sind sicherlich betriebliche und allgemeine Schutzmaßnahmen notwendig, um das Recht auf informationelle Selbstbestimmung trotz fortschreitender Technisierung der Arbeitswelt zu gewährleisten.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten ist die Logistik ein zentraler Verursacher von Emissionen bzw. wichtiger Verbraucher von Ressourcen. Die – auch in Hinblick auf Ressourcen und Emissionen – möglichen Optimierungspotenziale logistischer Prozesse durch den Einsatz von RFID sind daher sehr zu begrüßen. Unnötige Transportprozesse aufgrund fehlerhafter Logistikvorgänge werden minimiert, Wege optimiert und Lagerkosten verringert. Mittelfristig wird die Attraktivitätssteigerung logistischer Vorgänge aber auch dazu führen können, diese auszuweiten, also eine Steigerung des Warenverkehrs von A nach B aufgrund sinkender Kosten vorzunehmen. Die Nachhaltigkeitsbilanz der Einzelprozesse wird also verbessert, die Nachhaltigkeitsbilanz des ganzen Systems ist hierdurch aber nicht eindeutig steuerbar. Als Beispiel für diese „paradoxe“ Konsequenz kann der Straßenverkehr dienen, der zwar durch eine komfortablere Infrastruktur kurzfristig nachhaltiger, mittelfristig aber durch ein Mehr an Verkehrsaufkommen deutlich Umwelt belastender wird.

## 2.6 Literatur und Quellen

**Angerer, A.:** Out-of-Stock im Handel. Ausmaß-Ursachen-Lösungen. Kühne-Institut für Logistik an der Universität St. Gallen, 2004.

<http://www.logistik-inside.de> [letzter Zugriff: 10.01.2008].

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.):** European Policy Outlook RFID, 2007.

**Chemion Logistik GmbH (Hrsg.):** Logistik setzt auf RFID für Sicherheit und Effizienz. Pressemitteilung vom 13. 9. 06.

<http://www.chemion.com> [letzter Zugriff: 24.01.2008].

**Deloitte und Lebensmittel Zeitung (Hrsg.):** Rückverfolgbarkeit 2004. Eine Studie zum Stand der Rückverfolgbarkeit in der Lebensmittelbranche, 2004.

**Deutsche Post World Net (Hrsg.):** Technologie – RFID bringt Pakete und Paletten auf Sendung. 2005.  
<http://www.dpwn.de> [letzter Zugriff: 24.01.2008].

**Finkenzeller, K.:** RFID-Handbuch, 4. Aufl. München, 2006.

**IWD Institut der deutschen Wirtschaft** Köln, Informationsdienst, Jg. 33, 2. Aug. 2007.

**RFID Atlas:** BLG & Tchibo. Projektübersicht. 2006.  
<http://www.rfidatlas.de> [letzter Zugriff: 24.01.2008].

**RFID:** Potenziale für Deutschland. Studie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 2007.

**VDIVDE-IT:** RFID in der Logistik, Chancen für den Standort Deutschland, 2006.





## **3 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „Produktion – Fertigungsplanung“**

### **3.1 Zusammenfassung**

Internet-of-Things–Technologien (IoT) werden auch in der Produktionstechnik und der Betriebsorganisation zu Veränderungen führen. Die letzte große, ambitionierte Technologiewelle in diesem Bereich war das Computer Integrated Manufacturing (CIM) der 1980er und 1990er Jahre. Wenn auch die Vision der rechnerintegrierten, zentral gesteuerten und weitgehend menschenlosen Fabrik – glücklicherweise – so nicht Realität geworden ist, sind doch einige Elemente des CIM-Konzepts heute nicht mehr aus der Praxis wegzudenken: So etwa die CAD/CAM-Kopplung (digitaler Datentransfer von der Konstruktion in die Fertigungsplanung und Fertigung) oder die Weiterentwicklung der Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme zu integrierten Unternehmens-Ressourcen-Planungssystemen (ERP, Enterprise Resource Planning, z.B. SAP-Anwendungen).

Eine zweite Welle könnte sich im Moment ankündigen. Die erste Etappe wäre dann die Digitale Fabrik, in der alle planungs- und steuerungsrelevanten Daten digital vorliegen: Digitale Produktbeschreibungen, digitale Modelle der Fertigungsanlagen, Maschinen, Werkzeuge etc. Auf dieser Grundlage könnte in einem zweiten Schritt die Smarte Fabrik entstehen. Hier kommen Techniken des Internet der Dinge (IoT) hinzu, etwa RFID-Chips an allen beweglichen Objekten (Werkstücke, Rohstoffbehälter, Werkzeuge, Vorrichtungen). Die Kombination der IoT-Techniken mit den digitalen Fabrik-Modellen erlaubt dann eine in sehr kurzen Abständen (Sekunden, oder kürzer) aktualisierte digitale Abbildung des kompletten Produktionsgeschehens. Diese Abbildung ist dann wiederum Grundlage für Überwachungs-, Steuerungs- und Planungsfunktionen, die auch zunehmend automatisiert werden könnten. Ein – noch im Bereich der Science Fiction liegendes, aber technologisch mögliches – Konzept ist die selbstorganisierende Fabrik, deren Teile autonome, intelligente künstliche ‚Agenten‘ sind, die alle Organisationsfunktionen automatisch ‚unter sich ausmachen‘.

In Hinblick auf das Querschnittsthema von Organisationsveränderungen der Arbeit wird sich die Produktion/Fertigung durch den Einsatz von IoT-Technologien sicherlich am stärksten verändern. Steuerungsprozesse werden sich mittelfristig zentralisieren lassen bzw. durch die „Intelligenz“ des Gesamtsystems automatisiert geregelt werden. Gleichzeitig werden Flexibilisierungsoptionen der Steuerung geschaffen, die eine bessere Anpassung der Prozesse an die Anforderungen auf unterer Ebene – also z.B. an den einzelnen Maschinen – ermöglichen. Für die Beschäftigten bedeutet dies einerseits ein Verlust an Kontroll- und Steuerungsmöglichkeiten, andererseits aber auch die Option einer besseren Anpassung der Gesamtprozesse an individuelle Anforderungen.

Kurzfristig sind keine besonders starken Effekte dieser Techniken auf den Arbeitskräftebedarf zu erwarten. Auch die Auswirkungen auf die Arbeitsinhalte sind – per Saldo – zumindest wahrscheinlich nicht negativ. Mittel- und langfristig kann sich die Situation allerdings – in beiderlei Hinsicht – deutlich anders darstellen, wenn es etwa gelingt, in größerem Umfang Planungs- und Organisationsfunktionen, die heute noch von Menschen wahrgenommen werden, zu automatisieren.

Die digitale Abbildung aller Elemente und Prozesse der Digitalen Fabrik wird auch bedeuten, dass die Beschäftigten stärker als bisher in ihrem Arbeitsprozess dargestellt/erfasst werden können. Inwiefern hierdurch Persönlichkeitsrechte gefährdet werden, hängt von konkreten Umsetzungen ab, sollte aber auf jeden Fall kritisch beobachtet und begleitet werden.

Die Nachhaltigkeitsbilanz des IoT-Einsatzes in der Produktion dürfte eher positiv ausfallen. Prozessoptimierungspotenziale versprechen verminderten Ressourceneinsatz und sinkende Emissionen. Die Kennzeichnung von Teilen durch (zu produzierende und zu recycelnde) RFID-Chips bzw. die Maschinenüberwachung durch Sensoren wird sich rein quantitativ in einem Rahmen halten, der die Nachhaltigkeitsgewinne nicht vollständig aufwiegt.

In jedem Fall dürfte eine Erfahrung aus der CIM-Debatte noch heute Gültigkeit haben: Welche konkreten Auswirkungen für die Beschäftigten auftreten, hängt sehr stark von den jeweils konkret realisierten Organisations- und Technikkonzepten der Betriebe ab. Sowohl hinsichtlich der Technik wie hinsichtlich der Organisation gibt es Alternativen, zwischen denen gewählt werden kann. Notwendig sind konkrete Technik- und Organisationsentwicklungsprojekte, die dazu dienen, die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit von menschenzentrierten Betriebs- und Technikmodellen zu demonstrieren. Hier ist auch eine zentrale Rolle der Gewerkschaften, die es zu besetzen gilt.

## 3.2 Ein mögliches Zukunftsbild

Das folgende Zukunftsbild versucht, einige Aspekte einer möglichen zukünftigen Situation aus der Perspektive der Gewerkschaften pointiert – und sicherlich auch an einigen Stellen überzeichnet – darzustellen. Natürlich kann sich die beschriebene Situation auch anders darstellen, die im Szenario beschriebene Welt ist nicht zwangsläufig, aber in den wesentlichen Aspekten möglich und technologisch stimmig. Neben einer rein technologisch-organisatorischen „Projektion“ sollen insbesondere auch Handlungsmöglichkeiten der Gewerkschaften thematisiert werden.

Die IG-Metall Verwaltungsstelle Dingdorf hat einen Arbeitskreis ‚Zukunft der Produktion‘ eingerichtet. Paula, eine der hauptamtlichen Mitarbeiterinnen, hat an einer Veranstaltung des DGB-Technologiediskurses teilgenommen. Dort wurden neue Trends in der Produktionstechnik und der Produktionsorganisation vorgestellt und diskutiert. Paula leitet den Arbeitskreis. Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind Betriebsräte und Vertrauensleute aus Unternehmen in Dingdorf und Umgebung. In der ersten Sitzung sollen Erfahrungen aus den Betrieben im Hinblick auf diese Trends zusammengetragen und konkrete Maßnahmen besprochen werden.

Paula: „Liebe Kolleginnen und Kollegen, schön dass ihr so zahlreich erschienen seid. In der Einladung hatte ich euch ja eine DGB-Broschüre mitgeschickt, die neue technologische Entwicklungen in unserem Bereich darstellt. Ich finde, wir sollten erst einmal sammeln, wie die Situation in den Betrieben ist. Danach können wir besprechen, was wir konkret tun können.“

Karlheinz: „O. K., ich fang dann mal an. Wie die meisten von euch wissen, produzieren wir Komponenten für die Automobilindustrie, hauptsächlich Spritzguss, aber machen auch die mechanische Bearbeitung. Bei uns wird schon eine ganze Menge von den Dingen umgesetzt, die in der Broschüre drinstehen. Und, ehrlich gesagt, die Kollegen sind nicht begeistert. Los ging das bei uns auch mit diesen RFID-Chips. Die kleben mittlerweile an allem, was nicht niet- und nagelfest ist. Also nicht nur an den Paletten, wie früher, sondern an jedem einzelnen Werkstück, Werkzeug und so weiter. Das heißt, meistens kleben die gar nicht außen dran, sondern werden direkt in die Teile eingegossen, oder sonstwie reingemacht. Das ist natürlich auch ganz praktisch, weil man immer weiß, wo die Teile sind. Allerdings weiß man auch, wo die Kollegen sind, denn die tragen in ihren Werksausweisen ja auch Chips mit sich. Vom Betriebsrat aus haben wir datenschutzmäßig noch das Schlimmste verhindern können, aber eine stärkere Überwachung ist schon da, wenn man ehrlich ist. Das Übelste ist allerdings die Art, wie sich unsere Arbeit selbst verändert hat. Ich erklär’ das mal am Beispiel der Einrichter. Die haben jetzt alle Daten-Brillen auf. Wenn irgendwo was gemacht werden muss, kriegen sie das in die Brille eingeblendet, also zum Beispiel ‚ab nach Halle 13, zur Birkenbach-Maschine‘. Da stehen dann schon alle Werkzeuge und Vorrichtungen bereit, die sie brauchen, auf automatischen Wagen. Die müssen dann auch gar nicht mehr groß nachdenken, was sie zuerst machen sollen, denn die einzelnen Werkzeuge leuchten farbig auf – in der Brille natürlich, nicht in echt – wenn sie dran sind. Wenn dazu noch Infos nötig sind, leuchten die auch in der Brille auf. Jetzt stellt auch das mal vor: Da werden die Kollegen von Brillen durch die Gegend gehetzt! Das heißt, eigentlich sind das nicht die Brillen, sondern die Werkstücke oder Rohteile selbst, die hetzen. Die kommen – automatisch natürlich – an der Maschine an, und melden sich mit RFID bei der Maschine. Die Maschine erkennt die Teile und die gewünschten Fertigungsschritte und erkennt auch, dass sie dafür umgerüstet werden muss. Das meldet sie dann beim Planungsrechner, und der schickt die

Kommandos an die Einrichter raus. Effekt ist letztlich, dass die Kollegen nur noch durch die Hallen hetzen, Brillenbefehle abarbeiten und überhaupt keinen Plan mehr haben, was sie da eigentlich tun, und warum. Und das ist nicht nur bei den Einrichtern so.“

Thomas: „Da habt ihr ja echt die volle Packung bekommen! Bei uns ist das ganz anders. Wir machen ja Messmaschinen, kundenspezifische Einzelfertigung. Diesen ganzen RFID-Kram haben wir auch, das komplette Internet der Dinge. Alles mit allem vernetzt, jedes Teil kann mit jedem anderen reden. Das wird bei uns aber anders als bei Karlheinz eingesetzt. Also, ich sehe da zum Beispiel einen ganz großen Unterschied zu euch darin, wer jetzt wie welche Infos bekommt und was damit machen kann. Spezielle Einrichter haben wir ja gar nicht, alle im Produktionsteam können die Maschinen auch einrichten, auch zu einem guten Teil warten. Weil wir diese komplette Vernetzung haben, können wir an unseren Info-Terminals immer genau sehen, wie der Zustand in der Fertigung ist. Und noch besser: Auch, wie er demnächst sein wird, weil wir zum Beispiel immer sehen können, ob unsere Nachschubteile gerade auf der Autobahn stehen oder schon auf den Hof rollen. So können wir unsere Arbeit prima organisieren und abstimmen. Natürlich hat das auch Rationalisierungseffekte, wir schaffen pro Nase mehr als früher. Aber im Betriebsrat haben wir es auch so diskutiert, dass es keinen echten Sinn macht, Leute damit zu beschäftigen, dass sie wegen schlechter Info Dinge doppelt machen, ihre Werkzeuge suchen, rumstehen und auf Material warten, und so weiter. So ist das also jetzt bei uns. Ein bisschen mulmig wird uns aber, wenn wir in die Zukunft gucken. Der ganze Prozess wird nämlich immer selbständiger. Es ist jetzt schon so, dass uns unser dezentraler Planungsrechner Vorschläge macht, wie wir unsere Arbeit organisieren und wann wir was machen sollen. Diese Vorschläge sind oft auch ziemlich gut, denn der Rechner hat ja auch Zugriff auf alle aktuellen Daten. Im Moment ist es wohl noch so, dass unsere Kollegen mit ihrer Erfahrung meistens noch einen etwas besseren Weg finden; manchmal haben wir auch schon großen Unfug verhindert, der passiert wäre, wenn wir blind dem Computer geglaubt hätten. Angst habe ich davor, dass die Werkzeuge, Maschinen und Teile irgendwann so gut sind, dass wir aufhören, uns selbst Gedanken zu machen. Dann wären wir schon fast an dem Punkt wie die Einrichter, von denen Karlheinz erzählt hat.“

[Es folgen weitere illustre Berichte aus der betrieblichen Realität]

Paula: „So, jetzt haben wir schon mal einen Überblick. Ich mache dann mal einen Vorschlag, wie wir weiter vorgehen sollten. Es ist ja klar geworden, dass die Auswirkungen dieser Technik für unsere Kolleginnen und Kollegen sehr unterschiedlich ausfallen können, je nachdem, wie die Technik, wie aber auch die Organisation in den Betrieben konkret aussieht. Um da mal nach vorne zu kommen, sollten wir uns eine Möglichkeit schaffen, in der Technik- und Organisationsentwicklung ein bisschen mitmischen zu können. Unsere Kollegen vom Bundesvorstand haben ja politisch durchgedrückt, dass in den neuen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen zur Smart Factory auch immer das Arbeitsleben mit berücksichtigt werden soll, und dass Projekte gefördert werden, die das bei der Technikentwicklung von Anfang an auch so umsetzen. Ich finde, wir sollten ein solches Projekt für Dingdorf an den Start bringen. Beim DGB-Technologiediskurs habe ich Leute vom „Institut für Allgegenwärtige Intelligenz“ kennengelernt, die könnten in so einem Projekt die technische Seite machen. Dann brauchen wir auch Wirtschaftswissenschaftler, die zeigen, dass das auch wirtschaftlich sinnvoll ist und natürlich Arbeitswissenschaftler. Von denen waren auch welche beim Diskurs dabei, die könnte ich ansprechen. Am wichtigsten ist aber, dass Betriebe mitmachen, damit das ganze dann nicht an der Wirklichkeit vorbeigeht.“

Dagmar: „Da haben Thomas, Lilli und ich schon in der Kaffeepause drüber gesprochen. Wir denken, dass so etwas für unsere Betriebe interessant ist. Wir werden gleich morgen mit unseren Chefs mal darüber reden.“

Paula: „Sehr gut, dann wissen wir ja auch schon, wer was als nächste Schritte macht. In zwei Wochen treffen wir uns hier wieder. Dann klären wir, wie wir das mit dem Projekt konkret angehen. Habt ihr noch Fragen?“

Kurt: „Schreibt eigentlich keiner das Protokoll der heutigen Sitzung?“

Paula (schaut verwundert): „Wieso? Das habt ihr doch schon. Schaut doch mal auf eure Handys!“

[Alle holen ihre elektronischen Helferlein hervor und schauen in den Posteingang]

Kurt: „Tatsächlich, da ist es. Wie ging denn das so schnell?“

Paula: „Ich dachte, ihr kennt alle schon unser neuestes Spielzeug (zeigt auf das elektronische Flipchart an der Wand). Habt ihr euch gar nicht gewundert, dass auf dem Flipchart schon während der ganzen Sitzung Stichworte zu euren Redebeiträgen aufgetaucht sind?“

Stefan: „Ich dachte, du machst das irgendwie (lacht) durch Telepathie oder so...“

Paula: „Nein, nein, das geht automatisch. Da ist ein SemanticProzessor drin, der macht die Stichworte und verbindet sie sinngemäß zu ganzen Sätzen. Und wenn er merkt, dass die Sitzung vorbei ist, macht er ein Protokoll und schickt es an alle Teilnehmer.“

Kurt (überfliegt das Protokoll): „Hm, hätte nie gedacht, dass das eine Maschine gemacht hat. Manchmal sind die Formulierungen noch ein bisschen steif, aber insgesamt schon ziemlich klasse“

Paula: „Das Ding funktioniert aber nur in unserem Themenbereich ganz ordentlich. Wenn du übers Wetter reden willst, musst du es neu einrichten.“

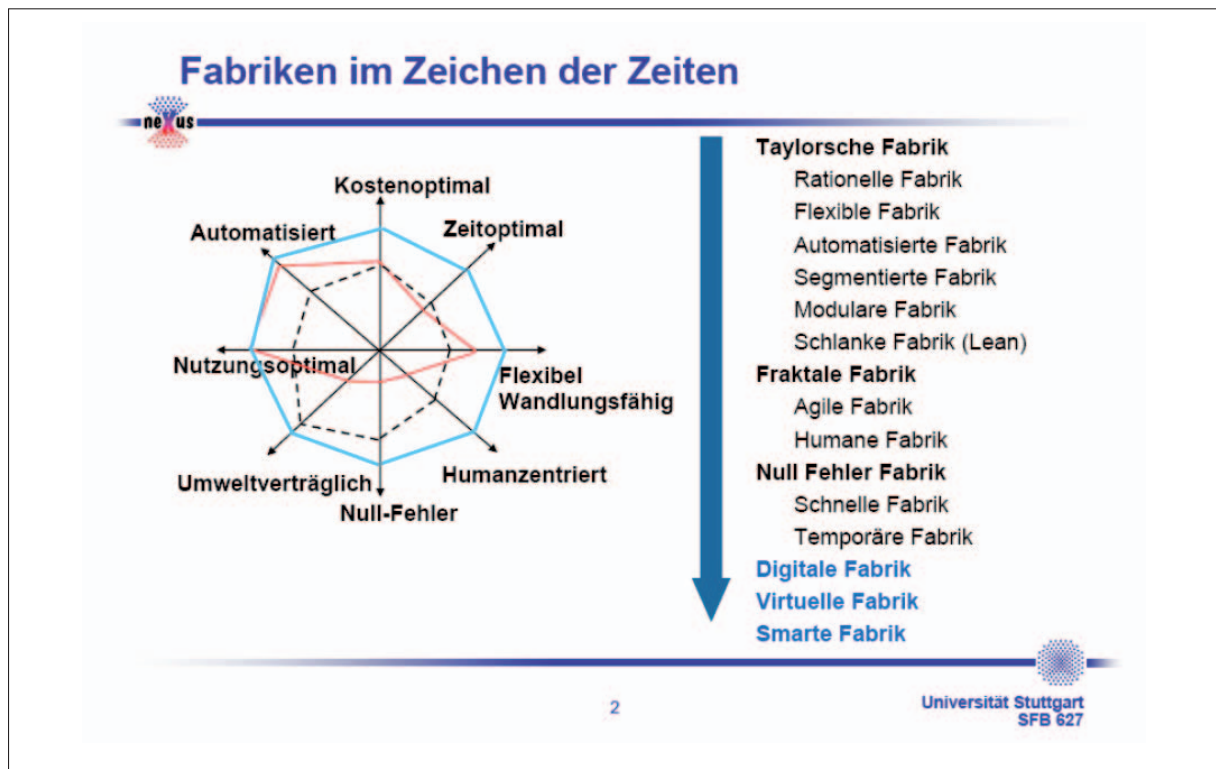
Karlheinz: „Na toll - mit oder ohne Daten-Brille?“

### 3.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich Produktion – Fertigungsplanung

Die Entwicklungen, die das Internet der Dinge im Bereich der Produktion und Produktionsplanung auslösen könnte, lassen sich am besten nachvollziehen, wenn man sie einordnet in einen etwas breiter angelegten Blick auf die Geschichte der Fabrik.

zeigt aus der Sicht von Prof. Engelbert Westkämper vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart, die Entwicklung der Fabrik im letzten Jahrhundert bis in die nähere Zukunft.

**Abbildung 4: Entwicklung der Fabrik gestern, heute, morgen (diese und die folgenden ähnlichen Abbildungen aus Westkämper, 2005)**



In der Vergangenheit unterscheidet er zwei Philosophien der Fabrikgestaltung:

- Unter dem Begriff ‚Taylorsche Fabrik‘ fasst er den klassischen Gedanken der Rationalisierung durch horizontale und vertikale Arbeitsteilung, in allen seinen Formen von der frühen Automatisierung und Rationalisierung an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert bis hin zum Lean Management der Achtziger- und Neunzigerjahre. Auch der Versuch einer systemischen Rationalisierung durch Computerintegration aller Fertigungsprozesse – das Computer Integrated Manufacturing (CIM) – gehört hierher.
- Die Fraktale Fabrik bezeichnet hier die ebenfalls in den Neunzigerjahren aufgekommenen post-tayloristischen Produktionskonzepte. Hierzu gehörte die Segmentierung der Fabrik in möglichst autonom handlungsfähige Segmente (Fraktale) und eine veränderte Rationalisierungslogik hinsichtlich der Mitarbeiter: Im Unterschied zum Taylorismus, der auf möglichst standardisierte Arbeitsabläufe und niedrige Qualifikationsanforderungen setzte, sollten durch Gruppenarbeit und Einbindung der Mitarbeiter und ihrer Kenntnisse und Erfahrungen Selbstoptimierungspotenziale erschlossen werden (deshalb auch ‚humane Fabrik‘).

Den aktuellen Zustand, der stark durch Prozessorientierung geprägt ist, charakterisiert Westkämper als ‚Null-Fehler-Fabrik‘.

Die zukünftigen Entwicklungen sind seiner Ansicht nach durch drei Aspekte gekennzeichnet:

- Digitale Fabrik: Digitale Produktbeschreibungen liegen bereits in vielen Fällen vor (CAD-Daten, weitere elektronische Produktdaten, wie sie im Rahmen des Produktdatenmanagements [PDM] etwa für die Beschaffung und die Arbeitsplanung verwendet werden). Auch Arbeitspläne und Maschinenprogramme liegen in der Regel digital vor. Der nächste Schritt – der an dieser Stelle auch über die bestehende CIM-Philosophie hinausgehen würde – wäre die digitale Beschreibung von Produktionsmitteln bis hin zur digitalen Abbildung der gesamten Fabrik. Durch eine solche Digitalisierung des Gesamtsystems ergeben sich neue Möglichkeiten der rechnergestützten, ggf. auch (teil-)automatisierten Produktionsplanung und -steuerung.
- Die virtuelle Fabrik hat zwei Aspekte: Einerseits sind hier neue Formen der internetbasierten Kommunikation und Koordination zwischen Kunden, Zulieferern, Endprodukte-Herstellern (OEMs) und weiteren direkt oder mittelbar an der Produktion beteiligten Partner angesprochen. So können etwa durch elektronische Beschaffung Kunden mehr oder weniger direkt auf interne Prozesse des Lieferanten zugreifen. In erweiterten Unternehmen werden Zulieferer internetbasiert entlang der Wertschöpfungskette in unternehmensübergreifende Planungssysteme einbezogen. Der zweite Aspekt bezieht sich auf einen zunehmenden Einsatz von Techniken der Virtuellen Realität, etwa in der Kommunikation mit dem Kunden oder in der Fabrikplanung.
- Die smarte Fabrik schließlich baut insbesondere auf der digitalen Fabrik auf und benutzt – das ist das Charakteristische – Techniken des Internets der Dinge (bzw. Ubiquitous Computing) vor allem dazu, von einem statischen zu einem dynamischen, d.h. in Echtzeit die aktuellen Zustände des gesamten Produktionssystems abbildenden digitalen Modell zu kommen. Durch RFID-Transponder an Teilebehälter, Vorrichtungen, Werkzeugen entsteht – kombiniert mit den vorliegenden digitalen Beschreibungen der Produkte und Produktionsanlagen – ein sekundengenau aktualisiertes ‚Bild der Fabrik‘. Auf dieser Grundlage sollen Planungs- und Steuerungsprozesse schneller, genauer und realitätsgerechter ablaufen können. Auch für die (Teil-) Automatisierung dieser Planungs- und Steuerungsprozesse entstehen neue Möglichkeiten. Leitgedanke ist hier: Von der Plan-Fabrik zur Echtzeit-Fabrik.

Grundsätzlich geht es dabei um eine Überlappung des Gedankens von Gruppenarbeit (s.o.) durch hochqualifizierte Arbeiterinnen und Arbeiter einerseits und der „smarten Fabrik“ andererseits. Beide Konzepte setzen nicht auf eine starre und vermeintlich „perfekte“ Vorausplanung komplexer Prozesse, sondern auf ein aktives System, das flexibel und rasch auf aktuelle Anforderungen reagiert – ganz gleich, ob dies spezielle Kundenwünsche oder aber Probleme im Produktionsprozess sind. In diesem Sinn würde die Nutzung von IoT-Technologien zur Schaffung einer smarten Fabrik eine qualitative Verbesserung der (menschlichen) Arbeit bedeuten, da das Personal flexible Tätigkeiten mit einem gestiegenen Grad an Verantwortung ausführt.

Abbildung 5: Die digitale Fabrik

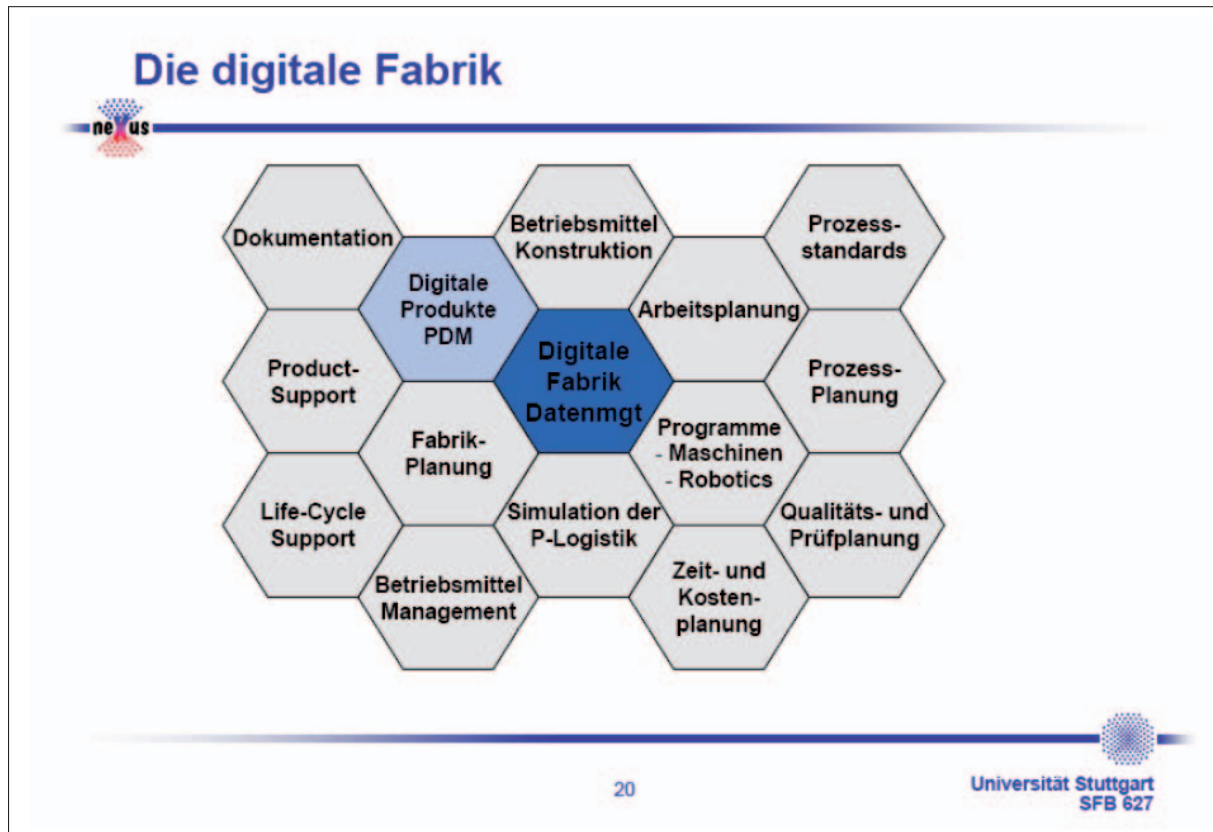


Abbildung 5 zeigt die zentrale Rolle der Digitalisierung der Fabrik für alle Planungs- und Steuerungsfunktionen produzierender Unternehmen.

Die zentrale technologische Voraussetzung für den Übergang von der ‚einfachen‘ digitalen Fabrik zu einer ‚echtzeitorientierten‘ smarten Fabrik ist das Internet der Dinge (IoT) oder das Ubiquitous Computing bzw. Pervasive Computing (PvC). IoT-Techniken erlauben es, durch extrem kurzzyklischen, automatischen Datenaustausch zwischen nahezu allen relevanten Elementen der Fabrik ein dynamisches, realistisches Abbild des Produktionssystems zu erzeugen.

Theoretisch könnte man sich vorstellen, dass ein einheitliches digitales Modell der Fabrik bestehen könnte, einschließlich aller Produkte, Rohstoffe, Produktionsanlagen, Werkzeugen etc. Die realen Objekte in der Fabrik würden dann in einer ebenfalls einheitlichen ‚Sprache‘ mit ihren digitalen Abbildern kommunizieren und diese jeweils aktualisieren.

In der Praxis ist ein solches komplexes einheitliches Modell aus heutiger Sicht nicht absehbar. Eine pragmatische Lösung besteht darin, unterschiedliche Modelle, Daten und Sensorsignale in jeweils spezifischen (Teil-)Systemen – etwa für Produkte, Maschinenzustände, Werkzeuge/Vorrichtungen, Rohstoffe/Halbzeuge – zu realisieren, die dann durch eine Föderationsplattform lose integriert werden (Abbildung 6). Jedes einzelne Informationssystem (Umgebungsmodell bzw. „Context Server“ in Abbildung 6) ist in der Lage, bestimmte Teilantworten auf bestimmte Teilfragen zu geben. Im Projekt Nexus an der Universität Stuttgart<sup>3</sup> wurden Ansätze einer solchen Daten-Föderation realisiert. Die Abbildung 7 zeigt beispielhaft die Objektidentifikation im Kontext unterschiedlicher Umweltmodelle (Context Server, etwa für Werkzeuge, Behälter, Maschinen, etc.)

3 Hohl u.a. 1999

Abbildung 6: Informationsföderation als Voraussetzung der Smart Factory

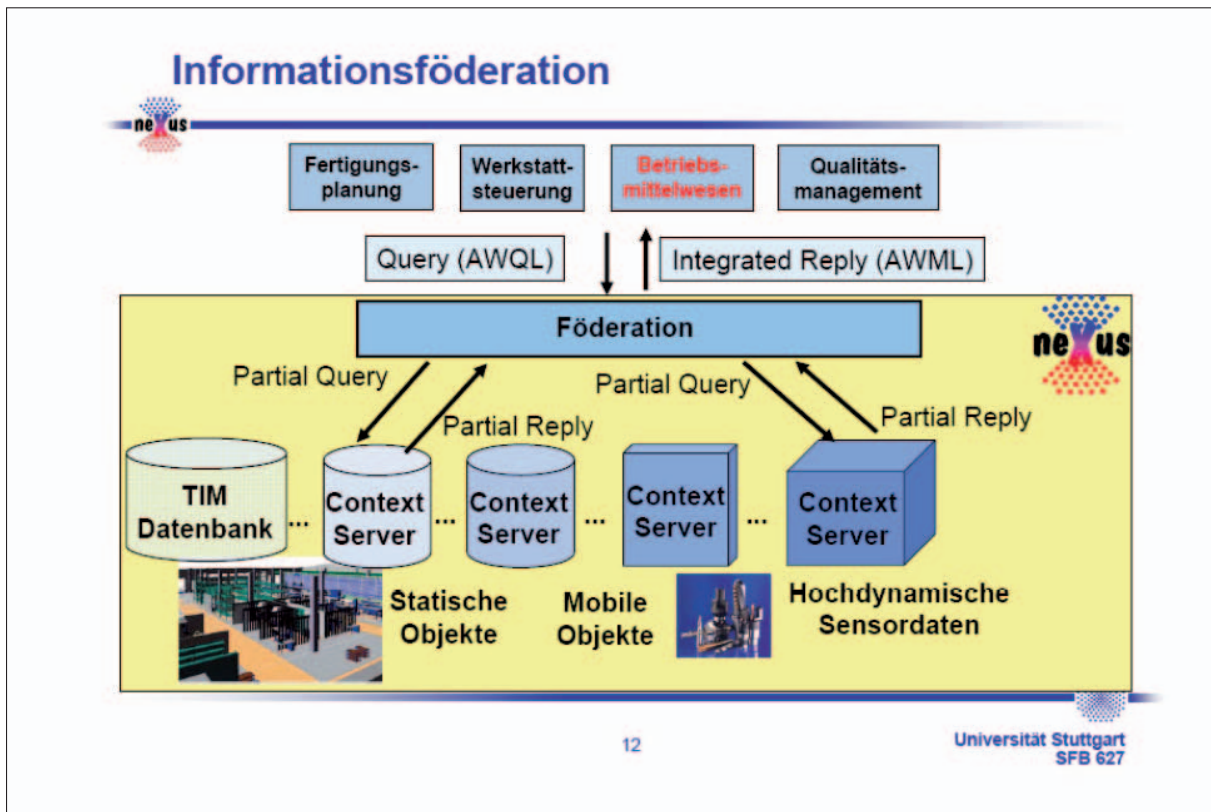
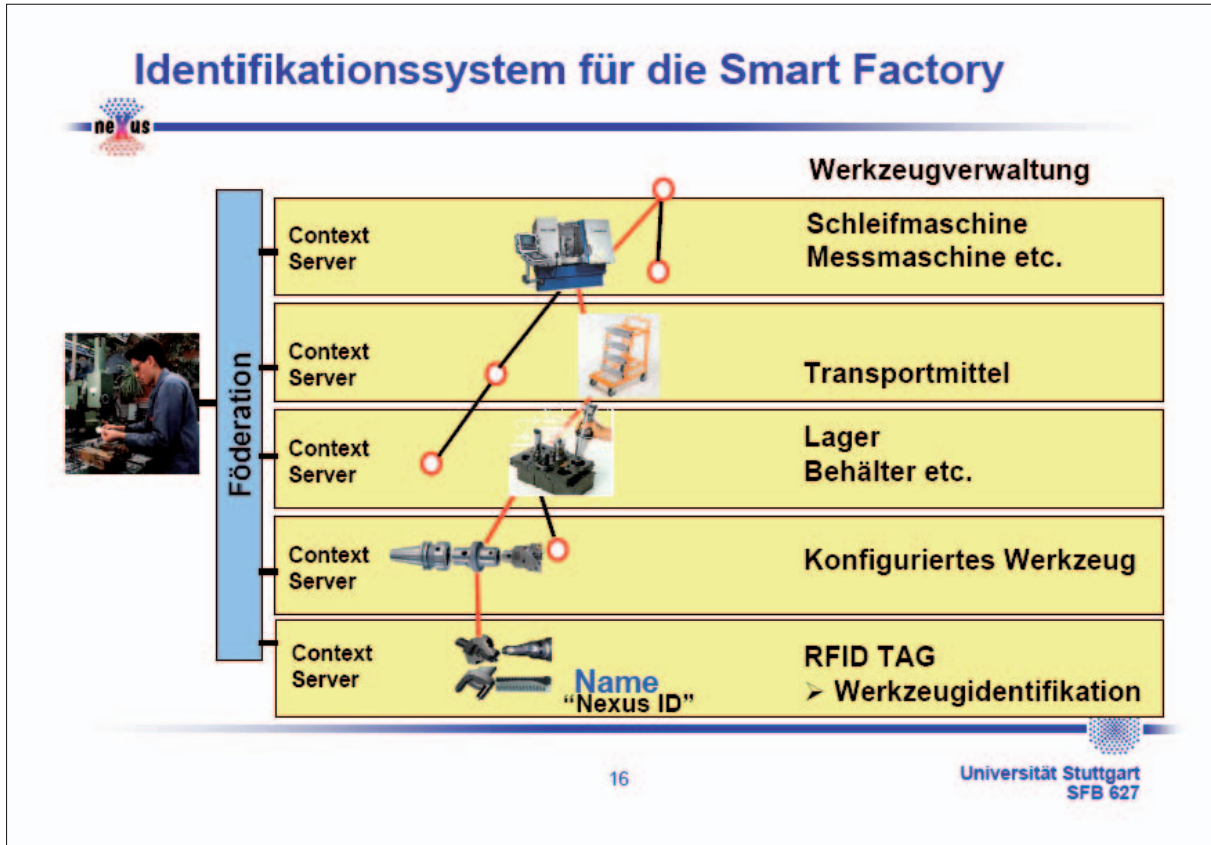


Abbildung 7: Identifikation von Objekten in unterschiedlichen Umgebungsmodellen (Context Server)



### 3.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Produktion/Fertigungsplanung

Aktuelle Anwendungen von IoT-Techniken in produzierenden Unternehmen sind einerseits stark geprägt durch die Nutzung von RFID für die zwischen- und innerbetriebliche Logistik. Andererseits sind bereits weiterreichende Konzepte erkennbar, die unmittelbar in betriebliche Planungs- und Steuerungsprozesse eingreifen und perspektivisch völlig neue Modelle der industriellen Fertigung und Organisation erkennen lassen.

Die Automobilindustrie ist ein Vorreiter bei der Nutzung von RFID-Technologie. Eingesetzt wird RFID dort bisher vor allem bei der unternehmensinternen Kontrolle der Produktion und bei der Verwaltung der Anlagen und der Ressourcen. Motive für den Einsatz von RFID/IoT-Techniken sind:

- Kontrolle der Produktionsprozesse (Effizienz und Analysen). Eine verbesserte Datenbasis über die eigenen Prozessabläufe und deren intelligente Auswertung lassen Optimierungspotenziale bei Herstellungs- und Lagerbestandskosten oder Kunden- und Produktprofitabilität erschließen. Entsprechend wird bei deutschen Branchenvertretern der Produktionsprozess selbst immer stärker Gegenstand von Analysen und Reorganisation. In geschlossenen Systemen können Unternehmen bereits über den RFID-Einsatz vorhandene Informations- und Kontrollinfrastrukturen mit erweiterten Informationen versorgen und eine Echtzeitverarbeitung der Daten ermöglichen. Die wichtigsten Anforderungen an RFID-Systeme sind neben der generellen Forderung nach zunehmender Effizienz vor allem hohe Prozesssicherheit, geringe Fehlerhäufigkeit bei hoher Qualität des Outputs, optimierte Ausnutzung der Infrastruktur und wirtschaftlicher Einsatz von Mensch und Material.<sup>4</sup> Diese Parameter sind innerhalb geschlossener Produktionsprozesse zu beachten, sie berühren zunächst nicht den Übergabepunkt fertiger Produkte an den Kunden. Sobald die Warenströme zu Kunden betroffen sind, beginnt das Zusammenspiel der Hersteller mit den Logistikdienstleistern. Für die Akteure im Bereich der Automobilindustrie stellen die internen Prozesse alleine schon ein immenses Aktionsfeld dar, das sie eigenständig bearbeiten können. Die hier aufgeführten Verbesserungspotenziale berühren kaum die Anzahl oder Qualität gegenwärtig bestehender Arbeitsplätze – auch aus Arbeitnehmersicht ist eine hohe Prozess- und Produktqualität und die Vermeidung von Ausschuss (= Ressourceneinsparung) sinnvoll. Die Änderungen werden in erster Linie die ohnehin hochqualifizierten Bereiche der Qualitätssicherung und Prozesssteuerung betreffen, deren Instrumente und Aufgabenprofil sich ändern, aber kaum wegfallen wird.
- Management der Variantenvielfalt. Durch die kundenspezifische Massenfertigung ergibt sich eine sehr hohe Variantenvielfalt, die mit verschiedensten Problemen verbunden ist. Dazu gehört die zunehmende Komplexität bei der Bestellung der zu verarbeitenden Teile, die Überprüfung der fertigen Automobile hinsichtlich korrekter Zusammensetzung und auch die Steuerung der Montage. In allen drei Punkten kann RFID durch automatische Überprüfungen, automatisierte Steuerungen und automatisierte Verwaltungsvorgänge zu Zeitersparnissen führen und die Prozesssicherheit erhöhen. Allerdings sind nicht alle Funktionalitäten grundsätzlich mit der selben RFID-Technologie abzudecken. Auch in diesem Anwendungsfall sind kaum Auswirkungen auf die Arbeitsplatzsituation zu erwarten, da das Management der Variantenvielfalt in der Planung auch heute schon eine verantwortungsvolle Aufgabe ist. Durch den Einsatz von IoT-Technologien wird sich hier das Aufgabenspektrum von der Durchführung zur Überwachung verschieben, jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht ganz wegfallen. Konzentrationsprozesse sind dabei zwar zu erwarten, jedoch bewegen sich diese Positionen bereits weit oben in der Personalpyramide, sodass kein Masseneffekt absehbar ist. Die eigentliche Produktion ist bereits heute stark automatisiert, sodass ebenfalls keine weitreichenden Effekte zu erkennen sind. Stattdessen wird es durch IoT-Technologien in einigen Fällen überhaupt erst möglich, kundenspezifische Wünsche ökonomisch auszuführen und auf diese Weise den Marktanteil und die Wettbewerbsfähigkeit (= Erhalt/Ausbau von Arbeitsplätzen) zu erhalten/erhöhen.
- Nachfrageorientierte Produktion. Die Suche nach Optimierungspotenzialen ist nicht abgeschlossen, sondern wird stetig weitergeführt. Aspekte wie die notwendige Erhöhung von Transparenz und Reaktionsvermögen auf Veränderungen des Marktes zwingen die Automobilbranche dazu, Qualitätssteigerungen mit Kostensenkungen zu kombinieren. Eine effektive Steuerung von Produktionsabläufen ist abhängig von der Genauigkeit der Daten und ihrer zeitlichen Verfügbarkeit. Hier setzen die Möglichkeiten der RFID-Technologie direkt an.

<sup>4</sup> Vgl. Lampe/Flörkmeier 2005.



- Verringerung der Ausfallzeiten. Bei entsprechender Softwareunterstützung kann RFID die Wartung von Maschinen und Anlagen unterstützen. Über mikroelektronische Sensoren kombiniert mit RFID-Tags oder die Nutzung von RFID-Tags im Kontext von Wartungsprozessen kann die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen gesenkt werden. Unterstützt wird dabei z.B. die Einhaltung von Wartungszyklen durch RFID-gesteuerte Push-Informationen. Die Auswertung von Maschinendaten wie Standort, Benutzerstatus, Produktionsschritte und Sensordaten können helfen, die Performance zu optimieren und die Nutzungsrate zu steigern.
- Asset Management. Die Transparenz des Bestandes an Material, unfertigen Produkten aber auch Maschinen und Anlagen sind wesentliche Informationen für die Optimierung von Fertigungsabläufen. In der Automobilindustrie werden intern diverse Transportmittel eingesetzt, um Einzelteile vom Lager zur Verarbeitung bringen. Die Information über Ort und Auslastung dieser Transportmittel ist sehr wichtig, um sie gezielt einzusetzen. Weiterhin müssen Lagerbestände effizient verwaltet werden. Langsame Zugriffe und Verwechslungen stellen Kostentreiber dar.
- Sicherheit, Rückrufe, Services. Durch RFID kann die Produktionssicherheit erhöht werden. Beispielsweise kann an vielen Stellen die Verwechslung von Einzelteilen ausgeschlossen werden. Die Ausstattung der Einzelteile durch tags kann außerdem die Verwaltung der Teilhistorien deutlich vereinfachen und so auch Rückruf-Aktionen erleichtern. Nachbestellungen oder und damit der Austausch von Einzelteilen können mit der RFID-Information leichter durchgeführt werden. Dies ist in Form von Services später auch für Kunden spürbar.
- Verringerung von Kapitalbindungszeiten. Durch effizientere Lagerhaltung und verbesserte Verfügbarkeit von Zulieferteilen lassen sich wesentliche wirtschaftliche Effekte erzielen.
- Effiziente Gestaltung der Supply Chain. Die Wertschöpfung innerhalb der Automobilindustrie ergibt sich aus dem Zusammenwirken von diversen Zulieferbetrieben, Logistikdienstleistern, OEMs und Handelsorganisationen. Bedingt durch die häufig weltweiten Absatzperspektiven, sind Fahrzeughersteller und Zulieferer bereit, zur Steuerung und Optimierung der Supply Chains in erheblichem Masse in innovative Technologien zu investieren. In einer älteren Studie wurden beispielsweise die Ineffizienzen im Automobilhandel untersucht. Darin werden 30 % der Transaktionen im Warenverkehr als nicht Wert schöpfend identifiziert. Dazu zählen doppelte Dateneingaben, manuelle Dateneingaben, redundante Datensammlungen und wiederholte Datenanalysen.
- Einhaltung gesetzlicher Vorgaben. U.a. wurden in den USA gesetzliche Richtlinien erlassen, die z.B. die Rückverfolgbarkeit der Einzelteile in Kraftfahrzeugen fordert und alle Hersteller und Zulieferer verpflichtet, sicherheitsrelevante Mängel offiziell zu melden. Die Rückverfolgbarkeit stellt auch im Handel und der Konsumgüterindustrie einen Anreiz zur Einführung von RFID in der Produktionskette dar. Das Thema Rückrufaktionen aufgrund technischer Mängel hat die Automobilindustrie in den letzten Jahren wiederholt beschäftigt. Das Kraftfahrt-Bundesamt hat allein im Jahr 2007 157 Aktionen starten müssen. Für die Hersteller ist die eindeutige Identifikation des gesamten Fahrzeugs und einzelner Fahrzeugkomponenten von immenser wirtschaftlicher Bedeutung. RFID-tags ermöglichen nicht nur die genaue Identifikation, sondern ermöglichen auch die Speicherung der Herstellungshistorie und damit die genaue Eingrenzung der Rückrufteile.

Zu den ‚stilbildenden‘ praktischen Realisierungen in der Automobilindustrie gehören die folgenden Beispiele:

- Im BMW-Werk Leipzig wurde eine Lösung implementiert, mit der fahrerlose Transportfahrzeuge gesteuert werden, die Zulieferteile am Standort transportieren. Dafür werden unterschiedliche Funktechnologien – WLAN, RFID und Bluetooth – parallel eingesetzt. Während die Steuerung dieser Transporte über WLAN implementiert ist, werden Karosserien und Einbauteile mit Transpondern ausgestattet und können so automatisch erfasst werden. Die größte Schwierigkeit bei der Umsetzung bestand in einem reibungslosen Zusammenspiel der verschiedenen Funktechnologien und der stark umgebungsabhängigen Ausbreitung der Funksignale. Dafür wurden umfangreiche Analysen der Funksysteme durchgeführt.
- Im VW-Werk in Hannover wird die RFID-Technologie zur Steuerung der Produktionsprozesse eingesetzt und - damit unmittelbar verbunden – die Organisation der Variantenvielfalt der Fahrzeuge unterstützt. Im Presswerk und bei der Karosserieverfolgung in der Wachslutanlage werden programmierbare Transponder eingesetzt, die mit 125 kHz arbeiten. Im Presswerk gefertigte Großteile werden mit Transpondern ausgestattet auf welche die Produktions- und Logistikdaten geschrieben werden, die speziell für das jeweilige Teil bzw. die

Variante zutreffen. Mit diesen Daten ausgestattet, können die Teile gelagert werden und stehen dort schnell und ohne Verwechslungsgefahr wieder zur Verfügung. Mit der verwendeten Antennentechnologie können Transponder und damit Teile identifiziert werden, die nur 55mm auseinander liegen. Ein zweites System aus Tags, Antennen und Daten, das mit dem aus der Lagerhaltung kommuniziert, begleitet die Teile durch die Wachsflutanlage, denn dort sind andere Reichweiten notwendig. Nach diesem Produktionsschritt werden beide Daten wieder miteinander abgeglichen, um Fehler zu verhindern.

- Die hauseigene interne Steuerung des Materialflusses bei VW Wolfsburg innerhalb und zwischen den Werken ist ein komplexes Problem. Ein logistisches Problem besteht in der Verwaltung und dem Zugriff auf Transportfahrzeuge, die oft spezifisch für eine Art von Teilen konstruiert sind. Diese werden oft auf jede neue Teilvariante angepasst und sind kostenintensiv. Mit einer RFID-Lösung ist eine Verbesserung der Transparenz des Verbleibs der Behälter und des Materialflusses erreicht worden. Die Behälter werden verfolgt und ein termingerechter Rückfluss erreicht. Ausgestattet sind die Behälter mit aktiven Transpondern. An strategischen Positionen in verschiedenen Werken wurden Gates installiert. Wird nun ein solches Gate passiert, so wird die Tag-Information, die Identifikationsnummer, automatisch an die EDV übermittelt. Diese Daten können visualisiert werden und stehen für Analysen Stand-, Reparatur- und Ausfallzeiten zur Verfügung.
- Das Münchener BMW-Werk synchronisiert über RFID zusammen mit einer Software zum Disponieren die LKW-Anlieferungen auf dem Werksgelände. Wegen flächenmäßiger Einschränkungen kam es vorher zu Engpässen. Außerdem konnte die Reihenfolge der Abfertigung nicht korrekt eingehalten werden und über den Zustand der Ladestellen (frei oder belegt) konnte keine präzise Aussage getroffen werden. In letzter Konsequenz konnte teilweise der Bedarf in der Produktion nicht ausreichend gedeckt werden. Mit der kombinierten Software/RFID-Lösung wird nun die Ankunft eines LKWs schon avisiert. Auf dem Werksgelände werden dann Transponder und Pager ausgehändigt mit denen die Fahrer auf dem Gelände gelotst werden.<sup>5</sup> Über die RFID-Ausgabe wird auch eine automatische Registrierung angestoßen über die der Beginn und der Abschluss des Entladevorgangs erfasst werden. So können auch die Transportpapiere schnell ausgefertigt werden.

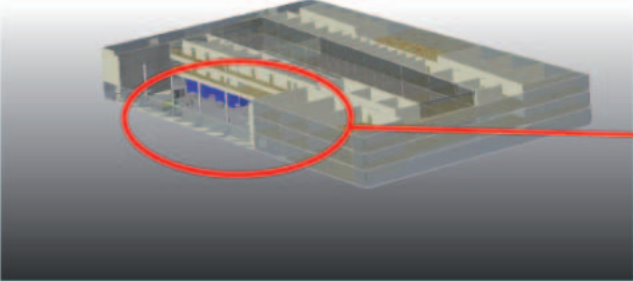
Neben solchen vornehmlich logistikbezogenen und an der aktuellen RFID-Technik orientierten Anwendungen gibt es erste Projekte, die darauf abzielen, eine Smart Factory mit IoT-Techniken zu realisieren. Ein gutes Beispiel sind hierfür Entwicklungen an der Universität Stuttgart im Bereich des Betriebsmittelmanagements.<sup>6</sup>

---

5 Vgl. BMW 2004.  
6 z.B. Jendoubi 2007.

Abbildung 8: Digitales Fabrikmodell als Voraussetzung von ‚Smart-Factory‘-Anwendungen

## Fabrik-Daten in der Smarten Fabrik – stationäre Objekte



Räumliche Repräsentation der Fabrik
Grundlage zur späteren Lokalisierung der mobilen Objekte
Erweitert um Zustandsdaten und Prozessdaten aktueller Operationen
Wird auf Spatial Model Server verwaltet

Digitale Abbildung erfolgte auf kommerziellem CAD-System; Über ein Austauschprotokoll bereits auf Context-Server implementiert


13

Universität Stuttgart  
SFB 627

Voraussetzung für ein solches, auf IoT/PvC-Techniken basierendes Betriebsmittelmanagement ist – wie für alle Smart-Factory-Anwendungen – ein digitales Fabrikmodell (Abb. 8). Ein zentraler Aspekt des Betriebsmittelmanagements ist ein möglichst aktuelles und realitätsgerechtes Bild davon, welche Werkzeuge und Vorrichtungen zum jeweiligen Zeitpunkt wo vorhanden sind. Das digitale Fabrikmodell dient dann als ‚Landkarte‘ für die Lokalisierung der einzelnen mobilen Elemente (Werkzeuge, Vorrichtungen). Die Lokalisierung selbst erfolgt mit RFID-Chips an den mobilen Objekten selbst (Abb. 9). Neben statischen Daten (Art des Werkzeugs, Abmessungen, grundlegende Geometrie- und Technologiedaten) können auch dynamische Daten (z.B. Standzeit, aktueller Zustand) gespeichert und drahtlos kommuniziert werden.

Abbildung 9: Betriebsmitteldatenerfassung durch eingebetteten RFID-Chip

## Betriebsmitteldaten in der Smarten Fabrik



**RFID**


**Empfangen**  
**Schreiben**  
**Lesen**  
**Senden**



embedded RFID-Chip (13,56 Mhz /  
neuer Standard im SCM)

Smart Tools
<b>Identifikation, Sachmerkmale</b>
<b>Stammdaten: Werkstoffe, Abmessungen, Lieferant</b>
- Geometrie-Modell
- Toleranzen
- Schnittwerte
<b>Einrichtdaten, Messdaten</b>
<b>Lebenslauf: Zustand, Standzeiten, Standwege</b>
<b>Qualitätsinformationen</b>

14



Universität Stuttgart  
SFB 627

Die Werkzeuge werden in Werkzeugträgern mit eingebetteten RFID-Lesegeräten aufbewahrt. Die Werkzeugträger lesen automatisch die Werkzeugdaten aus und zeigen ggf. bestimmte Informationen optisch an (z.B. Werkzeugzustand durch LEDs: Rot (nicht einsatzbereit), gelb (bedingt einsatzbereit), grün (einsatzbereit); ggf. Anzeige auch durch Techniken der Augmented Reality, also etwa Einspiegelung der Zustandsinformation in eine ‚Datenbrille‘, die der Einrichter trägt).

Die Werkzeugbehälter wiederum ‚rasten ein‘ auf den entsprechenden Transportwagen. Dort werden sie automatisch mit Energie versorgt und registriert. Die Daten werden ausgelesen und an den Context Server der Nexus-Plattform übertragen. Damit stehen die Positions- und Zustandsdaten aller Werkzeuge auf diesem Transportmittel zentral zur Verfügung und können zur automatischen Aktualisierung des digitalen Fabrikmodells verwendet werden.

Empfang und Übertragung der Daten erfolgt durch Funksender-/Empfänger, die ggf. auch Identitäts- Positionsdaten der Mitarbeiter empfangen und weiterleiten können, sofern die Mitarbeiter mit entsprechenden RFID-Chips ausgerüstet, bzw. anderweitig eindeutig identifizierbar sind.

Diese prototypischen Entwicklungen stellen erste Schritte dar auf dem Weg zur Smart Factory. In diesem Beispiel beschränken sich die Funktionen noch vornehmlich darauf, eine aktuelle Datenlage zur Verfügbarkeit und zum Standort von Werkzeugen zu erzeugen. Auf dieser Grundlage können dann beispielsweise Suchzeiten (Arbeitskosten) oder auch zu hohe Bestände an Werkzeugen (Investitionskosten) vermieden werden. Die zu Grunde liegende Philosophie des digitalen Fabrikmodells, der spezifischen Umweltmodelle und deren Interaktion mit ‚smarten‘ Objekten lässt allerdings noch wesentlich weiter reichende Anwendungen zu, bis hin zu einer (teil-)automatischen, dezentralen Fertigungsplanung und -steuerung oder auch einer (teil-)automatischen Konfiguration von Produktionssystemen (vgl. Abschnitt 3.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen).

Eine weitere aktuelle Entwicklung, die ebenfalls in bestimmten Aspekten auf IoT/PvC-Techniken zurückgreift, ist das Konzept der individualisierten Massenfertigung (mass customisation). In früheren Phasen der Produktions-

technik war es prinzipiell nicht möglich, den Widerspruch zwischen Individualität des Produkts einerseits und niedrigen Kosten des Produkts durch Massenfertigung („Skaleneffekt“) andererseits aufzulösen. Auch die flexible Automation der 1980er und 1990er Jahre konnte dieses Problem zwar mildern, aber nicht grundsätzlich lösen. Heute wird auf der Basis der bereits unter dem Schlagwort der Digitalen Fabrik diskutierten Technik versucht, kundenspezifische Maßprodukte (Losgröße 1) automatisch herzustellen. Der Grundgedanke dieses Produktionskonzepts soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Die Europäische Kommission förderte in den Jahren 2001 Bis 2004 die Entwicklung eines prototypischen Produktions- und Vertriebssystems für automatisch hergestellte Maßschuhe (Euro-Shoe).

**Abbildung 10: Individualisierte Massenfertigung: EuroShoe (links: Erfassung der Fußgeometrie mit 3D-Scanner; rechts: „Magic Mirror“; Quelle: Chiodi, 2003)**



Am Anfang der kundenspezifischen Beschreibung und Produktion eines Maßschuhs steht die digitale Vermessung der Füße des Kunden mit einem 3D-Scanner (Abb. 10, links). Solche Scanner können in Schuhgeschäften oder Kaufhäusern aufgestellt werden. Der Kunde wählt dann rechnergestützt aus verschiedenen Optionen das grundsätzliche Design, Material, Farbzusammenstellung und weitere Produktmerkmale des Schuhs aus. Aus der Kombination der 3D-Daten der Kundenfüße und der vom Kunden ausgewählten Produktmerkmale entsteht automatisch ein 3D-Modell des zukünftigen Schuhs. In einem „magischen Spiegel“ kann der Kunde direkt im Schuhgeschäft prüfen, wie die neuen Schuhe an seinen Füßen aussehen werden. Dazu wird ein digitales Modell des Schuhs einer Videoaufnahme des Kunden überlagert (Abb. 10, rechts).

Die digitalen Produktdaten stellen die Grundlage für eine weitgehend automatisierte Produktion des individualisierten Schuhs dar. Sowohl Planungsdaten als auch Programme für die unterschiedlichen computergesteuerten Fertigungsmittel werden aus den digitalen Produktdaten abgeleitet. Diese Fertigungsmittel erlauben es, mit Hilfe von für jeden Kunden individuell automatisch gefrästen Leisten und weiteren innovativen Techniken, wie etwa einer Maschine zur automatischen Fertigung von Maß-Fußbetten, kundenspezifische Maßschuhe herzustellen.

RFID und weitere IoT-Techniken sind für solche Produktionskonzepte insbesondere dazu notwendig, die Vielzahl spezifischer Werkzeuge und Vorrichtungen – im Beispiel der Euro-Shoe-Fabrik etwa die kundenspezifischen Leisten – automatisch zu identifizieren und zu verwalten.

Im Projekt Euro-Shoe wurden alle Komponenten der Produktionstechnik, der 3D-Scanner und die Datenintegration vom Schuhgeschäft bis zur Fabrik prototypisch realisiert. Eine Experimentalfabrik wurde in Italien aufgebaut. Inwieweit und ggf. wann das Konzept von der Industrie kommerziell aufgegriffen wird, ist noch nicht absehbar.

## 3.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen

### 3.5.1 Roadmap

Im Bereich der industriellen Produktion lassen sich – etwa gestützt auf die Roadmaps der Europäischen Technologieplattform MANUFUTURE ([www.manufuture.org](http://www.manufuture.org)) – drei übergeordnete Trends erkennen, die sich auf folgende Aspekte beziehen:

- I. **Neue Modelle der Organisation von Unternehmen und unternehmensübergreifenden Netzen, bis hin zur ‚fabriklosen Fertigung‘.**
- II. **Die bereits angesprochene individualisierte Massenfertigung.**
- III. **Das selbstkonfigurierende oder sogar selbstorganisierende Produktionssystem.**

#### Zu I.:

Entstehende Modelle der Unternehmens- und Netzwerkorganisation beziehen sich auf die Konzepte des ‚Erweiterten Unternehmens‘ und des ‚Virtuellen Unternehmens‘:

- Erweiterte Unternehmen entstehen dadurch, dass in Wertschöpfungsketten (Kunden-Lieferanten-Ketten) verbundene Unternehmen durch IuK-Techniken wesentlich stärker als zuvor miteinander verwoben werden. Ein Beispiel sind überbetriebliche Planungssysteme, die die Produktions- und Logistikprozesse aller Lieferanten und der Endprodukt-Herstellers (OEM) miteinander koordinieren. Aus der Perspektive dieses Systems besteht quasi nur ein einziges Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette.
- Virtuelle Unternehmen stellen demgegenüber Kooperationsnetze von Unternehmen dar, die üblicherweise nicht in Kunden-/Lieferanten-Beziehungen zueinander stehen, sondern eher komplementäre oder sogar identische Dienste bzw. Produkte anbieten. Beispiele für virtuelle Unternehmen sind etwa Kooperationen von Bauhandwerkern, die sich IuK-gestützt zusammenschließen, um Aufträge akquirieren zu können, für die jeder einzelne Partner entweder nicht über bestimmte Kompetenzen, oder aber nicht über die notwendigen Kapazitäten (Mitarbeiterzahl) verfügen würde. Gegenüber dem Kunden tritt dieses Netzwerk wie ein Unternehmen auf, was etwa durch Generalunternehmerschaft eines Partners bezogen auf diesen Auftrag realisiert wird. Solche Kooperationen sind prinzipiell nichts Neues, allerdings ermöglichen moderne IuK-Techniken neue Optionen, wie etwa die Kooperation räumlich weit entfernter Partner, oder aber die Kontakte zu räumlich weit entfernten Kunden.

Vor dem Hintergrund dieser Konzepte der Unternehmens- und Netzwerkorganisation eröffnen technische Entwicklungen weitere Möglichkeiten. Sensoren, internetbasierte Übertragungstechniken und Techniken der ‚angereicherten Realität‘ (Augmented Reality) bzw. sogar Telepräsenz<sup>7</sup> können als Basis für die Ferndiagnose, perspektivisch auch der Fernwartung von Maschinen und Anlagen dienen.

Dadurch wiederum werden Betreibermodelle erleichtert: Maschinenhersteller verkaufen nicht mehr ihre Maschinen, sondern Produktionsleistung. Die Anlage bei der Anwenderfirma bleibt im Besitz des Herstellers, der für ein bestimmtes Maß an Verfügbarkeit bezahlt wird. Damit bleibt auch die Wartung und Reparatur der Anlagen in der Verantwortung des Herstellers. Letztlich entstehen „fabriklose Hersteller“, die selbst gar nicht mehr über Produktionsanlagen verfügen.

---

<sup>7</sup> Telepräsenz bedeutet, über neue Medientechnologien gleichzeitig an unterschiedlichen Orten virtuell anwesend sein zu können. Dabei entsteht ‚Immersion‘ in dem Maße, wie sich der Benutzer an dem entfernten (oder auch virtuellen) Ort tatsächlich anwesend fühlt.

Die beschriebene Verteilung oder Virtualisierung der Produktion wird nicht ohne Auswirkung auf das Bestehen von Produktionsstätten als feste Einheiten bleiben. Im nahe liegenden Fall werden neue Fabriken gebaut, die speziell auf die Möglichkeiten und Erfordernisse der verteilten Produktion zugeschnitten sind. Bei der dafür notwendigen Fabrikplanung ist es möglich, nicht nur technische, sondern auch ergonomische und organisatorisch-qualifikatorische Belange der Belegschaft zu berücksichtigen und so zur weiteren Humanisierung der Arbeitswelt beizutragen.

Durch immer neue Konstellationen und Kooperationsbeziehungen ist es denkbar, dass Betriebsstätten immer kleiner und flexibler werden und so zu einer kompletten Neuordnung der industriellen Produktion führen. Die Auswirkungen auf den „Faktor Mensch“ sind dabei kaum absehbar: Stehen der heutigen Festanstellung zukünftig temporär und örtlich begrenzte „Freelancer-Modelle“ gegenüber, da mittels Internet der Dinge jener Prozess vollzogen wird, der durch das bestehende Internet bereits viele Formen der „Kopfarbeit“ (Freischaffende, Medien- und Kreativarbeit, Agentur- und Dienstleistungen) umgewälzt und neu organisiert hat?

## Zu II.:

Auf den zweiten Trend, die **individualisierte Massenfertigung**, wurde bereits eingegangen. Dieses Konzept zielt letztlich darauf ab, durch die Aufhebung des Widerspruchs zwischen Individualität und Kosten eines Produktes Fertigung in Europa wettbewerbsfähiger zu machen: Maßprodukte (fast) zum Konfektionspreis! Wesentliche technische Voraussetzungen sind:

- Techniken der digitalen/smarten Fabrik, also digitale Modelle zumindest des Werkstücks/Produkts und digitale Steuerung von Maschinen einerseits, andererseits IoT-Techniken, wie etwa (intelligente) RFID-Chips, zur Überwachung, Steuerung und Planung des komplexen Produktionsablaufs.
- Techniken aus dem Bereich der Simulation und der Virtual/Augmented Reality unterstützen eine intensivere Einbindung der Kunden in den Entwurfs- und Produktionsprozess; elektronische Beauftragung erlaubt den Durchgriff des Kunden in Planungs- und Steuerungsprozesse beim Hersteller (Trend hin zur „Open Innovation“ und zum „Prosumieren“).

Gemeinsam mit dem Konzept der verteilten Produktion kann die individuelle Massenfertigung neue industrielle Strukturen hervorbringen. So ist denkbar, dass der Kunde in kleinen „Produktions-Salons“ (beispielsweise als „Shop in Shop“-Lösung in großen Verbrauchermärkten) sein individuelles Produkt herstellen lässt (eine weitere Steigerung wäre das „Home Fabbing“). Für die Produktion stellt sich dabei neben technischen und Effizienzfragen die große Herausforderung, wie eine Gewährleistung auch dann aufrecht erhalten werden kann, wenn beispielsweise technische Geräte nach individuellem Kundenwunsch erzeugt werden – haftet der Produzent oder der Kunde für technische Mängel und dadurch verursachte Schäden?

## Zu III.:

Der vielleicht visionärste Trend ist das selbstkonfigurierende oder sogar **selbstorganisierende Produktionssystem** (Abb.11). Dieses Konzept kann als eine Weiterentwicklung der smarten Fabrik interpretiert werden. Die smarte Fabrik sieht zunächst nur eine automatische Datenübertragung und -integration im Rahmen eines digitalen Fabrikmodells vor. Planung und Steuerung sind hier eher zentral ausgerichtet und basieren auf menschlicher Intelligenz, gestützt auf leistungsfähige IuK-Techniken. Ein selbstkonfigurierendes Produktionssystem würde demgegenüber stärker auf dezentraler, ‚intelligenter‘ Technik aufbauen: Maschinen „kennen“ ihren Zustand und ihre Möglichkeiten, ‚erkennen‘ am Werkstück die notwendigen Fertigungsoperationen, wissen, welche Werkzeuge und Vorrichtungen notwendig sind und wo sie sich befinden. Auf dieser Basis werden Umrüstvorgänge automatisch geplant und eventuell sogar – über entsprechende automatische Maschinenkomponenten oder Handhabungssysteme – automatisch ausgeführt.

Eine selbstorganisierende Fabrik schließlich ist eine Vision, die intelligenten dezentralen technischen Akteuren Überwachungs-, Planungs- und Steuerungsprozesse weitgehend überträgt: Werkstücke und Produktionsmittel handeln gleichsam den jeweils besten Auftragsdurchlauf untereinander aus und setzen ihn

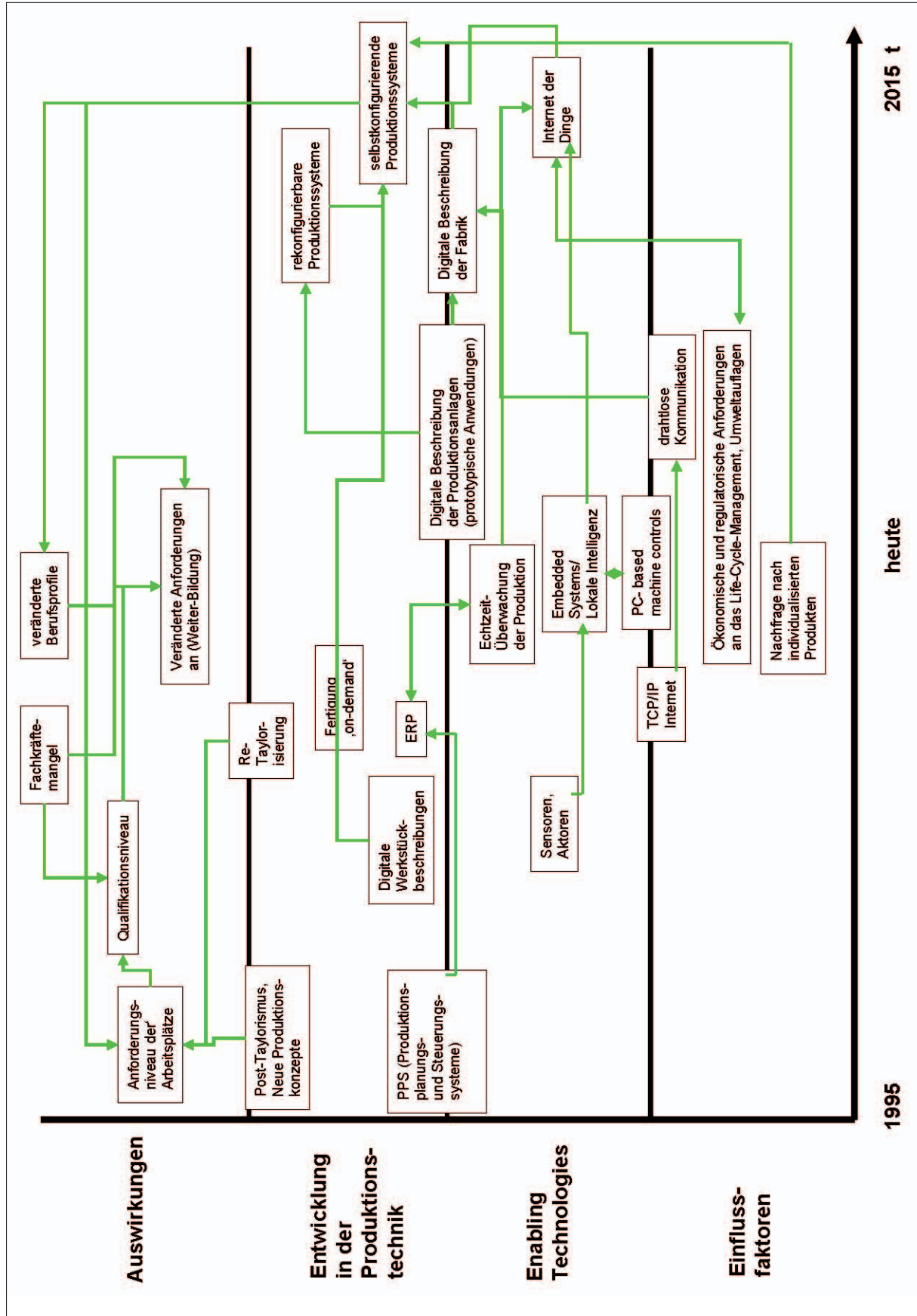
automatisch um; auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren sie flexibel und dezentral, ggf. unter Einschaltung zentraler Instanzen. Neben den bereits diskutierten IoT-Techniken dürften für ein solches Konzept „kognitive technische Systeme“ notwendig sein, also dezentral, an den Objekten des Internets der Dinge selbst verfügbare Funktionen, die bestimmte Aspekte intelligenter Leistungen (wahrnehmen, erinnern, denken, planen) automatisiert umsetzen können. Zur Realisierung solcher Systeme werden zwei Wege diskutiert:

- Die Fortentwicklung klassischer Ansätze der künstlichen Intelligenz (KI), die versucht, menschliche Denkleistungen technisch zu implementieren. Dabei gibt es zwei Strömungen: Die symbolische KI versucht, von oben her z.B. Problemlöseprozesse zu analysieren und technisch zu implementieren (Beispiel: Expertensysteme). Die neuronale KI setzt ‚von unten her‘ am einzelnen Neuron an, um menschliche Intelligenz ausgehend von der neuronalen Basis zu modellieren (Beispiel: neuronale Netze).
- Neuere Konzepte, die schon von der Sache her eine hohe Affinität zum Internet der Dinge aufweisen, stellen die Schwarmintelligenz (kollektive Intelligenz) in den Vordergrund (verteilte künstliche Intelligenz). Wie in einem Schwarm von Vögeln oder Insekten sollen in künstlichen Systemen, die aus vielen vergleichsweise einfachen Elementen (Agenten) bestehen, ‚intelligente‘ Leistungen hervorgebracht werden, die weit über die recht begrenzten Möglichkeiten der einzelnen Agenten hinausgehen.

Wichtig wird es sein, dass die Beschäftigten in diesen Visionen und ihren möglichen Umsetzungen nicht als (einzuberechnender) Störfaktor gesehen werden, sondern als wesentliche Akteure, als Partner des Gesamtsystems. Auch wenn Steuerungsentscheidungen (teil-)autonom durch die „intelligenten“ Anlagen fallen, müssen Menschen weiter Einfluss auf ihre Arbeitsbereiche behalten. Im besten Fall kann die Individualisierung und Flexibilisierung dazu beitragen, die einzelnen Arbeitsplätze im Sinne der Beschäftigten zu optimieren. Starre Prozessroutinen können aufgrund der erhöhten Flexibilität aufgebrochen, individuelle Anforderungen und Bedürfnisse berücksichtigt werden. Gleichwohl wird die Interaktion mit der „intelligenten“ Maschine für die Beschäftigten eine Herausforderung darstellen. Spezifische „Entscheidungen“ des Gesamtsystems können nicht wie mit einem menschlichen Interaktionspartner diskutiert werden, da die (nach wie vor rudimentäre) „künstliche Intelligenz“ auf absehbare Zeit keine „echten“ Kooperationsprozesse zulassen wird.



Abbildung 11: Roadmap selbstkonfigurierende/selbstorganisierende Produktionssysteme



### 3.5.2 Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt

Als Rationalisierungsinstrumente zielen die hier beschriebenen technologischen Konzepte weniger auf Einsparung von Personalkosten, sondern eher auf höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit in Produktions- und Logistikprozessen. Kostenreduktionseffekte sind bei den bereits realisierten und für die unmittelbare Zukunft zu erwartenden Anwendungen vornehmlich im Bereich der Material- und Investitionskosten zu erwarten. Durch ein verbessertes Werkzeug- und Vorrichtungsmanagement können beispielsweise vorhandene Produktionsmittel besser genutzt und unnötige Neuinvestitionen vermieden werden.

Verbesserte Produktionsüberwachung, -planung und -steuerung führt natürlich auch zur Vermeidung unnötiger Arbeitsschritte, wie sie etwa durch wiederholte Anpassungsplanungen oder die Suche nach ‚verschwundenen‘ Materialien, Produkten oder Werkzeugen entstehen. Dadurch entsteht indirekt auch ein Potenzial zur Einsparung von Arbeitskräften. Dieses Potenzial ist aber vermutlich nicht sehr hoch. Dem gegenüber stehen Chancen zusätzlicher Beschäftigung durch verbesserte Wettbewerbspositionen in Deutschland und Europa. Die individualisierte Massenfertigung ist ein Beispiel für ein Konzept, das es erlauben soll, an Hochlohnstandorten Produkte automatisiert herzustellen, die sonst nur sehr arbeitsintensiv – und deshalb eher nicht in Europa – gefertigt werden könnten. ‚Unter dem Strich‘ sind in näherer Zukunft auf der Basis der hier beschriebenen Technologien keine starken zusätzlichen (über den allgemeinen Produktivitätsfortschritt hinausgehenden) Effekte hinsichtlich einer Einsparung menschlicher Arbeitskraft zu erwarten.

Neben den quantitativen Auswirkungen auf die Nachfrage nach menschlicher Arbeit ist auch nach qualitativen Effekten zu fragen: Welche Arten von Tätigkeiten können durch die neuen Produktionskonzepte entfallen, und welche Auswirkungen hat das auf Inhalt und Qualität der Arbeit?

Hier ist auch zu differenzieren zwischen kurz- und längerfristiger Betrachtung. Kurzfristig können – wenn überhaupt – eher solche Arbeiten automatisierungsbedingt entfallen, die durch relativ niedrige Anforderungen gekennzeichnet sind und keine zentrale Rolle für die Qualifikations- und Kompetenzprofile der arbeitenden Menschen spielen. Längerfristig könnte sich die Situation allerdings viel dramatischer darstellen: Gelingt tatsächlich die Realisierung einer selbstorganisierenden Produktionstechnik, würden gerade solche anspruchsvollen Planungs- und Koordinierungstätigkeiten automatisiert, die einen Kernbestand qualifizierter Industriearbeit ausmachen.

Die genaue Lokalisierung von Werkstücken, die immer feinere Überwachung von Maschinenzuständen und Produktionsprozessen wird auch die Beschäftigten in die digitale Abbildung einbeziehen. Privacy-Aspekte sind spätestens dann berührt, wenn Beschäftigte in ihrer Arbeit praktisch vollständig protokolliert und diese Daten nicht nur zur Prozesssteuerung eingesetzt werden. Erste Erfahrungen in Pilotprojekten zeigen, dass die Beschäftigtenvertretungen durchaus die Möglichkeit haben, hier ein Gleichgewicht zwischen berechtigten Privacy-Interessen und optimierten Erfassungsmöglichkeiten zu erreichen. Der Einsatz von IoT-Technologien ist auch unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte möglich, den Gewerkschaften und Arbeitnehmervertretern kommt die Aufgabe zu, entsprechende Kontrollfunktionen bei der Implementierung auszuüben.

Neben solchen Auswirkungen auf die Arbeitswelt sind – in der Bilanz positive – Effekte im den Bereichen Umwelt und Konsumentenschutz zu erwarten. Durch eine automatisierte Überwachung von Transportketten und Produkt-Lebenszyklen können bedrohliche Situationen schnell erkannt und deren Ursachen gezielt beseitigt werden.

Zentrale Fragen für gewerkschaftliche Strategien in diesen Gestaltungsfeldern können sein:

- Wie werden die quantitativen und qualitativen Effekte neuer Produktionstechniken auf die Arbeit in unterschiedlichen Sektoren (Branchen, Betriebstypen, etc.) aussehen, und wie können diese Effekte genauer bestimmt werden?
- Wie lassen sich Privacy-Gesichtspunkte und IoT-Potenziale gleichermaßen umsetzen, welche Erfahrungen können hier bereits genutzt werden?
- Welche technologischen Alternativen existieren in diesen Feldern? Gibt es insbesondere auch solche technologischen Konzepte, die qualifizierte Produktionsarbeit mit hoher Verantwortung der produktiv arbeitenden Menschen unterstützt und diese nicht als Störfaktor digitalisierter, autonomer Prozesse versteht?
- Wie lassen sich die Potenziale des Internets der Dinge für eine weitergehende Humanisierung der Arbeitswelt nutzen?

- Was kann in diesem Zusammenhang aus der CIM-Debatte der 1980er und 1990er Jahre gelernt werden?

### 3.6 Literatur und Quellen

**Chiodi, A:** E-Commerce development in EUROShoE, Presentation at EFNET Congress, 12.9.2003.

**EuroShoe-Projekt:** [www.euro-shoe.net](http://www.euro-shoe.net) [Zugriffdatum nachtragen].

**Hohl, F./Kubach, U./Leonhardi, A./Rothermel, K./Schwehm, M.:** Next Century Challenges: Nexus - An Open Global Infrastructure for Spatial-Aware Applications. In: Proc. of MobiCom, 1999, S. 249-255.

**Jendoubi, Lamine:** Management mobiler Betriebsmittel unter Einsatz ubiquitärer Computersysteme in der Produktion, Dissertation, Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart, 2007.

**Manufuture High Level Group and Support Group:** ManuFuture Platform - Strategic Research Agenda, assuring the future of manufacturing in Europe, Brüssel, 2006.

**Nexus-Plattform:** <http://www.nexus.uni-stuttgart.de> [Zugriffdatum nachtragen]

**Westkämper, E.:** Integration einer „Smart Factory“ in eine Echtzeit-Produktion, Vortrag im Rahmen des 1. Nexus-Industriekolloquiums, 04.03.2005.

**Westkaemper, E./Jendoubi, L./Eissele, M./Ertl, T.:** Smart Factory - Bridging the gap between digital planning and reality. In: Proceedings of the 38th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, 2005.

#### allgemeine Literatur zum Thema:

**Bovenschulte, M./Gabriel, P./Gaßner, K./Seidel, U.:** RFID: Potenziale für Deutschland – Stand und Perspektiven von Anwendungen auf Basis der Radiofrequenz-Identifikation auf den nationalen und internationalen Märkten, 2007.

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

**Fleisch, E./Mattern, F. (Hrsg.):** Das Internet der Dinge, Berlin/Heidelberg, 2005.



## **4 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „AAL/Healthcare“**

### **4.1 Zusammenfassung**

Im Bereich Gesundheit und Pflege erfolgt eine zunehmende Technisierung der Patientenversorgung. Neben den schon seit jeher technischen Diagnose- und Therapiemethoden (Stichwort „Apparate-Medizin“) kommt es auch im Bereich der Organisation und im Prozess-Management zu einer immer stärkeren Vernetzung in Kliniken und Arztpraxen. Dies betrifft die Vernetzung einzelner Organisationseinheiten/Bereiche innerhalb eines Klinikums ebenso wie die Vernetzung unterschiedlicher medizinischer Zentren. Ziel ist eine patientenorientierte Versorgung, die sowohl im therapeutischen als auch im gesundheitsökonomischen Sinn eine größtmögliche Effektivität und Effizienz anstrebt. Wichtige Säulen für eine solche Entwicklung sind beispielsweise die elektronische Patientenakte (eine einfache Version wird eine zukünftige Stufe der elektronischen Gesundheitskarte bieten) oder telematische Anwendungen.

Tatsächlich beschränkt sich die Technisierung von Gesundheit und Pflege nicht auf die „klassischen“ Felder der Gesundheitswirtschaft. Vielmehr schafft der Einsatz von Technologien des Internets der Dinge die Voraussetzung dafür, dass auch der häusliche Bereich in das Gesundheits- und Pflegesystem einbezogen wird. Telematische Home-Monitoring-Systeme, die es ermöglichen, wichtige Körperfunktionen von Patienten in ihrer gewohnten Umgebung zu erfassen, sind hier nur ein erster Schritt. Bereits in naher Zukunft ist damit zu rechnen, dass technische Elemente, die aus dem Bereich des „intelligenten Hauses“ und der so genannten „Domotik“ stammen, mit autonomen und vernetzten Monitoring-Systemen verschmelzen. Auf diese Weise formiert sich die Vision des „Ambient Assisted Living“ (AAL). AAL beschreibt die Möglichkeit, dass durch eine technische Infrastruktur in Kombination mit „intelligenten Objekten“ eine Umgebung entsteht, die Patienten oder alte und gebrechliche Menschen aktiv in ihrem gewohnten Umfeld (Haushalt) unterstützt – das technische System soll sie dabei nicht durch eine Vollautomatisierung entmündigen, sondern ihnen situationsabhängig gleichsam „unter die Arme greifen“. Insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der Kostenexplosion im Gesundheitswesen (inkl. Pflege) gewinnt dieses Thema eine wachsende Bedeutung.

Sowohl technisch als auch gesundheitsökonomisch und gesellschaftlich birgt das Thema AAL viele unbeantwortete Fragen. Dazu gehören Aspekte wie Auswirkungen auf die Qualität von Diagnose, Therapie und Pflege ebenso wie mögliche Kostenmodelle, der Schutz der Privatsphäre, die Veränderung von Berufsbildern und -qualifikationen etc. Und unklar ist auch, ob es überhaupt eine ausreichende gesellschaftliche Akzeptanz für die Technisierung von Gesundheit und Pflege gibt.

Doch selbst wenn sich die „Vollversion“ des AAL nicht realisieren lässt, werden sich bestimmte Elemente daraus schon in den kommenden Jahren immer weiter etablieren. Und die Technologien, die das Internet der Dinge bietet, werden immer weitere Anwendungsfelder eröffnen. In dem weiteren Text werden die wichtigsten Grundlagen und Entwicklungsperspektiven vorgestellt, um so einen Ausgangspunkt für den weiteren Technologiediskurs von DGB und Gewerkschaften zu bieten.

### **4.2 Ein mögliches Zukunftsbild**

Das folgende Zukunftsbild beschreibt in Form einer kurzen Geschichte das Leben einer pflegebedürftigen Person in ihrem eigenen Haushalt mittels Unterstützung durch Systeme, die zu weiten Teilen auf dem Internet der Dinge basieren. Die beschriebene Zukunft ist nicht real aber dennoch realistisch – trotz ihres erzählenden und vereinfachenden Charakters stellt sie mögliche Anwendungen des Internets der Dinge im Bereich Medizin/häusliche

Pflege dar. Auch wenn Teile in dieser Form so vielleicht niemals realisiert werden, werden dennoch die alltäglichen Auswirkungen von zukünftiger Technologie greifbar.

Oma Lena will einfach nicht in ein Seniorenheim. Sie ist der Meinung, dass sie noch gut ein paar Jährchen das von ihrem verstorbenen Ehemann noch im hohen Alter stolz erbaute Haus alleine hüten kann. Nach ihrem 75. Geburtstag merkt die Familie, dass es körperlich und geistig zunehmend bergab geht. Trotz Lenas Bemühen bleibt alleine schon aufgrund der blauen Flecken nicht unbemerkt, dass sie immer wieder einmal stürzt, das Laufen geht halt immer schlechter. Wortfindungsstörungen und Orientierungslosigkeit auch in der eigentlich gewohnten Umgebung sind unverkennbare Demenzsymptome. Die Familie der ältesten Tochter wohnt noch am nächsten, aber doch immerhin 25 km entfernt in der Kreisstadt und überlegt, wie sie trotzdem bestmöglich für Omas Wohlbefinden sorgen und praktische kleine Hilfen für die Bewältigung des Alltags ermöglichen kann. Man entschließt sich, das Haus mit einigen inzwischen auch im Baumarkt erhältlichen intelligenten Geräten auszustatten, die wichtigsten Haushaltsgeräte sowie die Heizung zu vernetzen, mit dem Hausarzt und dem telemedizinischen Zentrum (TMZ) im Kreiskrankenhaus eine 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche-Überwachung zu organisieren und das in die Jahre gekommene Telefon durch einen modernen jederzeit im ganzen Haus „ansprechbaren“ Kommunikator zu ersetzen.

Wieder einmal ist Lena auf den letzten Stufen zum Vorratskeller hingefallen. Bewegungssensoren und der intelligente Bodenbelag registrieren, dass sie längere Zeit nicht vom Fleck kommt. Nachbarin und Tochter erhalten beide zeitgleich einen Warnhinweis und bevor Tochter Heidi ihre Großmutter über den Kommunikator erreicht, hat die Nachbarin Lena bereits aufgeholfen. Auch im telemedizinischen Zentrum ist der Fall registriert worden und die erhöhte Herzfrequenz aufgrund der Aufregung aufgefallen. Aber das System hat auch gemeldet, dass die Nachbarin, die beim Betreten des Hauses automatisch mittels Ihres RFID-Etiketts als solche identifiziert wurde, bereits bei der Oma ist. Der diensthabende Arzt muss nicht tätig werden, da Lena, wenn auch noch ein wenig wackelig, schon wieder auf den Beinen ist. Ein paar Schrammen, aber mehr ist nicht passiert – auch das Monitoring-System hat keine ernsten Schäden registriert. Eigentlich wären die gesamten Installationen viel zu kostspielig für Oma Lenas schmalen Geldbeutel und insbesondere die ausgefeilten Sensorsysteme, die durch den Abgleich mehrere Parameter Fehler ziemlich gut ausschließen, wäre von der Kasse eigentlich nicht gedeckt. Aber Lena hatte Glück in ein Modellprojekt zu rutschen und die Kosmos-Klinik GmbH als Betreiber ist für einen weiteren Markterfolg darauf angewiesen, einen guten Eindruck zu machen.

Lena legt sich nach der Aufregung ins Bett und kann davon ausgehen, dass alle Türen und Fenster geschlossen, alle Lichter aus und die Heizung auf den Nachtmodus gefahren wurde. Es dauerte zwar eine Weile bis sie ihren allabendlichen Rundgang durch alle Etagen mit der Prüfung von Türen, Licht und Heizung sein ließ, aber inzwischen vertraut sie dem „eingebauten Schlauberger“ und schaut, das Misstrauen wohl doch noch nicht so ganz abgelegt habend, vom Bett aus noch mal kurz auf den TV-Schirm im Schlafzimmer. Als ehemalige Teamassistentin in der Firma Fuzzy GmbH ist sie mit dem Computer groß geworden und in der Lage, mit dieser Computerunterstützung, die inzwischen bei der Bedienung nicht mehr auf eine Maus angewiesen ist, umzugehen. Das regelmäßige Atmen, der Ruhepuls im Schlaf und sonstige Vitalparameter werden aufgenommen und regelmäßig an das telemedizinische Zentrum gesendet.

Am nächsten Morgen steht Lena im Bad, wird vom System erkannt und auf die Einnahme ihrer diversen Medikamente hingewiesen, gebeten sich kurz auf die Waage zu stellen und daran erinnert, den Kommunikator an sich zu nehmen. Die Waage sendet die zusätzlich zum Gewicht nebenbei erfassten Daten selbständig weiter. Zum Glück geschieht dies jetzt zuverlässig, denn gerade in der Anfangsphase hatte das System doch ziemliche Macken, Patientendaten wurden vertauscht und fast wöchentlich stand ein Arzt inklusive Techniker vor der Tür, um sich ein umfassendes Bild vom tatsächlichen Gesundheitszustand zu verschaffen, und um die Fehlerquelle für die Verwechslungen auszuschalten. Früher hat die Gemeindeschwester bei ihren Touren geschaut, ob alles in Ordnung ist, aber deren Verrentung mit 67 Jahren wurde die Stelle nicht wiederbesetzt – auch deshalb hatten alle Glück, dass eine technische Lösung für Oma Lena gefunden werden konnte.

Inzwischen hat die Heizung die Wohnküche auf die gewünschten 21°C gebracht. Vor dem Kühlschrank stehend fällt Lena gerade nicht mehr ein, was sie denn nun eigentlich machen wollte. Der Kühlschrank meldet diese Auffälligkeit dem Kommunikator, der Lena mitteilt, was sie gewöhnlich hier tut und fragt gleich danach, ob die Kaffeemaschine den geliebten Mokka brühen soll. Ist Tochter Heidi zu Besuch – ihre RFID-Karte weist sie als Familienmitglied aus –, „wissen“ die Systeme und damit der Kühlschrank und der Kommunikator und alle anderen, dass diese Art Hilfe nicht benötigt wird und halten sich „raus“. Verlässt sie das Haus ohne ihre Oma, schaltet das System wieder auf den „Unterstützungsmodus“, nimmt sie ihre Großmutter mit, geht das Haus auf „stand by“.

Auf dem Fernsehschirm in der Wohnküche nimmt Lena meistens das Angebot ihres Kommunikators wahr, ein wenig Gedächtnistraining zu machen. Bilder von Familienmitgliedern und Freunden und bildlich festgehaltene wichtige Ereignisse wie Feiern und Reisen werden ihr vom Medienzentrum eingespielt und ihre Antworten spracherkannt. Lena hat eine Erinnerungsquote von kaum mehr 60 %, aber freut sich, ihre Lieben auf dem großen LCD-TV zu sehen. Heute entscheidet sie sich, einige Bewegungsübungen zu machen, die das System individuell für sie vorschlägt und kontrolliert. Die physiologischen Werte registriert selbstverständlich das Gesundheitshemd, in das höchst miniaturisiert die benötigten RFIDs eingewebt sind. Die Werte gehen, wie mittlerweile bekannt, an das TMZ, wo sie erst dann auf dem Bildschirm des Dienstabenden erscheinen, wenn Auffälligkeiten der ärztlichen Prüfung bedürfen. Zu diesem Zweck haben in einem solchen Falle das TMZ wie auch der Hausarzt unmittelbaren Zugriff auf die elektronische Gesundheitskarte von Lena, auf der die gesamte Krankheitsgeschichte wie Diagnoseergebnisse und Therapien resp. Medikamentierungen vermerkt ist. Lenas Krankenkasse nimmt ebenfalls die körperliche Ertüchtigung wahr und honoriert diese Eigeninitiative zur Prävention im Rahmen des eigens entwickelten Bonussystems, was sich in bescheidenem aber immerhin wahrnehmbarem Umfang im Krankentarif bemerkbar macht.

Gerade will sich Oma Lena eine Mittagsruhe gönnen, als auf dem TV-Schirm eine Nachricht des Enkels aus Berlin aufscheint. Er zeigt ihr sein gerade erhaltenes Zeugnis, zoomt auf die „Vorzeigenoten“ und lässt auch für seine Großmutter nicht ignorierbar seinen Wunsch nach finanzieller Anerkennung deutlich werden. Der Kommunikator erinnert sie diskret daran, dass eine 2 eine ziemlich gute Note ist.

### **4.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich AAL/Healthcare**

Das Thema Gesundheit ist untrennbar mit dem demografischen Wandel verbunden. Unter diesem Stichwort sind gleich zwei Entwicklungen zu finden, die wie ein Generalangriff auf das Gesundheitssystem wirken und sich daraus ableiten, dass die Anzahl der alten Menschen in Deutschland (und vielen anderen Ländern) absolut und im Verhältnis zur gesamten Bevölkerung steigt:

- Mit zunehmendem Alter nehmen auch chronische Erkrankungen und Pflegebedürftigkeit zu.
- Immer weniger Junge müssen gemäß Generationenvertrag immer mehr Alte versorgen, was zu Belastungen und damit verbundenen Einschnitten in den sozialen Sicherungssystemen führt.

Der zunehmende Bedarf an medizinischer Dienstleistung bei gleichbleibender oder gar rückläufiger Mittelausstattung für das Gesundheitssystem kann eine schlechtere Versorgung zur Folge haben oder gar zum Pflegenotstand führen. Ohne Innovationen, die zur Effizienzsteigerung in der Betreuung, Pflege und medizinischen Versorgung führen, und ohne eine „Industrialisierung“ des Wirtschaftszweiges „Gesundheit“ scheint eine Kostenexplosion im Gesundheitswesen unausweichlich. Unabhängig von parteipolitischen Debatten und Partikularinteressen ist es ein allgemein akzeptierter Sachverhalt, dass das Gesundheitswesen vor großen Herausforderungen steht, um den Anspruch „Die beste Leistung für jeden“ auch nur ansatzweise realisieren zu können.

Neben den sozioökonomischen Entwicklungen und Umbrüchen, die massive Auswirkungen auf den Gesundheitssektor haben, sind es vor allem Fortschritte in Wissenschaft und Technik und damit verbundene neue Dia-

gnoseverfahren und therapeutische Betreuungs- und Behandlungsmethoden, die die Gesundheitswirtschaft und verwandte Felder wie z.B. Fitness/Wellness zur Krankheitsprävention verändern. Neben neuartigen technischen Möglichkeiten für schonende Eingriffe (z.B. durch die minimal-invasive Chirurgie) und den Patientenwünschen entsprechende Möglichkeiten möglichst im gewohnten sozialen Umfeld leben zu können (z.B. durch ambulante Verfahren und anschließender „Fernüberwachung“ mithilfe der Telemedizin) kann vielen Krankheiten Stück für Stück ihr Schrecken genommen werden. Damit hat und wird sich auch weiter die Struktur und Organisation des Gesundheitsmarktes verändern und eine stärkere Professionalisierung und Kommerzialisierung von Gesundheits- und Pflegeleistungen bewirken. Folgende Trends zeichnen sich bereits heute klar ab:

- Familiäre Strukturen sind weiter im Abbau begriffen, Singlehaushalte und der Trend zum alleine Wohnen nehmen zu. Drohende soziale Verarmung und mangelnde Betreuung im Familienverbund sind Triebfedern für neue, auch technologiebasierte Lösungen.
- Die Minimierung stationärer Behandlung und der Ausbau ambulanter Behandlung und Pflege werden telemedizinische Nachsorgekonzepte zur Reduzierung der ambulanten Folgekosten erforderlich machen.
- Der Ausbau von Prävention und der Trend zur Selbstkontrolle medizinischer Parameter (Überwachung von Vitalparametern wie Puls, Blutsauerstoff, Blutdruck, etc. durch mobile „intelligente“ Geräte, künftig verstärkt integriert z.B. in Handys) lassen die Wellness- und Fitnesswirtschaft zu einer Erweiterung des Gesundheitswesens werden. Die Grenzen zwischen medizinischer und präventiver Dienstleistung werden durchlässig.
- Die Vergütung dieser Art Dienstleistungen wird komplexer und den Tarifen werden zahlreiche neue Berechnungsparameter zugrunde gelegt werden („nachweisbare“ Vorsorgeaktivitäten/-untersuchungen, Bonussysteme der Krankenkassen basierend auf eigene Beiträge des Mitglieds zur Erhaltung seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit, etc.).
- Das vorhandene Personal für Routinetätigkeiten wird abgebaut resp. von diesen entlastet; einfache personennahe Dienstleistungen werden zunehmend technisiert und automatisiert. Gleichzeitig wächst die Weiterbildungsnotwendigkeit, ggf. müssen neue Qualifikationsprofile und Berufsbilder etabliert werden, da höher qualifiziertes Personal für eine neue Dienstleistungserbringung erforderlich sein wird.

Eingeleitet und verstärkt werden diese Trends und (tele-)medizinischen Möglichkeiten durch die Digitalisierung der Medizin. Diese beschränkt sich nicht allein auf Untersuchungs- (z.B. Bild gebende Verfahren wie Tomographie) oder Behandlungsverfahren (z.B. OP-Roboter) und die Patientendatenerfassung und -speicherung, sondern wirkt sich auch auf das gesamte Management und die Organisation und Strukturierung von Prozessen – von der Aufnahme im Krankenhaus bis zur Nachbehandlung beim Hausarzt – aus.

Durch die Möglichkeit, die IT-Welt der Bits- und Bytes, die mehr und mehr über das Internet(protokoll) verwaltet werden, durch die RFID-Technologie in Verbindung mit drahtloser Übertragungstechnologie mit realen Objekten (Waage, Blutdruckmesser, Bewegungssensoren, etc.) in der unmittelbaren Umgebung („near field“) zu verbinden, werden die angesprochenen Entwicklungen vielfach auch ökonomisch vertretbar zu realisieren sein.



**Abbildung 12: Funktionen der elektronischen Gesundheitskarte als zentraler Datenträger im (zukünftigen) Gesundheitssystem**



Durch den Einsatz von technischen Assistenzsystemen, die ihre Informationen durch den Einsatz von RFIDs ausgestattet mit integrierter Sensorik beziehen, kann eine „unterstützende Umgebung“ aufgebaut werden, die zu einer Selbständigkeit führt, die ansonsten durch Krankheitsaufenthalte oder durch den Gesundheitszustand stark eingeschränkt ist. Für diese Art der technischen Unterstützung steht der Begriff „Ambient Assisted Living“ (AAL). In diesem Zusammenhang werden intelligente Systeme entwickelt, die ein eigenständiges Leben zuhause ermöglichen, präventive Möglichkeiten deutlich erweitern, bei der Haushaltsführung helfen, kranke und pflegebedürftige Menschen unterstützen und die Kommunikation mit dem sozialen Umfeld verbessern können. „Mitdenkende“ miteinander vernetzte Produkte erlauben telemedizinische Systeme, die folgende technologische Lösungen erfordern:

- Entwicklung von Plattformen zur digitalen Integration aller Daten und „smart objects“.
- Entwicklung von Systemen, die auch im Nachhinein in Wohnungen installierbar sind.
- Ergonomische und einfach bedienbare Geräte, die robust, lernfähig und wartungsarm sind
- Vernetzte, sichere, standardisierte und zertifizierte Systeme, die die Einbindung einer Vielzahl von Diensten und Dienstleistern ermöglichen.
- Entwicklung neuer Interaktionstechniken und Konzepte.
- Trainingssysteme zum Erhalt der senso-motorischen Fähigkeiten und kognitiven Leistung.
- Entwicklung von Navigationshilfen und Lokalisierungssystemen mit hoher Ortsauflösung.
- Vernetzbare, integrierte Systeme für Telemonitoring und Kommunikation.
- Technologien (z.B. Kryptographie) und Verfahren zur Wahrung der Privatsphäre und Datensicherheit.

Die Informations- und Kommunikationstechnologie erweitert um Technologien des Internet der Dinge werden die folgenden Funktionalitäten ermöglichen:

- Analyse, Klassifikation und Aufbereitung von Gesundheitsdaten.
- präventive Informationssysteme zur Minimierung von Gesundheitsrisiken.
- Erkennen von Risiken, Gefahren- und Notfallsituationen durch den Aufbau intelligenter, d.h. sensorbasierter Umgebungen.
- Situations- und kontextabhängige Reaktion intelligenter Medizingeräte, Hilfsmittel und Prothesen.
- Assistenzsysteme zur Organisation des Alltags, die zum Erhalt des selbstbestimmten Handelns und den Erhalt des Kontaktes zum sozialen Umfeld beitragen.
- Navigationssysteme zum Erhalt der Mobilität.
- Ausbau der Fernbetreuung und -überwachung von Patienten.

Durch diese Digitalisierung und Vernetzung – in diesem Papier fokussiert auf den Bereich der telemedizinischen Behandlung inkl. Nachsorge und Pflege – und die Zusammenfassung zu einem durchgängigen Prozess auf Basis der elektronischen Gesundheitskarte (siehe Abbildung oben) ist es möglich, nicht nur die traditionell medizinischen Kontexte für die Behandlung/Betreuung zu nutzen. Durch telematische, also in elektronische, drahtlose Netze eingebundene Anwendungen kann ein Teil der ärztlichen Praxis oder auch von Krankenhausfunktionen gleichsam ausgelagert werden. Mittels Telemonitoring können Patienten relativ frühzeitig das Krankenhaus verlassen, ohne dass auf gesundheitsrelevante, wichtige Überwachungsfunktionen im Rahmen der Nachsorge verzichtet werden muss.

Für die Gesundheits- und Pflegeberufe dürfte ein solcher Schritt große Veränderungen mit sich bringen, da eine Verlagerung wichtiger Tätigkeiten in das häusliche Umfeld auch eine Verschiebung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten bedeutet. Die eigentliche (fach-)ärztliche Behandlung kann so intensiviert werden, da die zeitaufwändige die nachsorgende Betreuung im häuslichen Umfeld erfolgt. Neben den technischen Systemen kommt hier dem Pflegepersonal eine große Bedeutung zu; dieses muss auf der Entscheidungsseite mit dem technischen System „kooperieren“.

### **Ambient Assisted Living – AAL**

Aufbauend auf Ansätzen des Patientenmonitorings in den eigenen vier Wänden greift die Vision des „Ambient Assisted Living“ weitere bereits oben angedeutete Anwendungsfelder auf, um sie in einen gemeinsamen Kontext zu stellen. Das Konzept des AAL führt die Anwendungsfelder Intelligentes Haus, Medizintechnik und Sicherheit zusammen, um ein möglichst langes Verbleiben eines alten, kranken oder auch behinderten Menschen in seiner eigenen Wohnung zu ermöglichen. Im Vordergrund steht dabei die technische Unterstützung bei alltäglichen Abläufen einschließlich sicherheitsrelevanter Aspekte – beispielsweise das automatische Schließen aller Fenster beim Verlassen der Wohnung, das Abstellen des Gasherds unter bestimmten Voraussetzungen – und das medizinische Monitoring maßgeblicher Vitalparameter. Wegweisend für AAL ist der Gedanke einer technischen Infrastruktur als kooperatives System, das dem kranken oder alten Menschen nicht sämtliche Arbeiten abnimmt (keine Entmündigung), sondern lediglich jenen Anteil, der zum vollständigen und sicheren Ausführen der Tätigkeit von der jeweiligen Person nicht mehr erbracht werden kann. Je nach Situation und Leistungsvermögen der betroffenen Person erkennt die technische Infrastruktur des AAL, wie sie reagieren und agieren muss. Ein solcher Ansatz erfordert sowohl die Nutzung von persönlichen Profilen für regelmäßige Tätigkeiten und Routinen als auch eine kontextbasierte Personalisierung für das Reagieren auf spontane Entscheidungen. Dieses Nutzungsleitbild geht konform mit der Einschätzung von Experten, dass in den für AAL maßgeblichen Anwendungsfeldern nahezu durchgängig positive Effekte und Auswirkungen verteilter/vernetzter intelligenter Systeme zu erwarten sind.

## **4.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld AAL/Healthcare**

Das Thema Gesundheit und Medizin bietet ein breites Anwendungsfeld für das Internet der Dinge und die darin genutzten Technologien. Die Anwendungen reichen dabei von reinen Identifikationssystemen, wie sie beispielsweise über RFID ermöglicht werden, bis hin zu intelligenten Gegenständen für die Patientenüberwachung. Dies

sind sehr komplexe Systeme, die Komponenten zum Messen spezifischer Parameter (Sensoren), zur Verarbeitung und Auswertung der gemessenen Daten (Signalverarbeitung) und zum Auslösen daraus abgeleiteter Reaktionen (Aktuator) umfassen. Mit diesem Dreiklang aus *Wahrnehmung der Umwelt – Auswertung – Beeinflussen der Umwelt* entsprechen derartige Systeme zur Patientenüberwachung dem Idealtyp der vernetzten „smart objects“, denen im Internet der Dinge eine Schlüsselrolle zukommt. „Smart objects“ sind demnach Gegenstände, die mit anderen intelligenten Objekten in Kontakt stehen und die gemeinsam auf die Umwelt einwirken können.

Auf derartigen Technologien basierende Systeme zum Home Monitoring sollen dazu dienen, lange Krankenhausaufenthalte, die sich in erster Linie aus der Notwendigkeit von Langzeitbeobachtungen ergeben, zu verkürzen. Neben enormen Einsparungen könnte damit auch eine Steigerung der Lebensqualität der Patienten erreicht werden, da sie schneller wieder in ihre gewohnte Umgebung zurückkehren können. Darüber hinaus bietet die Möglichkeit der permanenten Überwachung chronisch kranker oder zeitweise gefährdeter Patienten in Verbindung mit der Möglichkeit der automatischen Alarmierung von Rettungsdiensten eine sehr viel bessere Behandlungsmöglichkeit. Es gibt erste Pilotprojekte und auch Produkte, allerdings sind Home-Monitoring-Systeme wie auch Anwendungen von RFID-Technologien im medizinischen Bereich noch nicht allgemein üblich. Eine einfache Anwendung in diesem Bereich ist beispielsweise eine von der südafrikanischen Firma SIMpill entwickelte Pillendose, die bei längerem Nichtgebrauch eine SMS an den betreuenden Arzt schickt. Wenngleich der Einsatz von RFID- bzw. Health-Monitoring-Systemen noch keine Selbstverständlichkeit im medizinischen Alltag ist, sind bereits eine Reihe von Pilotprojekten begonnen worden:

- **Partnership for the Heart (PfH)** an der Charité in Berlin vereint sensorbasierte Technologien zur Erfassung von Patientendaten mit einer darauf basierenden ärztlichen Betreuung. Im Mittelpunkt des Projektes stehen die Erprobung von Heimmessgeräten und tragbaren EKG-Erfassungssystemen bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz sowie die Weitergabe der patientenbezogenen Messdaten an ein Telemedizinisches Zentrum (TMZ). Diese Einrichtung ergänzt die hausärztliche Betreuung auch nachts und an Wochenenden und ermöglicht den hier beschäftigten Ärzten eine zeitnahe medizinische Betreuung der Patienten im Falle auffälliger Sensorwerte. Auf Basis einer elektronischen Patientenakte wird Transparenz in der ärztlichen Betreuung und eine individuelle Beratung vor dem Hintergrund der jeweiligen Krankengeschichte des Betroffenen ermöglicht.
- Das **Klinikum Saarbrücken** hat gemeinsam mit Intel und Siemens im Rahmen eines Pilotprojekts eine RFID-basierte Patientenidentifikation gestartet. Ziel ist es, einen einfacheren Zugriff auf Patientendaten zu realisieren. Gleichzeitig soll so zu einer größeren Medikamenten- und Dosierungssicherheit beigetragen werden. Die ca. 1.000 einbezogenen Patienten erhalten künftig bei der Aufnahme in das Klinikum Saarbrücken ein Armband mit integriertem RFID-Chip, der die Patientennummer enthält. Ärzte und Pflegepersonal lesen mittels ihrer mobilen Endgeräte die im Armband gespeicherte Nummer der Patienten aus, um die Patienten zu identifizieren. Das medizinische Personal erhält dann je nach Berechtigung Zugriff auf eine geschützte Datenbank mit detaillierten Patientendaten einschließlich der zu verabreichenden Arzneimittel und deren Dosierung. Schutz vor unbefugtem Zugriff auf die Daten soll durch den Einsatz entsprechender Verschlüsselungsverfahren gewährleistet sein. Besonderes Augenmerk wird im Rahmen dieses Pilotprojekts auf die Medikamentensicherheit gelegt. Mit der Möglichkeit, die Patienten schneller und leichter zu identifizieren, kann das Pflegepersonal die Betreuung intensivieren und Medikamente einfacher und sicherer zuteilen. So lassen sich beispielsweise kritische Daten und Risikofaktoren wie bekannte Allergien für jeden Patienten hinterlegen. Außerdem können auch die Patienten, die an dem Pilotprojekt teilnehmen, selbst Informationen über ihren Gesundheitszustand via Infoterminals abfragen. Dies beinhaltet beispielsweise Blutdruckwerte, Gewicht, Behandlungs- oder Entlassungstermine. Des Weiteren können sie sich über die diagnostizierte Krankheit und die gängigen Therapieformen informieren. Das Saarbrücker Projekt basiert auf einer RFID-Lösung, die bereits im Jacobi Medical Center in New York City im Einsatz ist.
- Das Unternehmen VivoMetrics aus Ventura in Kalifornien hat ein so genanntes LifeShirt zur ambulanten Patientenüberwachung entwickelt. Die eingenähten Sensoren in einem solchen Hemd können 40 verschiedene physiologische Gesundheitswerte, wie beispielsweise Blutdruck, Herzfrequenz oder Sauerstoffverbrauch, messen. Die Informationen werden zunächst in einem kleinen Aufzeichnungsgerät an der Hüfte gespeichert, bevor sie an ein Datenzentrum zur Analyse weitergesendet werden. Der Arzt ist jederzeit in der Lage

die Werte einzusehen und zu kontrollieren. Bei Bedarf kann der Patient auch Symptome wie Schwindel oder Schmerz über das Gerät an den Arzt übermitteln und online einen Arzttermin vereinbaren.

Vergleichbar mit dem LifeShirt wurde Ende 2005 das Projekt **Wealthy**, eine Kooperation mehrerer europäischer Firmen, abgeschlossen. Im Rahmen des Projekts wurde ein in die Kleidung integriertes Monitoring-System entwickelt. Die Möglichkeit eines automatisch ausgelösten Alarms bei einem kritischen Zustand des Patienten ist ebenfalls vorgesehen.

- Koordiniert vom Institut für Technik der Informationsverarbeitung der Universität Karlsruhe wurde mit verschiedenen Partnern aus der Industrie ein **Personal-Health-Monitoring-System** realisiert. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Systems, das, ohne die Bewegungsfreiheit des Patienten einzuschränken, alle relevanten Vitalparameter misst. Dabei sollen die Daten in einem am Körper tragbaren Signalverarbeitungssystem analysiert und gegebenenfalls eine Notfallalarmierung ausgelöst werden. Die Basisstation des Systems steht in Verbindung mit einer zentralen Elektronischen Patientenakte (EPA) und dem Service-Zentrum eines medizinischen Dienstleisters. Bei Bedarf können dort die gemessenen Signale von Ärzten untersucht und die entsprechenden Maßnahmen bis hin zur Alarmierung des Rettungsdienstes mit automatischer Lokalisierung eingeleitet werden.

Der vermehrte Einsatz von Technologien des Internets der Dinge in der Medizintechnik soll durch den Einsatz von intelligenten Implantaten und Überwachungssystemen positive Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden, vor allem von älteren Menschen, chronisch Kranken und Rekonvaleszenten haben. Der Komfort für die Patienten soll gesteigert werden, indem durch konsequente Nutzung der Technologien ein Alltag in gewohnter Umgebung und dennoch unter ärztlicher Kontrolle – gegebenenfalls als Kombination aus Ferndiagnose und Ferntherapie – ermöglicht wird. Hier bieten sich Anknüpfungspunkte zu den technischen Möglichkeiten im intelligenten Haus. Durch die Reduzierung von Krankenhausaufenthalten können in der Regel längerfristig auch die Kosten der Behandlung gesenkt werden. Besondere Aufmerksamkeit muss dabei aber möglichen unerwünschten Nebeneffekte durch intelligente Implantate und der psychischen Belastung des Patienten durch die ständige Überwachung gewidmet werden.

Viele Experten sehen im Bereich der Medizin eine sehr breite Palette von Treibern für das Internet der Dinge. Das schließt die Entwicklung neuer Dienste und Produkte, Kostensenkungen, Komfortsteigerungen, Effizienzgewinne und eine Erhöhung der Sicherheit ein. Offensichtlich ist die Medizin ein ideales Anwendungsfeld für das Internet der Dinge. Auf der anderen Seite werden auch zahlreiche limitierende Faktoren gesehen. Dazu gehören das mangelnde Vertrauen der Nutzer in das System, Bedenken bezüglich der Wahrung der Privatsphäre, eine unzureichende technische Umsetzung, insbesondere der Informationssicherheit und eine mangelhafte Mensch-Maschine-Schnittstelle. Dies erklärt sich zum großen Teil aus den sehr hohen Anforderungen an die Medizintechnik, die direkten Einfluss auf Leben und Tod der Patienten hat.

## **Das „intelligente Haus“ als Anknüpfungspunkt für AAL**

Ein potenziell wichtiges Anwendungsgebiet eines RFID-basierten Internets der Dinge ist das intelligente Haus: Die Gegenstände im Haus bzw. in der Wohnung werden dabei mittels integrierter Prozessoren und Sensoren zu intelligenten Gegenständen, die untereinander vernetzt sind. Das betrifft zunächst die Geräte der klassischen Haustechnik wie Heizung, Lüftung, Klima, Sicherheit und Beleuchtung sowie die IuK-Geräte und die Unterhaltungselektronik vom PC über das Telefon bis zum TV. Weitergehende Konzepte beziehen aber auch konventionelle Geräte und Einrichtungsgegenstände wie Medizinschrank, Spiegel, Fenster, Tür oder Teppichboden in das intelligente Haus mit ein.

Das intelligente Haus soll sich automatisch an die Bedürfnisse seiner Bewohner im alltäglichen Wohnumfeld anpassen, ihnen mehr Komfort und Sicherheit bieten und zu Energieeinsparungen führen. Das Interesse am intelligenten Haus speist sich angesichts der alternden Gesellschaften in den Industriestaaten derzeit vor allem aus dem Wunsch, auch älteren und behinderten Menschen ein Leben in der eigenen Wohnung zu ermöglichen. Das Konzept „Internet der Dinge“ ermöglicht ein unaufdringliches Telemonitoring sowie bedienungsfreundliche und fehlertolerante Hausanlagen und -geräte, die zu einer für Alte und Behinderte adäquaten Ausstattung von Häusern und Wohnungen beitragen. Die Anwendungen im intelligenten Haus orientieren sich an den grundlegenden

Bedürfnissen der Bewohner an ihre Wohnumgebung:

- Bei kranken und alten Menschen werden Gesundheitsparameter überwacht. Eine intelligente Weste kann beispielsweise wichtige Vitalparameter wie EKG und Temperatur erfassen, dem Hausarzt übermitteln und im Extremfall den Rettungsdienst rufen.
- Heizung, Lüftung und Licht werden automatisch reguliert, um Energiekosten zu sparen. Dazu gehört etwa das intelligente Fenster, das sich in Abhängigkeit von Luftgüte, Innentemperatur, Feuchte und Außenklima eigenständig öffnet bzw. schließt.
- Der aktive Kriminalitätsschutz wird erhöht. Der intelligente Teppich erfasst beispielsweise ob, wann und in welche Richtung eine Person läuft und erkennt so einen möglichen Einbrecher.
- Die Bedienung technischer Geräte wird komfortabler, Fehlerfälle werden automatisch abgefangen. Denkbar ist etwa die Waschmaschine, die dem Monteur den Fehler bzw. die notwendige Wartung meldet oder das Fernsehbild, das in den Badspiegel oder die Tapete eingeblendet wird.

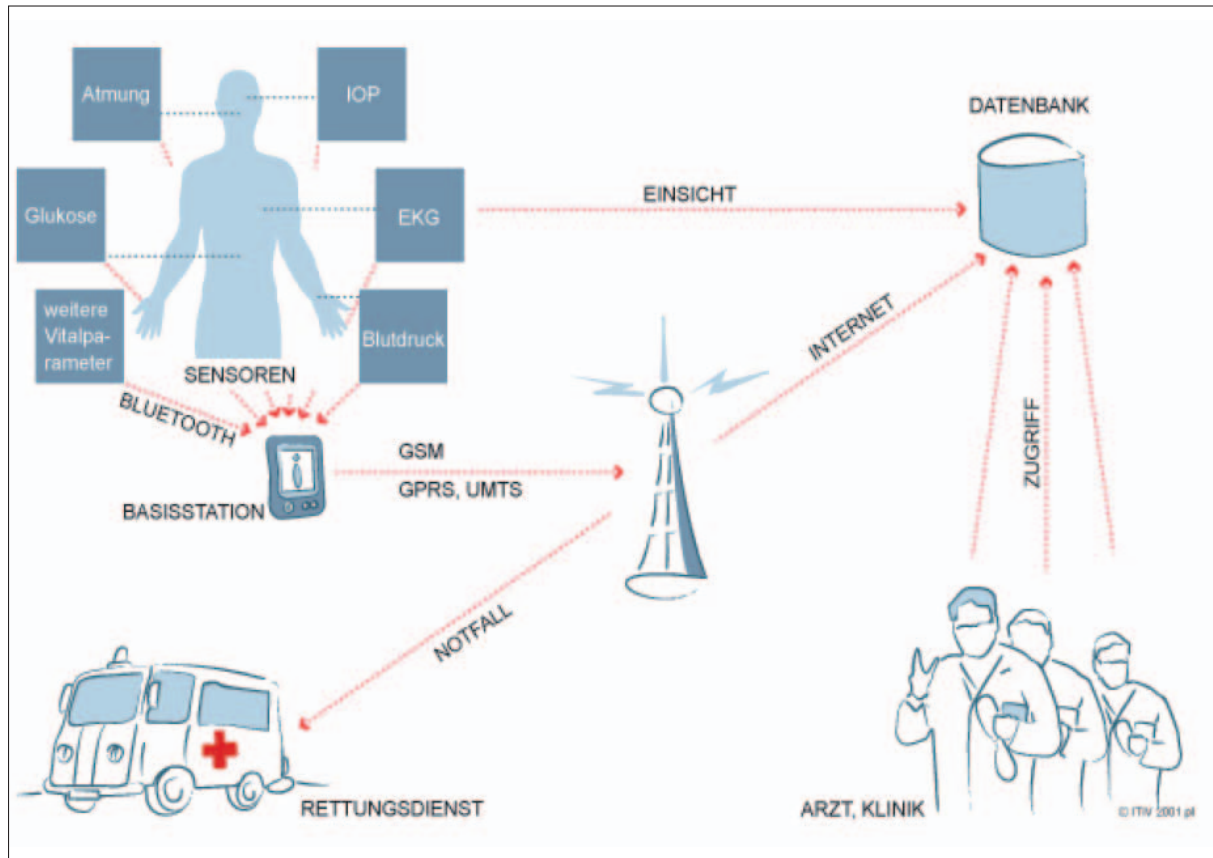
Da das intelligente Haus direkt in die Privatsphäre des Bewohners eingreift, spielt die Akzeptanz der Lösungen durch den Konsumenten eine entscheidende Rolle. Die Erkennung des Sturzes einer gehbehinderten Person über eine Videokamera mit Bilderkennung wird aller Voraussicht nach auf wenig Zustimmung stoßen, da der Betroffene sich ständig beobachtet fühlt. Drucksensoren im intelligenten Teppich, die den privaten Bereich des Überwachten wesentlich weniger berühren, werden demgegenüber wahrscheinlich auf größere Akzeptanz stoßen.

Die Aufrüstung und Vernetzung der Haustechnik und der Geräte im Haus ist heute noch zu aufwändig und würde viele Nutzer durch die angebotene Funktionsvielfalt überfordern. Unternehmen und Forschungseinrichtungen haben bereits Smart-Home-Modellhäuser oder -wohnungen realisiert, in denen das intelligente Haus sowohl aus technischer als auch aus Nutzersicht erprobt wird.

Das gesellschaftliche Potenzial des intelligenten Hauses lässt sich heute noch nicht abschätzen. Die verhaltene Einführung des intelligenten Hauses in der Praxis deutet darauf hin, dass als Gewinn für die Bewohner heute eher - wenn überhaupt - ein höherer Wohnkomfort entsteht, aber keine nachweisbaren Effekte wie Reduktion der Energiekosten erwartet werden. Diese Einschätzung bestätigt sich auch in Expertenmeinungen, die als Treiber für das intelligente Haus vor allem das Angebot neuer Dienste und Produkte sowie die Steigerung des Komforts sehen, aber keine Effizienzgewinne erwarten.

Ein großes Potenzial bietet sich dem intelligenten Haus allerdings langfristig im betreuten Wohnen von Älteren, Behinderten und Kranken. In Verbindung mit Anwendungen der Medizintechnik kann das intelligente Haus für die Überwachung und eventuell auch die Behandlung der Hausbewohner, etwa durch Dosiersysteme, eingesetzt werden. Dem Patienten wird dadurch trotz Krankheit oder Behinderung der meist gewünschte Aufenthalt in der eigenen Wohnung erlaubt, für die Allgemeinheit sinken die Kosten des Gesundheitswesens.

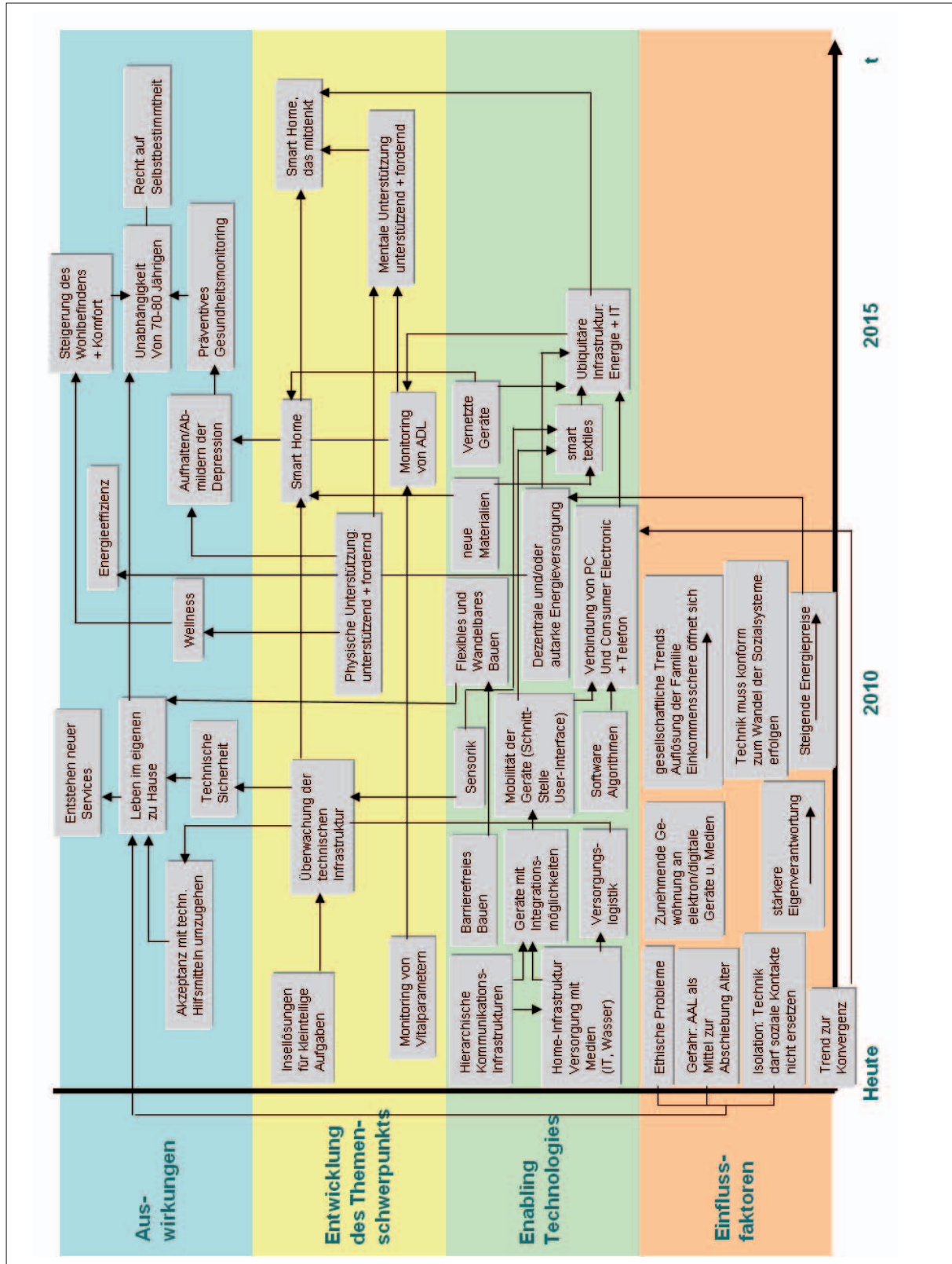
Abbildung 13: Intelligentes System zur Gesundheitsfürsorge



# 4.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen

## 4.5.1 Roadmap

Abbildung 14: Exemplarische Roadmap "Ambient Assisted Living":



Die Entwicklung von „Ambient Assisted Living“-Lösungen (AAL) sind derzeit noch auf wenige Anwendungen wie z. B. die Überwachung der technischen Infrastruktur im Haus beschränkt. Bis 2015 könnte das Smart Home realisiert sein. In weiter Zukunft wäre das intelligente Smart Home - also ein Haus, das mitdenkt - vorstellbar. Die technologischen Voraussetzungen, die hierfür geschaffen werden müssen, bestehen zunächst darin, eine entsprechende IT-Infrastruktur im Haus zu schaffen und entsprechende Hardware (Sensoren, Schnittstellen) und Software (Algorithmen) zu entwickeln, sodass eine mobile und integrierte Lösung aus PC, Consumer Electronics und Telefon erreicht wird. Weitere Voraussetzungen bestehen in einer dezentralen bzw. autarken Energieversorgung und der Entwicklung neuer Materialien (Smart Textiles). All diese Lösungen werden bis etwa 2015 in einer ubiquitären Infrastruktur vereint und bilden die Basis für das Smart Home.

Ziel des Ambient Assisted Living besteht darin, das Leben einer alternden Bevölkerung so lange wie möglich im eigenen Haus zu ermöglichen. Während anfangs nur einfachere Vitalparameter gemessen werden, kann man sich ab 2010 Lösungen vorstellen, die den alternden Menschen auch physisch unterstützen. D.h. aber nicht, dass ihm die Arbeit abgenommen wird. Der Mensch soll immer nur so weit unterstützt werden, wie es seiner momentanen körperlichen Verfassung entspricht. Dies führt zu einer Steigerung des Komforts und des Wohlbefindens alternder Menschen. Das Selbstbewusstsein steigt, das Gefühl der Entmündigung verschwindet, Depressionen könnten gemildert werden.

Im mitdenkenden Haus würde der Bewohner (bspw. Demenzpatienten) zusätzlich noch eine mentale Unterstützung erfahren (z.B. durch eine Erinnerung an die Einnahme von Arzneimitteln). Das Haus würde Aufgaben des präventiven Gesundheitsmonitorings übernehmen können, sodass entsprechend eingeschränkte Personen länger unabhängig und selbstbestimmt in ihren Wohnungen leben können.

#### **4.5.2 Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt**

In der Gesellschaft werden Szenarien der „automatisierten Pflege“ zunehmend intensiv<sup>8</sup> und kontrovers diskutiert. Es wird die Gefahr gesehen, dass AAL zu einer sozialen Isolation alter Menschen führen könnte. Unterstützt wird diese Entwicklung durch den gesellschaftlichen Trend, dass sich herkömmliche Familienstrukturen zunehmend auflösen und die Menschen unabhängiger werden. Gleichzeitig wird es eine besser verdienende Gesellschaftsschicht geben, die sich den Luxus einer besseren Versorgung und Unterstützung im Alter leisten kann und will – unabhängig davon, ob dies aufwändige technische Systeme oder qualifiziertes Pflegepersonal sein werden. Auch wird interessant zu beobachten sein, wie sich die Technologien auf das Kommunikationsverhalten der Menschen auswirken werden. Neben der allgemeinen Frage nach der gesellschaftlichen Akzeptanz zur Nutzung dieser Technologien, der Einführungsstrategien und der treibenden Kräfte stellen sich folgende Fragen und Herausforderungen, die mal mehr mal weniger auch durch gewerkschaftliche Aktivitäten zu begleiten sein werden:

1. Der Pflegebereich ist heutzutage ein Berufsfeld, das sich einerseits durch eine hohe Arbeitsbelastung (körperliche Tätigkeiten, Schicht- und Feiertagsdienste) und Verantwortung (Medikamentengabe, Kontrolle von Vitalparametern), andererseits durch ein niedriges Lohnniveau auszeichnet. Mit dem Konzept des AAL wird es zunehmend möglich werden, auch personennahe Dienstleistungen in der Pflege zumindest teilweise zu automatisieren – dies wird mit hoher Wahrscheinlichkeit Arbeitsplatzeffekte nach sich ziehen. Welche Tätigkeiten/Berufe werden davon betroffen sein? Kommt es zu Arbeitsplatzabbau oder/und zu Veränderungen der Kompetenzprofile? Wo kommt es zur Abwertung von Arbeit, wo zur Aufwertung von Tätigkeiten? Welche Konsequenzen hat dies für Betroffene von den medizinischen über die pflegerischen Berufe bis hin zu den Beschäftigten im Wirtschaftszweig Fitness/Wellness?
2. Grundsätzlich stellt sich die Frage, wie sich Pflege- aber auch Heilberufe durch den Einsatz von Technologien des Internet der Dinge verändern, welche neuen oder geänderten Anforderungen an Qualifikationen und die Organisation der Gesundheits- und Pflegedienste resultieren. Können von den Personen vor Ort im ambulanten Bereich neben pflegerischen Dienstleistungen auch medizinische Tätigkeiten („Spritze verabreichen“, „Blut abnehmen“) vorgenommen werden? Wie steht es um die Verantwortung und welche Haftungsfragen wirft dies auf?

---

<sup>8</sup> Im Januar 2008 hat EU-Sozialkommissar Vladimir Spidla erklärt, Europa solle sich ein Beispiel an Japan nehmen: „Die Japaner versuchen mehr als wir, auch technische Antworten auf die demografischen Veränderungen zu finden.“ (FR vom 18.01.2008)



3. Inwieweit wird sich das Gesundheitssystem als solches durch AAL ändern bzw. sich ändern müssen, um die Technik überhaupt (sinnvoll, kostengünstig, verantwortlich) einsetzen zu können? Was bedeutet der umfassend mögliche Zugriff auf alle relevanten Daten der Gesundheitskarte z.B. hinsichtlich der Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht, wenn eine hundertprozentige Sicherheit der Daten vor unbefugter Einsicht nicht gewährleistet werden kann? Wie verändern sich Wertschöpfungsnetzwerke im Gesundheitswesen, wenn die Grenzen zwischen Pflege, ärztlicher Diagnose und Behandlung verschwimmen und der Wirtschaftszweig „Fitness/Wellness“ integraler Bestandteil des Gesundheitssystems werden wird? Wie reagiert das System, wenn das – ggf. privatwirtschaftlich geführte – telemedizinische Zentrum eines Krankenhauses Aufgaben übernimmt, deren Wahrnehmung früher nur durch den Vor-Ort-Besuch des Hausarztes gewährleistet war?
4. Wie lassen sich Systeme, die auf dem Internet der Dinge basieren, in die bestehenden Leistungskataloge der Krankenkassen integrieren und wie lassen sich bezahlbare und dennoch lukrative Geschäftsmodelle für die oftmals aufwändigen Geräte/Infrastrukturen entwickeln? Reicht hier beispielsweise die bisher übliche Einstufung nach Pflegestufen, um eine technisch-ökonomische Abschätzung zu ermöglichen und wird es eine einheitliche Form der Zertifizierung geben? Wie wird abgerechnet, wenn online ein Konsultationsverfahren zwischen Hausarzt oder medizinischem Dienst vor Ort und dem Facharzt am Bildschirm in der Klinik initiiert wird?
5. Ein weiterer kritischer Aspekt beruht darauf, dass die Menschen in ihrem Leben den zunehmenden Umgang mit technischen Hilfsmitteln akzeptieren müssen. Hier kann jedoch bei einer künftigen älteren Generation mit einer steigenden Gewöhnung im Umgang mit elektronischen Geräten gerechnet werden.
6. Wie ist die Mitbestimmungspflicht anzuwenden, wenn neue Technologien in Dienstleistungsunternehmen des Gesundheitssektors eingeführt werden sollen? Wie gehen die Beschäftigten mit der grundsätzlichen Option einer jederzeitigen Lokalisierbarkeit und Identifizierbarkeit um? Alle im ambulanten Dienst Tätigen können grundsätzlich überwacht werden, Aufenthaltsort und -dauer kontrolliert, ja sogar die Interaktionsintensität mit einzelnen Gegenständen aufgezeichnet werden.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass noch einige fundamentale Entwicklungen notwendig sind, bis es integrierte Gesamtlösungen für den Heimbereich geben wird. Praktikabilität und Preis dieser Lösungen spielen dabei eine genauso große Rolle für den Erfolg wie ein positiver Diskurs in der Öffentlichkeit. Gesellschaftliche Trends (stärkere Isolation durch Auflösung von Familienverbänden) werden den Bedarf von AAL-Produkten fördern.

## 4.6 Literatur und Quellen

**Acatech:** Innovationskraft der Gesundheitstechnologien: Empfehlungen zur nachhaltigen Förderung von Innovationen in der Medizintechnik, Stuttgart, 2007.

**VDI/VDE Innovation + Technik:** mst news 06/2007 – Ambient Assisted Living, Berlin, 2007.

**Hou, Jennifer C/Wang, Qixin u.a.:** PAS - A Wireless-Enabled Sensor-Integrated Personal Assistance System for Independent and Assisted Living HCMDSS'07, Boston MA, 2007.

**Roe, Patrick R. W.:** Towards an Inclusive Future - Impact and Wider Potential of Information and Communication Technologies, 2007.

**VDE Initiative MikroMedizin Positionspapier:** TeleMonitoring in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Frankfurt/M, 2006.

**Augusto, Juan Carlos/Nugent, Chris D.:** Designing Smart Homes - The Role of Artificial Intelligence, 2006.

**Boyer, Jodie P./Tan, Kaijun/Gunter, Carl A.:** Privacy Sensitive Location Information Systems in Smart Buildings. In: Springer Security in Pervasive Computing, SPC ,06, York, UK, 2006, S. 149-164.

**Wang, Qixin/Shin, Wook/Liu, Xue u.a.:** I-Living - An Open System Architecture for Assisted Living. In: SMC'06, Taipei, 2006.

**BMBF:** „Zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich“, Bonn, 2005.

**Stakeholder Consultation and DG INFSO** Workshop „User needs and outline agenda for research, development and deployment of „Ambient Assisted Living“ (AAL) for the ageing population“, Brussels, 2-3rd May 2005

**Joint DG JRC/IPTS-DG INFSO** Workshop, Brussels, „User Needs in ICT Research for Independent Living, with a Focus on Health Aspects“, 24-25th November 2005

**Botthof, A./Domröse, W./Giesecke, S./Groß, W.:** „Anforderungen an die Technologie- und Wirtschaftspolitik durch die Konvergenz der elektronischen Medien“. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Teltow, 2004.

**Instat Report:** „Internet Based home Control and Enabled products: Today´s Smart Home“, 2004.

#### **allgemeine Literatur zum Thema:**

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

**Fleisch, E./Mattern, F. (Hrsg.):** Das Internet der Dinge, Berlin/Heidelberg, 2005.

## 5 Internet der Dinge-Technologien im Anwendungsfeld „Mobilität“

### 5.1 Zusammenfassung

Die universellen Kommunikationsprozesse der Zukunft werden auf die Mobilität einen sehr großen Einfluss haben, wobei hier Mobilität in zwei Richtungen verstanden werden soll.

Zum einen ist die individuelle Mobilität der Menschen in der Arbeits- oder Geschäftswelt sowie im privaten Umfeld betroffen. In Zukunft wird man durch die Nutzung intermodaler Verkehrsangebote noch schneller, sicherer und ökologisch verantwortbarer<sup>9</sup> jeden Ort auf der Erde erreichen können. Dabei wird das Internet der Dinge mit einem nahezu vollständigen Informationsaustausch von unterschiedlichen Verkehrsträgern/-systemen untereinander und mit der Umgebung zu einem neuen Verhältnis zwischen privatem und öffentlichem Verkehrsangebot führen.

Zum anderen soll aber auch die Mobilität der Arbeitsprozesse selbst angesprochen werden. Schon heute erlaubt die Kommunikation über das Internet Arbeiten an weit entfernten Orten, die noch vor wenigen Jahren unvorstellbar gewesen wären. Längst sind in der Arbeitswelt die klassischen Kommunikationswege wie Telefonieren, Schreiben von Texten und Versenden von Dokumenten zusammen gewachsen mit der Folge, dass alle denkbaren Informationen mit fast unendlicher Geschwindigkeit weltweit transportiert werden. Diese so genannte Konvergenz der elektronischen Medien wird aber auch neue Dienste erlauben, wie etwa eine Fernwartung von Maschinen und Anlagen, weil das Internet der Dinge Datenverbindungen bis hin zu kleinsten Teilen solcher Einheiten ermöglichen wird. Dies wird für manche Menschen ihren individuellen Mobilitätsbedarf verringern, für andere hingegen aufgrund mobil vernetzter Endgeräte tendenziell erhöhen, indem diese installiert, ausgetauscht, angepasst etc. werden müssen.

Es ist naheliegend, dass gerade für eine Gesellschaft, deren größte Zukunftschancen unbestritten in einer Entwicklung zur Wissensgesellschaft liegen, in diesen Veränderungen der Mobilität der Menschen und der Arbeitsprozesse ungeheure Chancen liegen. Die intelligente Nutzung dieser neuen Mobilität erlaubt es uns, Produkte und Dienstleistungen weltweit anzubieten, die den Zukunftsbedürfnissen etwa in Bezug auf Nachhaltigkeit entsprechen und bei denen es nur eingeschränkte Konkurrenz aus den ökonomischen Schwellenländern geben kann.

Ebenso unbestritten ist aber auch, dass diese Entwicklungen zu einer weitgehenden Veränderung des sozialen Umfeldes, insbesondere des Arbeitslebens führen werden. Die damit verbundenen Risiken frühzeitig zu erkennen und diese zu minimieren ist eine zentrale Aufgabe des weiteren Technologiediskurses von DGB und Einzelgewerkschaften.

So könnte aus der „digitalen Spaltung“ in absehbarer Zeit sogar eine „mobile Spaltung“ unserer Gesellschaft werden, wenn ein erheblicher Teil der Gesellschaft zur veränderten Mobilität keinen Zugang hat und diesem dann die Teilhabe am Arbeitsleben zu großen Teilen versagt bleibt. Oder ist es am Ende sogar denkbar, dass bestimmte Wege und Ziele für diejenigen verschlossen bleiben, die mit der veränderten Mobilität nicht Schritt halten können?

Aber auch eine neue Aufteilung von Verantwortung zwischen handelnden Menschen und zunehmend „intelligenten“ Maschine wirft bislang ungelöste Fragen auf. Bei den sogenannten Fahrerassistenzsystemen im Auto wird schon lange diskutiert, was solche Systeme dürfen, bevor es zu Unklarheiten über die Verantwortlichkeiten im Falle eines Unfalls kommt.

Wenn das Internet der Dinge zu so dramatischen Veränderungen des Arbeits- und Privatlebens führt, wie es den Anschein hat, dann müssen auf solche Fragen frühzeitig Antworten gegeben werden, um die technologische Entwicklung vorausschauend beeinflussen zu können.

---

9 Dem steht allerdings die Erkenntnis gegenüber, dass Verkehr immer mehr Verkehr anzieht.

## 5.2 Ein mögliches Zukunftsbild

Das folgende Zukunftsbild beschreibt die mögliche Ausprägung des Internet der Dinge im Bereich der Mobilität. Unabhängig von der konkreten Darstellung soll mit dieser Beschreibung vor allem ein Eindruck von den erwartbaren Technologien, ihrem Leistungsumfang und ihren Auswirkungen gegeben werden.

Es ist wieder so ein typisches Schmuddelwetter, als sich Julian auf den Weg zur Arbeit macht. Die Straßen sind voller Schneematsch und lassen nichts Gutes erahnen, aber er hat es ja nicht weit. Nur knapp 80 km sind es bis zu seinem Maschinenbaubetrieb, eine Entfernung, über die so manche seiner Kollegen nur lachen würden.

Gerade will er auf die Stadtautobahn fahren, da erscheint auf der Windschutzscheibe der Warnhinweis, dass kurz vor ihm ein LKW auf glatter Straße liegen geblieben ist. Gerade noch rechtzeitig kann er sich entscheiden, aus der Abbiegespur auszuscheren, wobei die Elektronik alle Mühe hat, das Fahrzeug im Schneematsch in der Spur zu halten. Julian ist froh, dass er beim Autokauf die Mehrkosten für die haptischen Rückmeldungen nicht gescheut hat. So sagt ihm ein deutlich merkbares Ruckeln am elektronischen Lenkrad, dass er aufpassen muss und sich nicht nur auf die elektronischen Stabilitätshilfen verlassen darf.

Ein kurzer Blick auf das Navi macht ihm klar, dass er nicht mehr rechtzeitig zur Arbeit kommt, wenn es so weiter geht. Das Gerät zeigt ihm aber auch die Alternative an, am nächsten Bahnhof auf den Regionalzug umzusteigen. Damit ist er zwar langsamer als bei normalem Wetter mit dem Auto, aber bei dieser Verkehrslage ist das wohl die schnellere Verbindung. Da das Navi ihm gleichzeitig signalisiert, dass der Zug pünktlich ist und es noch freie Parkplätze geben wird, wenn er den Bahnhof erreicht, steigt er auf die Bahn um. Es ist zwar zeitlich knapp, da er aber das Ticket mit einem Knopfdruck direkt über das Navi bestellt und ihm automatisch auf das Handy übertragen wird, ist auch dies kein Problem.

Julian ist Service-Techniker bei einem mittelgroßen Maschinenbaubetrieb. Da gibt es nicht nur die eigenen Produktionsanlagen zu warten, sondern auch Maschinen, die an Kunden in aller Welt geliefert wurden. Er hat kaum sein Büro erreicht, da hört er schon, dass es heute nicht rund läuft. Immer wieder stockt die Produktion, ohne dass der Fehler bislang gefunden wurde. Also stellt er seinen Computer an und lässt sich den gesamten Betrieb als virtuelles Unternehmen darstellen. Er sieht alle Stoffströme und Störungsmeldungen. Die sagen ihm zwar, wo Probleme auftreten und manchmal auch, welche es sind, aber nur dank seiner großen Erfahrung ist er in der Lage, die denkbaren Ursachen schnell einzugrenzen. Irgendwo scheint es in der zentralen Schmiermittelzufuhr ein Problem zu geben, das an verschiedenen Anlagen gleichzeitig zu Störungen führt. Auf seinem Monitor klickt er sich immer weiter in die Details des Systems bis er schließlich jeden einzelnen Sensor und jedes Ventil im System über das IoT vom Schreibtisch aus prüfen kann.

So ist der Fehler bald lokalisiert und Julian kann per Mausklick das richtige Ersatzteil vom Lager bestellen und den Monteuren exakt beschreiben, was sie zu tun haben. Er lehnt sich zufrieden zurück und staunt mal wieder, was mit dem Internet der Dinge so alles möglich geworden ist. Er beherrscht das System, weil es absolut benutzerfreundlich ist, „mitdenkt“ und ihn in jeder Lage unterstützt, ohne dass er die Technik im Detail überhaupt kennen muss.

So verläuft der Arbeitstag wie immer hektisch aber auch erfolgreich. Leider macht ihm das Schmuddelwetter mehr zu schaffen, als ihm lieb ist, und so plagen ihn zunehmend Kopfschmerzen und Erkältungssymptome. Während er gerade überlegt, heute früher nach Hause zu fahren, kommt von einem brasilianischen Kunden ein Hilferuf: Die dorthin gelieferte Produktionsanlage bedarf einer dringenden Reparatur. Die Hydraulikleitungen sind zum Teil verschlissen und müssen ersetzt werden.

Kein Problem denkt sich Julian, denn dass kann er gut und gerne am nächsten Tag von zu Hause aus erledigen. Die Zeitverschiebung erlaubt ihm sogar, sich richtig auszuschlafen und mit Hilfe seines mobilen Büros ist er bestens gerüstet. Er benötigt noch nicht einmal spezielle Unterlagen, denn die Produktionsanlage ist vor Ort vollständig elektronisch dokumentiert.

So wird er sich zunächst die Dokumentation in den entscheidenden Teilen direkt aus der Anlage herunterladen und das Logbuch hinsichtlich der Fehlerprotokolle ansehen und so einen kontextsensitiven Status-Report erstellen. Vor Ort wird dann ein brasilianischer Monteur mit den Arbeiten beginnen. Dazu wird er eine AR-Brille nutzen, die es auch Julian erlaubt, zu sehen, was der Kollege vor Ort im Blick hat und ihm von zu Hause aus virtuelle Bilder in das Gesichtsfeld bringen, die dem Kollegen zeigen, wie die Leitungen zu verlegen sind. So sind dann auch Sprachprobleme nachrangig, und Julian hat die Gewissheit, dass die Arbeiten ordnungsgemäß ausgeführt werden.

So kann Julian trotz dieses kurzfristigen Auftrags rechtzeitig Feierabend machen. Auf dem Weg vom Bahnhof nach Hause fällt Julian ein, dass er gut beraten wäre, sich noch mit ein paar Medikamenten gegen die Erkältung einzudecken. Mit verständlicher Sprache teilt er dem Navi mit, dass er eine Apotheke sucht, die noch geöffnet hat. Kein Problem, das Navi leitet ihn automatisch über einen kleinen Umweg nach Hause.

Kaum hat er das Auto in der Garage abgestellt, sieht er neue schwarze Wolken am Himmel aufziehen. Nur gut, dass ich morgen von zu Hause aus arbeiten kann, denkt sich Julian und freut sich erst mal auf einen gemütlichen Abend mit der Familie.

### **5.3 Grundlagen des Internet der Dinge im Bereich Mobilität**

Das Anwendungsfeld Mobilität ist grundsätzlich von zwei parallelen Entwicklungen gekennzeichnet: Zum einen verändert sich die Art der Mobilität im Hinblick auf Sicherheit, Verfügbarkeit und wechselseitige Verkettung (Intermodalität). Zum anderen werden durch intelligente Objekte und deren Vernetzung zunehmend telematische Dienste ermöglicht, die die Basis für „ferngesteuerte“ Prozesse bilden und somit Mobilität im klassischen Sinne überflüssig machen. An den Beispielen Automobil und Maschinenbau soll diese Verbindung deutlich gemacht werden.

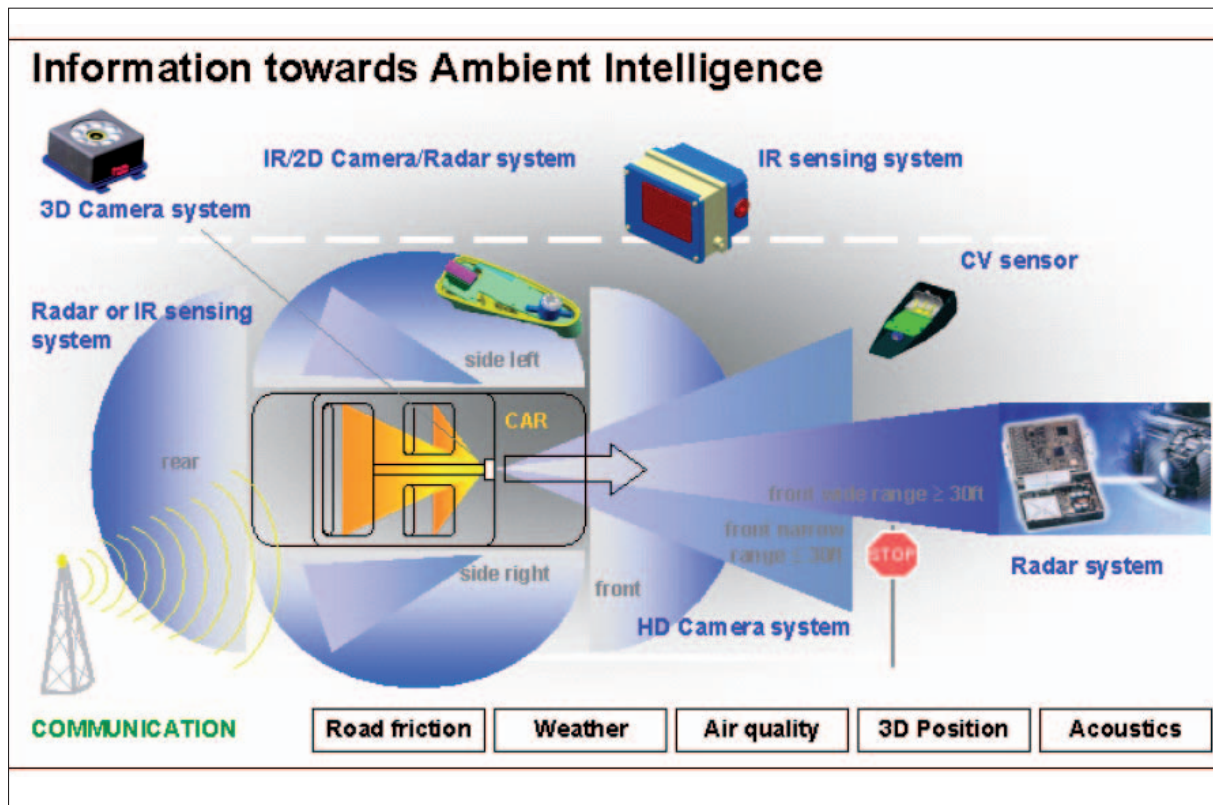
#### **Grundlegende Entwicklungen im Bereich Automobil**

Das Automobil erfährt seit geraumer Zeit einschneidende Veränderungen. Es wird vom einfachen Transportmittel zum intelligenten Assistenten für Fahrer und Insassen. Dabei stehen längst nicht mehr nur die Leistungsfähigkeit und der Komfort im Vordergrund, vielmehr werden vom Fahrzeug neue Aufgaben, vor allem im Bereich der Sicherheit, übernommen. Durch die Einführung von Sensoren und Aktoren in komplexen Steuerungen, durch verbesserte Schnittstellen zur Außenwelt und zu den Insassen werden „intelligente“ Autos möglich.

Der zunehmende Einsatz von Elektronik im Fahrzeug führt zu einer deutlichen Steigerung des Anteils und der Bedeutung von Software im Auto. Dies hat nicht nur erheblichen Einfluss auf den Herstellungsprozess sondern erlaubt eine weit größere Flexibilität bei der Anpassung von Fahrzeugen an individuelle Mobilitätsbedürfnisse. Auch die Erreichung einer nahezu vollständigen Interoperabilität, also dem perfekten Zusammenspiel möglichst aller Geräte im Fahrzeug und bei den Insassen, wird durch softwarebasierte Anwendungen erheblich erleichtert.

Basierend auf dem Internet der Dinge kann das intelligente Auto seine Informationen aus mindestens vier Netzwerken ziehen. Das erste ist das Netzwerk der Komponenten im Automobil selber. Aus einer Vielzahl von Informationen kann das Auto den Fahrer bei seiner Tätigkeit unterstützen (Abb. 15).

**Abbildung 15: Übersicht über verschiedene „neue“ Sensor- und Kommunikationssysteme im Automobil.**



Diese Informationen umfassen dabei nahezu alles, was durch Sensoren im und um das Auto herum festgestellt werden kann. Selbst 3-dimensionale Bilder können zur Steuerung herangezogen werden, etwa bei der Abstandsmessung, dem automatischen Einparken oder der selbstständigen Identifizierung von Verkehrszeichen.

Ein zweites Netzwerk dient zum Informationsaustausch mit mobilen Geräten des Fahrers und der Insassen. Dabei geht es weit über den Bereich der Konsumelektronik (Telefon, Musik) hinaus bis zur Vernetzung mit Informationen, die auf PDAs oder Laptops vorgehalten werden. Dieses Netzwerk basiert auf der zunehmenden Verfügbarkeit von drahtloser Übertragungstechnik (Bluetooth, WLAN).

Ein drittes Netzwerk dient zum Informationsaustausch mit ortsfesten Einrichtungen in der Umgebung des Fahrzeuges (LBS Location Based Services). Grundlage dafür ist die exakte Standortbestimmung des Fahrzeuges über Navigationssysteme (GPS, GALILEO). Auf diese Weise lassen sich freie Parkplätze, Tankstellen, Vertragswerkstätten, Übergangspunkte zum ÖPNV (P&R) und viele andere Informationen mit Bezug zur Autofahrt an das Fahrzeug übermitteln. Aber auch weitergehende Informationen über beispielsweise Restaurants mit bestimmten Angeboten oder Apotheken, die geöffnet sind, lassen sich so heranziehen.

Das vierte Netzwerk dient zum Informationsaustausch von Fahrzeugen untereinander, die sich in räumlicher Nähe befinden. Mithilfe dieser sogenannten „car-to-car communication“ können Fahrzeuge untereinander alle Informationen austauschen, die ihnen selbst zur Verfügung stehen. So können Fahrzeuge, die Gefahrenquellen wie Nebel, Glatteis oder Hindernisse selbstständig mithilfe der eigenen Sensoren erfassen (Abb. 15), diese an nachfolgende Fahrzeuge übermitteln, um dort frühzeitig zu warnen oder sogar aktiv in den Fahrprozess einzugreifen.

All die beschriebenen Komponenten und Netzwerkebenen verbinden sich zu einem Internet der Dinge, in dem prinzipiell alle Informationen ohne weitere technische Hürden ausgetauscht werden können. Vor allem aber gibt es keine medialen Brüche mehr. Das heißt, unabhängig davon ob Informationen als Sprache oder Text oder in irgendeiner anderen Form vorliegen, werden sie ohne zusätzliche Aktivitäten der Nutzer zwischen den Komponenten des Netzes ausgetauscht.

## Grundlegende Entwicklungen im Bereich Maschinenbau

Bei der Automatisierung im Maschinenbau ist ein grundlegender Paradigmenwechsel zu verzeichnen. Während anfangs die Erzielung von Skaleneffekten, d.h. eine mit der Erhöhung der Ausbringungsmenge einhergehende Kostendegression, im Blickfeld stand, steht aktuell die Flexibilisierung der Produktion im Vordergrund. Der gesteigerte Einsatz von Automatisierungstechnik ermöglicht heute eine größere Variantenvielfalt und Individualisierung der Produkte und Dienstleistungen. Grundlage hierfür ist die zunehmende Intelligenz dezentraler Automatisierungskomponenten (Embedded Systems). Das Internet der Dinge erlaubt es, diese Systeme flexibel untereinander und mit zentralen Steuerungseinheiten vernetzen zu können.

Noch fehlen für die tägliche Anwendung robuste und standardisierte Datenverbindungen. Es ist aber davon auszugehen, dass es in absehbarer Zeit ein „Industrial Ethernet“ geben wird, das diese Aufgaben erfüllen wird. Dieses Netz ist auch Voraussetzung für eine durchgängige Interoperabilität zwischen der Leitebene und dem Feldbereich und zwingende Voraussetzung für die Umsetzung von wirtschaftlichen Automatisierungslösungen.

Eine der Hauptanforderungen an ein zukünftiges umfassendes Internet der Dinge im Produktionsfeld ist die Echtzeitfähigkeit. Auch mit heute üblichen Übertragungsraten von 100 Mbit/s bereitet das bestehende Ethernet noch Probleme in Bezug auf die Reaktionszeit. Heute übliche Reaktionszeiten von weit über 100 ms sind im Rahmen der Produktionskommunikation nicht akzeptabel. Es steht aber zu vermuten, dass auch diese technologische Lücke bald geschlossen sein wird, sodass eine leistungsfähige Infrastruktur für den Daten- und Informationsaustausch gegeben sein wird. In Kombination mit dezentralen Sensoren und intelligenten Steuerungsvorrichtungen wird damit der Grundstein für Interaktionsmechanismen gelegt, die weit über eine passive Ferndiagnose hinausgehen und die Notwendigkeit einer vor Ort Präsenzen von Fachpersonal deutlich reduzieren werden (vgl. Beispiel 3 im folgenden Kapitel).

## 5.4 Existierende Ansätze für das Internet der Dinge im Anwendungsfeld Mobilität

Das Thema Mobilität bietet ein breites Anwendungsfeld für das Internet der Dinge. An vier Beispielen sollen die aktuellen Entwicklungen verdeutlicht werden:

### Beispiel 1: Das Automobil der Zukunft denkt und lenkt

Das Automobil ist eines der ersten Alltagsprodukte, in dem Ansätze des Internet der Dinge umgesetzt werden. Heutige Autos enthalten eine Reihe von Fahrerassistenzsystemen, die den Fahrer – teilweise unmerklich – beim Führen seines Fahrzeugs unterstützen. Das Auto selbst wird damit zum intelligenten Gegenstand, der flexibel auf die Fahrsituation, die Umgebung, den Zustand des Fahrzeugs und sogar auf das Verhalten des Fahrers reagiert.

Die heutigen, zumindest in Fahrzeugen der Oberklasse und teilweise in LKWs üblichen, Fahrerassistenzsysteme lassen sich grob in drei Klassen unterteilen:

- Assistenzsysteme für den Fahrzeugbetrieb, die aber nicht direkt in die Fahrzeugsteuerung eingreifen. Dazu gehören Regensensoren, die automatisch den Wischer an- oder abschalten, Navigationssysteme oder Feder-Dämpfer-Systeme zur Verringerung der Insassenbelastung.
- Assistenzsysteme für Fahraufgaben, die vom Fahrer überstimmt oder abgestellt werden können. Typische Beispiele für diese Systeme sind die automatische Geschwindigkeitsregelung, der situationsabhängige zuschaltbare Allradantrieb und Warnfunktionen (beispielsweise bei nicht angelegtem Gurt), Müdigkeit des Fahrers oder Abweichen von der Spur.
- Assistenzsysteme für Fahraufgaben, die eigenständig Entscheidungen des Fahrers überstimmen. Dazu gehören beispielsweise Elektronische Stabilitäts-Programme (ESP), die über das Eingreifen in die Brems- und Antriebssysteme eines Autos das Ausbrechen verhindern oder Pre-Safe-Systeme, die bei einer Vollbremsung automatisch den Sitzgurt straffen oder Sitze und Kopfstützen auf Sicherheitspositionen einstellen.

Fahrerassistenzsysteme zielen damit zum einen auf einen verbesserten Komfort für den Fahrer durch die Unterstützung im Alltagsverkehr, zum anderen auf die Übernahme sicherheitsrelevanter Funktionen in Ausnahmefällen.

Weiterreichende Ansätze der Fahrerassistenzsysteme setzen vor allem darauf, Informationen über die Umgebung stärker in das System einzubeziehen. Kollisionswarnungs- und -vermeidungssysteme erfassen über Bildererkennung, Radar oder andere Sensoren die unmittelbare Umgebung des Autos und interpretieren die Situation. Anschließend werden sie an den Fahrer eine Warnung weiterleiten oder sogar ein Ausweich- bzw. Bremsmanöver einleiten. Entsprechende Prototypen sind von der Industrie bereits entwickelt worden, unter anderem das Advanced Safety Car von Mitsubishi oder das VITA II von DaimlerChrysler.

Kooperative Assistenzsysteme tauschen Daten zwischen Fahrzeugen aus, um dem Fahrer Informationen über das Verkehrsgeschehen in der Umgebung zu geben. Das Automobil der Zukunft wird mit anderen Fahrzeugen in der näheren Umgebung selbstständig Informationen austauschen. Im Vergleich zu herkömmlichen Staumeldungssystemen können so Warnmeldungen – etwa vor Nebelbänken, Blitzeis oder Auffahrunfällen – ausgegeben werden, die sich direkt auf das Verkehrsumfeld der Fahrzeuge beziehen. Ein Störungsereignis wird dabei innerhalb von Sekundenbruchteilen von einem Fahrzeugsystem zum nächsten weitergeleitet. In Abhängigkeit von den gerätespezifischen Kommunikations-, Verarbeitungs- und Visualisierungsmöglichkeiten wird die Kommunikation mit dem nächsten Schwarmobjekt in der Nachbarschaft generiert und der Fahrer oder ein untergeordnetes System informiert. Beispielsweise werden Fahrdaten wie Bremsvorgänge oder ESP-Eingriffe zwischen mehreren Fahrzeugen ausgetauscht, um den Fahrer frühzeitig vor Gefahrensituationen wie Unfällen oder Staus zu warnen, die er selbst nicht sehen kann.

## **Beispiel 2: Intermodale Verkehrsangebote sichern Mobilität**

Das Internet der Dinge erlaubt auch für den Transport von Menschen und Material neue Ansätze. Die Frage nach dem jeweils besten Transportmittel kann im Kontext der Aufgabe und der vorhandenen Möglichkeiten beantwortet werden wobei es unter mehreren Gesichtspunkten wie Kosten, Zeit und Umweltbelastung möglich wird, sich nicht auf ein Transportmittel festzulegen, sondern situationsspezifisch zu reagieren. Dies bedeutet tendenziell die gleichwertige Nutzung von Bahn, Bus, Auto, Taxi, Fahrrad, Schiff oder Flugzeug. Das Internet der Dinge liefert komplexe Informationen, die eine ebenso komplexe Logistik ermöglicht. So kann z.B. ein morgendlicher Pendler frühzeitig erfahren, wann er mit dem privaten Pkw losfahren muss, um einen Regionalzug zu erreichen. Gleichzeitig hat er die Information, dass ein Parkplatz zur Verfügung steht und eine Sitzgelegenheit im Zug vorhanden ist.

Erste Piloten für einen solchen intermodalen Verkehr sind vielerorts in Deutschland in der Erprobung. Anbieter sind neben der öffentlichen Hand auch Privatunternehmen. Beispiele sind Car Sharing-Konzepte oder der Fahrradverleih der Deutschen Bahn.

Der intermodale Verkehr erlaubt, dass sich das Angebot von der Vorhaltung bestimmter Transportmittel zur garantierten Transportleistung wandeln kann.

Auch die Automobilindustrie hat erkannt, dass ein intermodales Verkehrsangebot mit dem Auto als unverzichtbarem Element zur Befriedigung individueller Mobilitätswünsche sinnvoll ist. Permanent im Stau stehende Fahrzeuge lassen sich nicht verkaufen. Mobilität bleibt damit ein ökologischer Belastungsfaktor, der aber durch den Einsatz von IoT-Technologien in Hinblick auf seine schädigenden Auswirkungen verringert werden könnte, indem Verbindungen flexibel aktualisiert, alternative Verkehrsströme/-träger genutzt und somit eine effiziente Fortbewegung ermöglicht werden.

## **Beispiel 3: Im Maschinenbau entwickeln sich neue Dienstleistungen**

Die Augmented Reality (AR) ist eine neuartige Form der Mensch-Maschine-Interaktion, eng verbunden mit der Virtual Reality (VR). Hier werden reale Gegebenheiten mit virtuellen Darstellungen überlagert, indem dem Anwender kontextspezifische Informationen in sein Sichtfeld eingeblendet werden. Üblicherweise werden hierzu externe Hilfsmittel, wie z.B. Datenbrillen, benutzt. Welche Informationen bzw. Bilder dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden, hängt von dem jeweiligen, betrachteten Objekt oder Bauteil ab. So wird das reale Sichtfeld beispielsweise eines Monteurs durch eingeblendete Montagehinweise und zusätzliche für ihn wichtige Informati-



onen erweitert. Auf diese Weise wird bei der Montage von Leitungen im Airbus 380 den Monteuren das virtuelle Bild der verlegten Leitungen in das Sichtfeld eingeblendet um so Verlegungsfehler auf ein Minimum reduzieren zu können.

Gerade im Service werden AR Verfahren zu neuen Dienstleistungsangeboten führen. Hier können sie als Weiterentwicklung der „klassischen Ferndiagnose“ angesehen werden, da sie problem- und zielorientiertere Arbeiten ermöglichen. Sowohl beim Service als auch bei der Einarbeitung bietet die AR die Möglichkeit der Fehlerdiagnose oder Schulung durch die Zusammenarbeit zwischen Personal vor Ort und entfernten Experten. Eine derartige kooperative Arbeitsweise wird durch ein AR-gestütztes „Fernauge“ ermöglicht, sodass rare Experten nicht mehr wie bisher vor Ort anwesend sein müssen. Weiterhin kann eine komplexe und oftmals langwierige Ferndiagnose ohne direkte Informationen vor Ort vermieden werden denn das Internet der Dinge liefert aus den Anlagenkomponenten die notwendigen Informationen in einem Detaillierungsgrad, der bislang nur durch Inaugenscheinnahme möglich ist.

Gerade bei den immer komplexer werdenden Maschinen kann die AR wichtige Lösungsansätze liefern und Kosten einsparen. Für mittelständische Werkzeugmaschinenhersteller sind derartige Anwendungsfelder der AR höchst interessant, da sie durch die fortschreitende Globalisierung der Märkte gezwungen sind, ihre weltweiten Kunden schnell und gezielt zu unterstützen. Weiterhin können durch eine erleichterte bzw. problemorientierte Einarbeitung Vorbehalte gegenüber komplexen Maschinen oder den Einsatz neuartiger Technologien reduziert werden.

#### **Beispiel 4: Die universelle Identifizierung von Personen wird unser ständiger Begleiter**

Der Zugang zu Gebäuden oder Veranstaltungen, die Nutzung von Dienstleistungen oder Verkehrsmitteln, die Abwicklung von Geschäften oder Transaktionen sind darauf angewiesen, dass sie nur von dazu berechtigten Personen ausgeführt werden. Die Berechtigung der handelnden Person wird meist durch spezielle Ausweise nachgewiesen wobei diese auch gleichzeitig eindeutig identifiziert wird. Als Folge existiert eine Vielzahl von Ausweisen und Karten, wie beispielsweise Reisepass, Personalausweis, Führerschein, Gesundheitskarte, Versicherungskarte, Kreditkarte, EC-Karte, Firmenausweis, Kundenkarten oder Zeitkarte für den öffentlichen Personennahverkehr. Angesichts der Vielzahl der benötigten Dokumente liegt der Gedanke nahe, auf der Basis des Internet der Dinge auch eine universelle Identifikation zu etablieren, die all diese Funktionen beinhaltet und auf diese Weise die Übersichtlichkeit und Nutzbarkeit für den Karteninhaber vereinfachen würde.

Dabei ist es von großer Bedeutung, dass die dort gespeicherten Daten nicht von unberechtigten Institutionen ausgelesen werden können. Dies bedeutet darüber hinaus auch, dass berechtigte Instanzen immer nur auf die Teildaten Zugriff haben dürfen: Die Bank darf nur auf die Funktion und Daten „EC-Karte“ zugreifen, aber nicht auf den Teil „Gesundheitskarte“ (denkbar wären hierbei eine multi-applikative Chipkartentechnologie mit unterschiedlichen Passwörtern oder PINs).

Neben dem Zugang zu den Daten einer solchen Karte während der normalen Nutzung ist der Verlust des Universal-Mediums aus Sicht des Datenschutzes ebenfalls ein hohes Risiko, da es eine Vielzahl von persönlichen Daten – etwa zum Gesundheitszustand oder zu den finanziellen Verhältnissen – enthält und eine Vielzahl von Institutionen zumindest Zugriff auf Teilbereiche dieser Daten haben. Dies gilt insbesondere dann, wenn nicht hinreichend sichere Maßnahmen implementiert sind, die Unbefugte daran hindern, an die Daten einer gestohlenen oder verloren gegangenen universellen Identifikationskarte zu gelangen. Es bleibt zu fragen, ob eine Risikostreuung, d.h. die Verteilung der Daten auf mehrere Identifikationsmedien, nicht doch sinnvoller wäre, als nur ein einziges Universal-Medium einzusetzen. Damit würde zwar der Hauptnutzen eines solchen universellen Mediums, die Bündelung vieler Funktionen in einem Medium, verloren gehen, andererseits würde das Risiko des Datenmissbrauchs deutlich verringert werden.

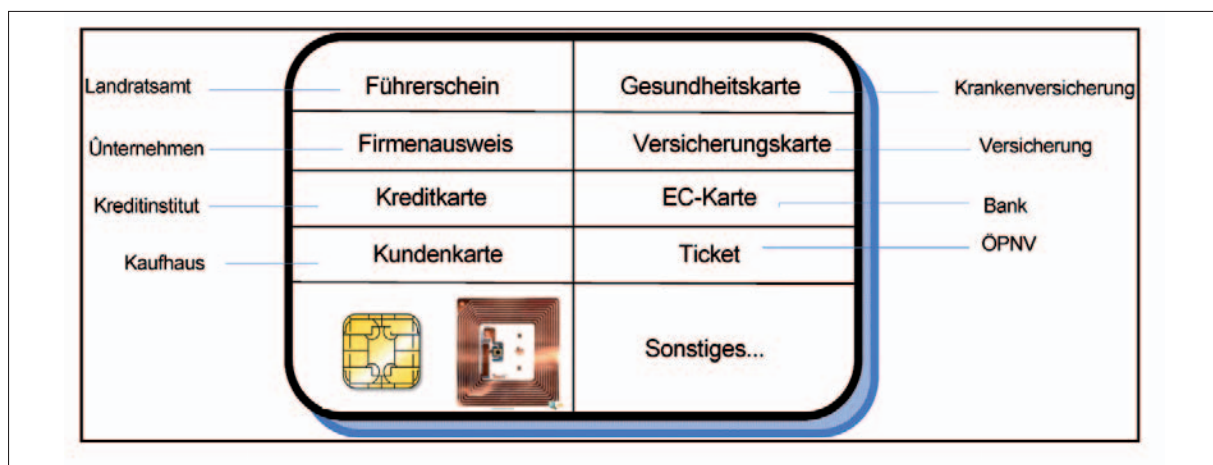
Pilotprojekte, die in Richtung einer universellen Identifikation gehen, existieren bereits. Bei der österreichischen Bürgerkarte, die Name und Adresse enthält, sind auch Varianten mit weiteren Daten geplant, etwa die Sozialversicherungskarte e-card mit Sozialdaten, die Bankomatkarte mit Kontodaten oder ein Studentenausweis mit Matrikelnummer. Neben Österreich haben auch Belgien, Finnland, Italien und die Schweiz eine solche Bürgerkarte

bereits eingeführt. Weitere multifunktionale Kartenanwendungen sind etwa die National ID Card in Oman, die Moscow Social Card in Russland oder die National Health Insurance Card in Taiwan.

Auch in Deutschland gibt es entsprechende Aktivitäten. Der elektronische Reisepass (ePass) wird seit November 2005 eingeführt, die elektronische Gesundheitskarte befindet sich derzeit in der Erprobung. Die Schaffung eines Digitalen Personalausweises wird ebenfalls diskutiert, teilweise auch in Verbindung mit der Gesundheitskarte.

Darüber hinaus befinden sich Geräte in Entwicklung, die zur Ad-hoc-Identifikation fähig sind und beispielsweise in Kleidung integriert oder sogar dem Menschen implantiert werden. Die vielen heute schon existierenden Karten mit den zugehörigen Infrastrukturen und Mechanismen wären dann Teilmengen einer solchen universellen Identifikationslösung, wie sie in der folgenden Abb. 16 schematisch dargestellt wird.

**Abbildung 16: Schematische Darstellung einer Universellen Identifikationskarte, die verschiedene Funktionen wie Zugang, Bezahlungsfunktion, Bereitstellung persönlicher Daten etc. in sich vereint. Aufgrund der hohen Sensibilität der jeweiligen Daten muss der Missbrauch durch leistungsstarke Verschlüsselungsmechanismen verhindert werden. Zudem führt der Verlust einer entsprechend integrierten Karte zum Verlust einer Vielzahl von Anwendungskontexten**

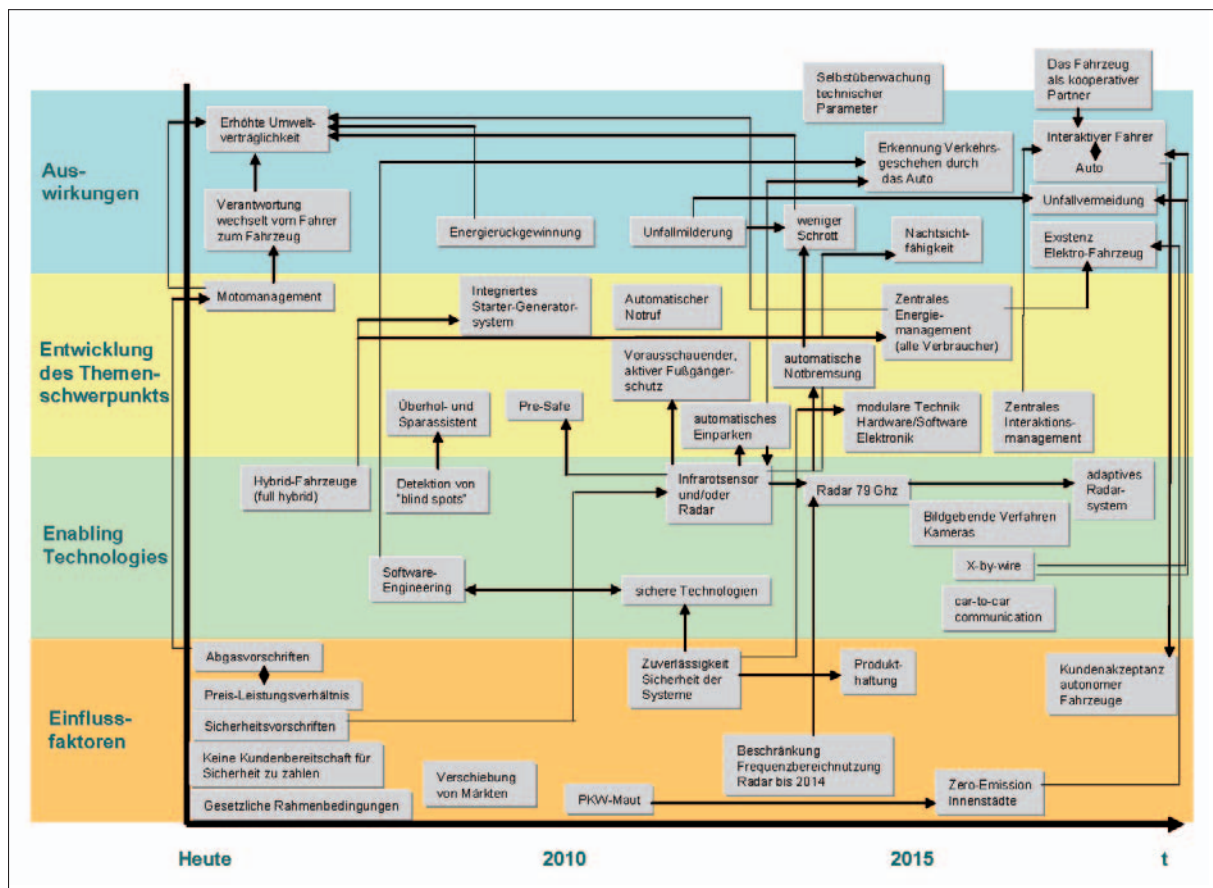


## 5.5 Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen

### 5.5.1 Roadmap

Für die dargestellten zukünftigen Entwicklungen existieren bei Forschern und Unternehmen konkrete Vorstellungen über die zukünftige Entwicklung. Dies macht deutlich, dass es sich nicht um vage Prognosen oder um mehr oder weniger wahrscheinliche Entwicklungen handelt, sondern um feste Zeitpläne mit dem Ziel, marktgängige Produkte einzuführen. Das folgende Beispiel zeigt eine solche Roadmap für Fahrerassistenzsysteme (Abb. 17).

Abbildung 17: Das Schema zeigt die zentralen Entwicklungslinien und Einflussfaktoren zur Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen.



Derartige Roadmaps erlauben nicht nur Abschätzungen darüber, wann bestimmte Produkte oder Dienstleistungen verfügbar sein werden, sondern ermöglichen auch, bei der Beobachtung von einzelnen technologischen Entwicklungen einzuschätzen, wie diese zu weiteren Innovationen aber auch zu gesellschaftlichen Auswirkungen führen.

### 5.5.2 Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Arbeitswelt

Die zu erwartenden Entwicklungen im Bereich der Mobilität durch das Internet der Dinge werden weitreichende Veränderungen des sozialen Umfelds, vor allem auch der Arbeitswelt mit sich bringen.

So werden Arbeitswelt und Lebensumfeld auf der einen Seite räumlich weiter auseinander driften, was für die Lebensplanung insgesamt und für die Arbeitswege von besonderer Bedeutung sein wird. Zwar wird die Allgegenwärtigkeit von bedarfsgerechten Informationen die Bewegungen zwischen Wohnung und Arbeitsstätte erheblich erleichtern und beschleunigen, aber auch einen intensiven Umgang mit modernsten Technologien erfordern. Das wirft die Frage auf, inwieweit es zukünftig Menschen geben wird, die keinen Zugang zu diesen Technologien mehr finden und damit nicht nur im Sinne der bekannten „Digitalen Spaltung“ von vielen Informationen und Dienstleistungen keinen Gebrauch machen können sondern sogar in ihrer persönlichen Mobilität so weit eingeschränkt werden, dass sie am gesellschaftlichen Leben nur noch eingeschränkt teilnehmen können. Die Tendenzen dazu sind schon heute erkennbar. Wenn immer mehr Menschen Online-Tickets über das Internet kaufen und Verkehrsmittel über das Handy bezahlen, dann wird sich die Zahl der „klassischen“ Verkaufsstellen weiter verringern und denjenigen den Zugang zum öffentlichen Verkehrsmittel erschweren, der mit diesen Technologien nicht zurechtkommt. Droht also nach der „Digitalen Spaltung“ sogar eine „Mobilitätsspaltung“ der Gesellschaft? Hier steht zu befürchten, dass die heute bereits bestehende schleichende gesellschaftliche Trennung entlang sozialer („individualökonomischer“) Grenzen weiter zunimmt: Wer mittels Erwerbsarbeit über ein Einkommen (und

damit über Kreditkarte, Internetzugang etc.) verfügt, ist in das System „Internet der Dinge“ eingeschlossen, und wer beispielsweise arbeitslos ist (ein auch auf absehbare Zeit bestehendes Massenphänomen), ist tendenziell davon ausgeschlossen – mit weit reichenden Einschränkungen im gesellschaftlichen Leben.

Auf der anderen Seite wird der Anteil an Arbeiten, die außerhalb eines Unternehmens, vor allem in Heimarbeit verrichtet werden können, mit dem Internet der Dinge deutlich zunehmen. Das wird helfen, die Vereinbarkeit von Familie und Beruf erheblich zu verbessern und vielen Menschen den Zugang zum Arbeitsleben erleichtern. Es kann aber andererseits auch zu einem veränderten Wettbewerb am Arbeitsmarkt führen, der auf die bestehenden Arbeitsverhältnisse entscheidenden Einfluss hat. So wird es möglich sein, Arbeitsinhalte immer stärker aufzuteilen, um die Arbeiten – im Extremfall weltweit – verteilt ausführen zu lassen. Reicht dann aber der Arbeitsanteil noch für den Einzelnen oder droht hier eine Beschleunigung dessen, was unter dem Begriff „Working Poor“ Eingang in die Diskussion gefunden hat? Zudem benötigen derart verteilte Arbeitsverhältnisse neue Regeln, etwa zu den Fragen, inwieweit dann Kontrollen des Arbeitgebers im Widerspruch zur geschützten Privatsphäre stehen. Wie verändern sich die Kräfteverhältnisse zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern, wenn letztere keine geschlossene Belegschaft im klassischen Sinne mehr bilden (siehe hierzu und zum folgenden Punkt auch Kapitel 5 im Papier zum Thema „Produktion – Fertigungsplanung“)?

Die Mobilitätserwartungen könnten aber in bestimmten Branchen bzw. für bestimmte Qualifikationen (z.B. Kundenberatung, Servicetechnik etc.) auch steigen und zu mehr Autonomie, aber auch zu einer potenziell höheren Arbeitsbelastung, verstärktem Zeitdruck und hoher Eigenverantwortlichkeit führen. Mobile vernetzte Endgeräte werden eine hohe Flexibilität ermöglichen, die Arbeiten nicht nur zuhause, sondern auch „vor Ort“ erleichtert. Beide Optionen führen dazu, dass in den Betrieben selbst immer weniger Beschäftigte anwesend sind.

Das Internet der Dinge wird die Verantwortlichkeiten zwischen Mensch und Maschine nachhaltig berühren. Heute ist es noch ein hohes Gebot darauf zu achten, dass der Mensch über der Technik steht, wenn es um Verantwortungen geht. Somit ist in der Regel klar erkennbar, wer im Falle eines Schadens die Schuld trägt. Wenn zukünftig aber etwa bei der Nutzung der Augmented Reality die Grenzen zwischen Mensch und Technik verschwimmen, wird es immer schwieriger, die Verantwortlichkeiten auseinander zu halten. Muss man also nicht jetzt schon damit beginnen, Haftungsfragen vor dem Hintergrund dieser Entwicklung neu zu definieren?

Die beruflichen Kraftfahrer werden schon sehr bald mit dieser Frage konfrontiert werden. Noch sind Fahrerassistenzsysteme so ausgelegt, dass der Eingriff in das Fahrzeug begrenzt ist, und die letzte Verantwortung beim Fahrer bleibt (allerdings gibt es auch heute schon Systeme, die autonom ins Fahrgeschehen eingreifen wie etwa ESP, wo eine Rückmeldung an den Fahrer aufgrund der kurzen Zeit unmöglich ist). So wird heute noch bei Automatischen Distanzregelungen die maximale Bremskraft so weit begrenzt, dass es zu keiner Vollbremsung kommt. Selbst dann nicht, wenn das Hindernis dies eigentlich verlangen würde. Der Fahrer wird durch den automatisch einsetzenden Bremsvorgang nur unterstützt, letztlich trägt er weiterhin die alleinige Verantwortung. Aber die Systeme der Zukunft werden nicht nur Vollbremsungen ermöglichen, sondern sogar automatische Ausweichmanöver. Dann verschwimmen die Grenzen der Verantwortung. Brauchen wir dann vielleicht eine Haftpflichtversicherung für das Internet der Dinge?

Mobil werden mit einer zunehmenden Nutzung von IoT-Technologien nicht nur Menschen, sondern auch die Speicherung und vor allem Erzeugung von Daten sein. Die verstärkte Erfassung, Speicherung und Vernetzung von Daten ist geradezu eine Voraussetzung für eine dynamisch aufeinander abgestimmte und effiziente Mobilität. Dabei rücken aber auch Fragen des Datenschutzes und des Arbeitnehmerdatenschutzes in den Mittelpunkt. In Hinblick auf die universelle Identifizierung von Personen (siehe Beispiel 4) ist es essentiell, dass Unternehmen eine Kultur des Datenschutzes etablieren, dass die Beschäftigten so ihr Recht auf informationelle Selbstbestimmung auch durchsetzen können und die notwendige Transparenz in Hinblick auf die erfassten bzw. weitergeleiteten Daten immer gewährleistet ist.

Das Internet der Dinge im Bereich der Mobilität ist zunächst einmal eine Effizienztechnologie, die für die individuelle Mobilität zu Effizienzgewinnen führen sollte. Verkehrsmittel werden „intelligenter“ kombiniert, Wege ganz eingespart z.B. durch Home-Office-Optionen. Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit könnte das Internet der Dinge daher positive Auswirkungen haben. Allerdings führen Effizienzgewinne im Bereich der Mobilität häufig zu einer Ausweitung derselben. Größere Strassen ziehen mehr Verkehr nach sich. Die zunächst vorgesehene

Entkoppelung des Arbeitsortes vom Wohnort durch virtuelle Realitäten, Home-Office und andere Distanztechnologien könnte in der Realität außerdem schneller als gedacht durch die noch immer nötige Vor-Ort-Präsenz unterlaufen werden. Damit kann der Bedarf nach Mobilität letztlich wieder erhöht – mehr Ressourcen würden verbraucht, das Arbeiten im Zeichen des Internet der Dinge weniger nachhaltig werden.

## 5.6 Literatur und Quellen

**Botthof, A./Domröse, W./Giesecke, S./Groß, W.:** Anforderungen an die Technologie- und Wirtschaftspolitik durch die Konvergenz der elektronischen Medien. Studie im Auftrag des BMWi, 2004.

**Motus, D./Boppert, J.:** Steigerung der Informationsqualität durch effizientes Datenmanagement. In: Günthner, W. (Hrsg.): Neue Wege in der Automobil-Logistik. Die Vision der Supra-Adaptivität, Berlin, 2007.

**Bade, Christian:** Augmented Reality in der Fertigungsplanung. Konferenztagung „Digitale Fabrik“ der Volkswagen AG in Braunschweig am 6.12.2006, 2006.

**Gausemeier, J./Grafe, M.:** Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung: Grundlagen, Methoden und Werkzeuge. Virtual Prototyping /Digital Mock Up, Digitale Fabrik. Integration in der Produkt- und Produktionsentwicklung, Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn, 2006.

**Maurer, M./Stiller, Ch. (Hrsg.):** Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung, 2005.

**Keil-Slawik, R.:** Untersuchung von Medienbrüchen an den Beispielen Automobil/Verkehrstelematik. Studie im Auftrag des BMBF, 2005.



## **6 Reflexionen aus der Tagung „Das ‚Internet der Dinge‘ – Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“**

Im Rahmen der Tagung „Das Internet der Dinge – die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“ fanden vier thematische Workshops statt, in denen die Entwicklungen des Internet der Dinge aus Arbeitnehmersicht diskutiert wurden. Die folgenden Texte basieren auf der engagierten Mitarbeit aller Kolleginnen und Kollegen, die an der Tagung teilgenommen haben und fassen die zentralen Aspekte und Ergebnisse der Workshops zusammen.

### **Workshop „RFID/Logistik“**

Die Prozesse der RFID-Einführung vollziehen sich weitgehend „schleichend“ bzw. „fragmentiert“ und entziehen sich auf diese Weise oftmals der Wahrnehmung, da sie zurzeit häufig eher aus Einzelschritten und Einzelkomponenten bestehen. Unterschiedliche Interessen, Normierungs- und Standardisierungsverfahren sowie Lernprozesse hinsichtlich der Einführung komplexer IT-Techniken sind hierfür sicherlich als wichtige Ursachen zu sehen. In der Folge ist das - geschäftsprozessübergreifende - Gesamtkonzept nur unscharf zu erkennen, womit die Auswirkungen auf Unternehmen und Beschäftigte nur schwer abzuschätzen sind.

Beispiele betrieblicher Prozesse, die von RFID-Technologie beeinflusst sind, sind beispielsweise der Wareneingang, das Ein- und Aussortieren von Waren in Regalen (Pick by Voice als konkretes Beispiel), Ansätze zur fortlaufenden/rollierenden Inventarisierung, die Suche von Gegenständen und vor allem Qualitätskontrollen und Laufzeitmessungen. Betroffen sind ganz unterschiedliche Branchen. Neben der hinlänglich kommunizierten Lebensmittelbranche trifft dies vor allem auf den Automotive-Bereich (Produktion), die Luftfahrt (Wartung), den Versand (Paket, Brief), die Textilbranche (in sehr unterschiedlicher Weise), sowie die Baubranche zu.

Eine wesentliche Auswirkung der RFID-Technologie ist die damit verbundene Möglichkeit, Prozesse zu kontrollieren. Primär dient RFID zur Prozessautomatisierung und der damit einhergehenden Digitalisierung und Kommunikation von Daten, die in der Logistikkette anfallen. Als unmittelbares „Nebenprodukt“ lassen sich Personen, die einen bestimmten Arbeitsschritt ausführen, zumindest potenziell zeitlich wie örtlich mit einer Aktivität verknüpfen. Diese Verknüpfung wird – abhängig von der Systemgestaltung – implizit mit den digitalisierten und dokumentierten Daten zu den Waren verwaltet. So besteht die Gefahr, dass eine Datenbasis aufgebaut wird, die eine sehr genaue zeitliche Darstellung der Arbeiten von Mitarbeitern zulässt. Gemäß dem gegenwärtigen technischen Stand von RFID-Systemen wird zwar die Datenhaltung tendenziell unterstützt, nicht aber keine Datenschutzverfahren wie Aggregation, Anonymisierung oder Datenlöschung. Gespeicherte Daten bleiben somit in Bezug auf Umfang und Dauer weitgehend unkontrolliert gespeichert. Technisch oder organisatorisch ungeregelt ist dabei im Allgemeinen auch die Datenhoheit über die personenbezogenen Daten – wer hat Zugriff, wer kann löschen? Dies widerspricht aber beispielsweise der Forderung nach Transparenz gemäß Datenschutzgesetz. Als negative Auswirkung könnte daraus ein sehr konkreter Leistungsnachweis und -druck resultieren. Dieser könnte sowohl individuell/personenbezogen erfolgen als auch prozessbezogen: In diesem „Negativfall“ wären beispielsweise Bestleistungen von Personen und Abweichungen davon zu erkennen; individuelle Pausen wären dann kaum noch möglich und der Zeitdruck würde sich u.U. am Besten orientieren. Aus der Prozessrationalisierung kann dann auch eine Personalrationalisierung folgen.

Eine weitere Auswirkung der Technologie wird in einer zunehmenden Vereinzelung gesehen. In den Lagerhallen arbeiten bereits heute nur noch wenige Personen. Durch die mittels RFID ermöglichte Automatisierung werden es u.U. noch weniger, die zudem bei Technologien wie „Pick by Voice“ völlig vereinzelt unter einem Kommunikationshelm agieren. Die Rolle zwischen Mensch und Maschine wird vertauscht: Im optimierten Prozess wird der Mensch zum Befehlsempfänger, um prozessoptimierte Handgriffe zu tun, die heute noch zu kompliziert für eine Automatisierung sind. Die Tätigkeiten werden als Folge auch einfacher, sodass weniger qualifizierte Arbeitskräfte höher qualifizierte ersetzen oder die derzeit eingesetzten herab gestuft werden. In der Diskussion wurde angemerkt, dass durch derartige Prozesse oftmals informelles Wissen verloren geht, sodass sich letztlich auch negative

wirtschaftliche Konsequenzen für den Betrieb ergeben können. Allerdings werden im Gegenzug wiederum einige wenige hochqualifizierte Mitarbeiter benötigt, die die neuen Technologien beherrschen und steuernd-kontrollierende Tätigkeiten ausüben werden. Alles in allem handelt es sich bei RFID in vielen Fällen eindeutig um eine Rationalisierungstechnologie. Allerdings ist der betriebliche Bedarf dafür im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit gerade in der Logistik sehr hoch. In verschiedenen Einsatzfeldern dient RFID dabei weniger der Prozesskontrolle als der dezentralen Steuerung. Nach Meinung der Workshop-Teilnehmer gilt vor allem zu untersuchen und zu präzisieren, wie sich die Auswirkungen von RFID konkret darstellen. Oft gibt es in den Firmen keine geeignete Instanz der Mitarbeitervertretung, die eine System Einführung begleitet und darauf Einfluss nehmen kann. Die Veränderung der Prozesse für den Einzelnen zeigt sich entsprechend erst in der Folge. Bei der Analyse sollten nicht nur die technischen Probleme im Vordergrund stehen, sondern Fragen der Arbeitsorganisation.

Weiterhin ist zu untersuchen, ob in Betrieben über RFID-Systeme unkontrollierte Überwachungen durchgeführt werden und wie mit den gespeicherten Daten umgegangen wird. Diese Untersuchungen könnten sich sowohl auf bestehende Systeme beziehen als auch Einfluss auf neue Systeme nehmen. Es wäre u. U. sinnvoll, Regeln für den Einsatz von RFID-Systemen zu erarbeiten. Eine Zielstellung sollte die transparente Gestaltung dieser Systeme auch aus der Perspektive der Mitarbeiter sein.

Ein Austausch zwischen den Betriebsräten unterschiedlicher Unternehmen und den Gewerkschaften sollte etabliert werden. Der Austausch zwischen Betriebsräten derselben Branche oder innerhalb von Wertschöpfungsketten findet heute noch kaum statt, sodass Erfahrungen nicht kommuniziert werden. Doch gerade der Bereich Handel und Logistik bietet die Möglichkeit, Partner (Betriebsräte) entlang der Wertschöpfungskette zusammenzubringen und so die Entwicklung einer gemeinsamen Perspektive zu ermöglichen: Beschäftigte und Betriebsräte sollten bei unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen analog wie Vertreter der Geschäftsleitungen beteiligt werden. Es wird aber auch außerhalb der Betriebsräte und Gewerkschaften die Notwendigkeit gesehen, Bündnispartner zu suchen. Als besonders geeignet gelten hier dem Datenschutz und der „Privacy“ verpflichtete Organisationen. Die Diskussion ergab, dass eine exemplarische Untersuchung zu den Auswirkungen von RFID auf Datenschutz/Privacy und Arbeitsinhalte und -abläufe (bzw. -organisation) entlang der Wertschöpfungskette einen wichtigen Schritt darstellt, um die Realität und Folgen der Einführung von RFID im Detail zu verstehen.

Ein weiteres Ziel – und ebenfalls mit der Zielsetzung der genannten Untersuchung verbunden – besteht im Erhalt der Qualifikation der Mitarbeiter. Es muss gelingen, RFID-basierte Prozesse so zu gestalten, dass MA weiterhin gemäß ihrer Qualifikation eingesetzt werden. Ein erster Schritt könnte in einer Kombination aus zentraler Grobplanung und dezentraler Feinplanung bestehen, die das Fach- und Prozesswissen der MA vor Ort nutzt, um so die RFID-basierte Effizienz mit dem personengebundenen know-how zusammenzuführen. Solche organisatorischen Konzepte müssen durch entsprechende RFID-Technik-Konzepte unterstützt werden. Ggf. wird es hierbei im Weiteren notwendig, die MA zusätzlich zu qualifizieren. Derartige RFID-Qualifikationen können dann in die (betriebliche) Aus- und Weiterbildung einfließen.

## **Workshop „Produktion und Fertigungsplanung“**

Die Arbeitsgruppe Produktion und Fertigungsplanung im Rahmen der Fachtagung „Das Internet der Dinge – die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“ diskutierte ihr Thema unter drei Gesichtspunkten:

- Was sind die zentralen technischen, betrieblichen und sozialen Herausforderungen des Internet der Dinge im Handlungsfeld „Produktion/Fertigungsplanung“?
- An welcher Stelle müssen Gewerkschaften heute tätig werden?
- Wo bestehen Lücken und an welchen Stellen muss zukünftig weitergearbeitet werden?

Als zentrale Herausforderungen wurden folgende Bereiche identifiziert:

- Neue Möglichkeiten der Leistungs- und Verhaltenskontrolle: Durch Techniken der „Smart Factory“ können auch aus zunächst nicht-personenbezogenen Daten – wie etwa Daten zum Zustand von Anlagen, Maschinen, Werkzeugen, Werkstücken – leicht personenbeziehbar bzw. -bezogene Daten generiert werden. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten der Leistungs- und Verhaltenskontrolle. Dazu sind betriebliche Regelungen



erforderlich, die zukünftig als ein wichtiger Bestandteil der Entwicklung von Smart Factory-Konzepten gesehen werden sollten.

- Wegfall von Arbeit: Während kurzfristig eher weniger qualifizierte Tätigkeiten (Dateneingabe, Dokumentenhandhabung, Transport) von Rationalisierungseffekten bedroht sind, kann sich die Situation längerfristig anders darstellen. Sollte die Implementierung selbstorganisierender Fabriken Realität werden, könnten auch anspruchsvolle Tätigkeiten in der Produktionsplanung und -steuerung automatisierbar werden. Weitere Faktoren für einen Wegfall von Arbeitsplätzen in Deutschland bzw. eine Reduzierung der Stammbeschaften können durch Verlagerung ins Ausland, verstärkten Einsatz von Leiharbeit und eine generell leichtere Austauschbarkeit von Arbeitskräften entstehen. Insofern sind gewerkschaftliche und betriebliche Strategien erforderlich, um den voraussichtlich durch IoT-Techniken und -Methoden ausgelösten verschärfenden Effekten des derzeitigen Strukturwandels im Beschäftigungssystem mit eigenen Forderungen und Konzepten der Mitgestaltung zu begegnen.
- Entgelt: Bisherige Erfahrungen z.B. im Bereich der Metall- und Elektroindustrie zeigen, dass durch Verschiebungen in der Qualifikationsstruktur (s.o.) – zumindest längerfristig – Abgruppierungen drohen und das betriebliche Entgeltgefüge in der ‚Smarten Fabrik‘ insgesamt erheblichen Veränderungen unterliegen kann.
- Arbeitsgestaltung und Qualifizierung: Der ‚schleichende‘ Charakter der Einführung von IoT-Techniken macht es schwierig, rechtzeitig mit Personalplanungs- und -entwicklungskonzepten Zeichen zu setzen. Gruppenarbeitsformen (teilautonome Arbeitsgruppen) bleiben wichtig für eine menschenzentrierte Produktionsgestaltung; solche Organisationsformen könnten allerdings durch ‚selbstorganisierende Fabriken‘ unterlaufen werden. Mitbestimmung – auch über den nationalen Rahmen hinaus – wird notwendig sein, um die Arbeit der Zukunft im demografischen und technologischen Wandel im Interesse der arbeitenden Menschen gestalten zu können. Dafür ist eine Qualifizierung der Betriebsräte – gerade auch in neuen Technologien wie IoT – von zentraler Bedeutung.
- Neue Produkte und Dienstleistungen: Chancen bringt die technologische Entwicklung durch das Internet der Dinge vor Allem hinsichtlich neuer Produkte und Dienstleistungen, die für nachhaltige Beschäftigung am Standort Deutschland sorgen können. Der deutsche Maschinenbau zeichnet sich durch ein hohes Innovationspotenzial aus, das durch IoT-Techniken weiter entwickelt werden könnte. Teleservice und individualisierte Massenfertigung sind Beispiele solcher Innovationen. Dienstleistungen dienen zunehmend als Vehikel zum Ansatz von Hardware. IoT-Techniken können solche hybriden Produkt/Dienstleistungs-Bündel wirkungsvoll unterstützen.

Ansatzpunkte gewerkschaftlichen Handelns angesichts dieser Herausforderungen sind vielfältig. Zentrales Moment aller dieser Ansatzpunkte muss ein gewerkschaftliches Leitbild zur Gestaltung des Internets der Dinge im Sinne einer ‚Smarten Fabrik mit intelligenter Belegschaft‘ sein. Zu unterscheiden sind weiterhin betriebliche und politische Gestaltungsstrategien. Auf betrieblicher Ebene kann ein solches Leitbild Chancen für eine Betriebspolitik durch „Besser-Strategien“ und entsprechende Gestaltungsansätze für Betriebsräte aufzeigen. Aspekte solcher Gestaltungsansätze sind Gefährdungsbeurteilungen, Altersstrukturanalysen, Arbeitsvolumenbilanzen, Datenschutzmodelle und Konzepte der betrieblichen Weiterbildung. Um die genannten Chancen durch neue technologische Entwicklungen nutzen zu können, ist ein Dialog mit den eigenen Entwicklern über ‚digitalen Mehrwert‘ und konkrete betriebliche Produkt-Innovationspotenziale durch IoT notwendig. Sowohl diese produktbezogenen wie auch die produktionsbezogenen Gestaltungsansätze beziehen sich auf langfristige Unternehmensstrategien. Zur Unterstützung der Betriebsräte bei diesen komplexen Herausforderungen ist ein ‚Beraternetzwerk Produktionssysteme‘ hilfreich.

Neben dieser Ebene der betrieblichen Gestaltungsstrategie müssen die Gewerkschaften insgesamt zunächst wieder verstärkt technologiepolitisch handlungsfähig und dann technologiepolitisch aktiv werden, auf nationaler wie europäischer Ebene. Dadurch kann es auch gelingen, gesellschaftliche Debatten über digitalen Mehrwert und neue Produktionskonzepte entscheidend mit zu prägen.

Ein weiteres wichtiges Aufgabengebiet für Gewerkschaften in diesem Kontext werden Vernetzungsleistungen sein; dies bezieht sich sowohl auf Vernetzungen innerhalb der Gewerkschaften bzw. der Arbeitnehmervertretungen (z.B. Europäischer Betriebsrat), als auch auf Vernetzung nach außen, zu Politik und Wissenschaft. Dazu

gehört ebenso die Initiierung einer Synopse bestehender Projekte und Entwicklungen zum IoT in Betrieben, um Trends besser ableiten und eigene gezieltere Strategien entwickeln und umsetzen zu können.

Lücken und weiterer Handlungsbedarf wurden in unterschiedlichen Bereichen identifiziert, die alle im Zusammenhang stehen mit dem Anspruch „Technik für Gute Arbeit“. Forschungsbedarfe bestehen hinsichtlich konkreter Gestaltungserfordernisse und -lösungen für gesundheits-, kompetenz- und -kreativitätsförderliche Arbeitsplätze unter diesen neuen technologischen Rahmenbedingungen. In – öffentlich geförderten – Forschungs- und Entwicklungsprojekten müssen beispielhafte, übertragbare Gestaltungsmodelle („showcases“) für „Smarte Fabriken mit Guter Arbeit“ realisiert werden. Weiterhin sind infrastrukturelle Voraussetzungen – etwa hinsichtlich der Datennetze – zu schaffen, die es auch Unternehmen in peripheren Regionen ermöglichen, an diesen Entwicklungen im Sinne neuer Chancen für Produkte und Dienstleistungen teilzuhaben.

## **Workshop „AAL/Healthcare“**

Das Thema AAL/Healthcare hat im Vergleich zu den anderen drei Themen einen deutlich breiteren Fokus. Es betrifft nicht nur die Veränderung der Arbeitswelt (also z.B. die Pflege), sondern insbesondere auch die Veränderung der Lebenswelt jedes Einzelnen (als älterer Mensch, als Kranker usw.). Ein wesentliches Prinzip sollte sowohl aus Arbeitnehmer- wie aus Betroffenenperspektive sein, dass der Mensch bei aller Technisierung von Alltag und Arbeitswelt im Mittelpunkt bleibt, neue Technologien also immer daraufhin bewertet werden, in wie weit sie dem Menschen nützen.

Zunächst wurde festgehalten, dass technologische Entwicklungen das Wohnen im Alter in Zukunft deutlich prägen werden. Technologische Unterstützung wird es möglich machen, länger in den eigenen vier Wänden wohnen zu bleiben, bevor tatsächlich die Unterstützung in einem Pflegeheim gesucht werden muss. Dies ist für viele Betroffene eine Chance zu mehr selbstbestimmtem Wohnen, kann aber auch als betriebswirtschaftliches Optimierungspotenzial zur Senkung von Heimpflegekosten genutzt werden. Hier wie auch in den folgenden Betrachtungen wird die Ambivalenz in der Bewertung der Wirkungen einer technischen Assistenz deutlich: Längeres selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden kann einer sozialen Vereinsamung Vorschub leisten als auch neue Kommunikationsoptionen eröffnen. Hier wird es darauf ankommen, welche Entscheidungsmöglichkeiten die Betroffenen selbst über den Technikeinsatz behalten und in wiefern hier auch Kostenaspekte zum tragen kommen. Zentrale technische Herausforderungen liegen in der Zuverlässigkeit der technischen Systeme, ihrer Bedienbarkeit (für Betroffene wie für Pflegepersonal) und Haftungsfragen. Diese Aspekte sind zunächst für alle technischen Systeme gültig, haben aber im sensiblen Bereich der Pflege und medizinischen Versorgung eine besondere Relevanz.

Für die Beschäftigten im Gesundheitsbereich wird sich aufgrund der neuen technischen Möglichkeiten die Herausforderung stellen, wie sie den ebenfalls gewachsenen Kontroll- und Überwachungspotenzialen (z.B. in Hinblick auf Leistungs- und Verhaltenskontrolle) wirksam entgegentreten. Arbeitsprozesse werden sich aufgrund erhöhter Mobilitätspotenziale in der Pflege (z.B. Verlagerung von stationären Leistungen in die ambulante Versorgung, medizinische Angebote werden von Pflegediensten mit übernommen) deutlich verändern. Spezifische Leistungen werden von technischen Systemen geleistet werden können. Offen bleibt, ob die Zeit- und Ressourcenersparnis den weiterhin manuellen und sozialen Leistungen (Zeit für menschliche Zuwendung) zugute kommt oder in vollem Umfang als Rationalisierungspotenzial genutzt wird. Hierbei könnte es auch zu Arbeitsplatzverlusten für geringer Qualifizierte kommen. Insgesamt wird eine erhöhte Technisierung im Bereich Gesundheit zu erhöhten Qualifikationsanforderungen und ggf. neuen Berufsprofilen führen.

Für die Gewerkschaften ergeben sich aus diesen Herausforderungen unterschiedliche Handlungsbedarfe. Aufgrund der zu erwartenden Relevanz der Technisierung der Pflege und Betreuung von Älteren und Kranken sollten die Gewerkschaften ihr gesellschaftliches Leitbild zu diesen Themen deutlich herausarbeiten. Dabei sollte dieses Leitbild von den angestrebten Ergebnissen her (also von der besseren Versorgung der Kranken, von der Unterstützung sozialer Kontakte als Grundlage eines selbstbestimmten Lebens, von einer humanen Arbeitswelt etc.) entwickelt werden. Die Gewerkschaften sollten Aspekte wie Zugangsbarrieren zu Basisleistungen im Pflege- und Gesundheitsbereich, Gesundheitsschutz (bei der Bewertung z.B. von Strahlenbelastung durch Einsatz drahtloser Systeme) und Datenschutz wie auch in anderen Arbeitswelten immer mit betrachten.

Ein natürlicher Partner der Gewerkschaften bei der Verwirklichung ihrer Ziele zur humanen Gestaltung einer stärker technisierten Pflege stellen die Betroffenen selbst, die zu Pflegenden und Kranken dar. Hier sind schlagkräftige Allianzen zu suchen. Eine weitere Möglichkeit der Gewerkschaften zur Einflussnahme besteht auch über die Mitwirkung in den Gremien der Selbstverwaltung, die als Geldgeber eine zentrale Rolle in der Systementwicklung spielen.

Die Auswirkungen des Internets der Dinge werden eher inkrementell und schleichend sein. Rudimentäre erste Ansätze wie z.B. im Bereich Telematik im Gesundheitswesen sind bereits absehbar. Für die Gewerkschaften bedeutet dies, die weitere technische Entwicklung genau zu beobachten. Dabei ist es wichtig, eine systemische Perspektive einzunehmen und auf Auswirkungen und Einflüsse sehr unterschiedlicher Bereiche (technische Ebene, gesetzliche Regelungen, finanzielle Aspekte etc.) zu achten. Entscheidend wird es sein – und ein systematisches Monitoring sollte dies gewährleisten –, die entsprechenden Zeitfenster für eine wirksame Einflussnahme der Gewerkschaften auf die weitere Entwicklung nicht zu verpassen.

## **Workshop „Mobilität“**

Das Internet der Dinge manifestiert sich im Anwendungsfeld „Mobilität“ in zwei Dimensionen: Zum einen in der Veränderung im Verkehrsfluss und seiner Teilhabe/Nutzung, und zum anderen in der Veränderung der Arbeitsweise und -strukturen.

Im Hinblick auf geänderte Mobilitätsformen – in Echtzeit optimiert und intermodal als Verkettung unterschiedlicher Verkehrsträger organisiert – wird die Flexibilität und Effizienz (auch im Hinblick auf Energieeinsatz etc.) durch das Internet der Dinge zwar erhöht, doch gleichzeitig erfordert eine derartige Mobilität auch neue Nutzungskompetenzen; sind diese nicht individuell vorhanden, droht eine Abkopplung und damit in Analogie zum bestehenden Internet (Stichwort „Online-Fahrkartenkauf“) eine „Mobile Spaltung“ der Gesellschaft. In diesem Zusammenhang steht die Forderung, dass durch das IoT realisierte Möglichkeiten/Dienste über Mensch-Maschine-Schnittstellen verfügen müssen, welche die „Blackbox IoT“ so nutzbar werden lassen, dass stets der Mensch im Mittelpunkt steht.

Einen Übergang von der eher allgemeiner betrachteten Mobilität hin zur mobilen Arbeit bot das Thema Assistenzsysteme: Diese betreffen die individuelle Mobilität im Fahrzeug schon heute, tragen zu Sicherheit und Flexibilität bei und adressieren dabei Fragen der Handlungshoheit, Autonomie und Verantwortung (Haftung). All diese Punkte werden mit fortschreitender Technisierung an Bedeutung zunehmen – etwa im Kontext von peer-to-peer basierten Konzepten der car-to-car Kommunikation, in der die einzelnen PKW untereinander in Verbindung stehen und somit gleichsam ein rollendes (Sensor-) Netzwerk bilden – und stellvertretend auch Themen aufgreifen, die für Assistenzsysteme außerhalb von Mobilitätsanwendungen gelten (etwa im medizinischen Bereich oder Augmented Reality in der Produktion). Zudem lässt sich schon heute erkennen, dass derartige Systeme die Arbeitswelt unmittelbar beeinflussen werden: Werden bei LKW, die mit der „elektronischen Deichsel“ als Konvoi fahren, (die derart angekoppelten Fahrzeuge folgen dem Leit-LKW eigenständig) die Fahrzeiten der Kraftfahrer als Lenk/Arbeitszeit oder als Ruhezeit anzusehen sein?

Im Hinblick auf das Phänomen „Mobile Arbeit“ wurde deutlich, dass das IoT an verschiedene technologische Entwicklungen anknüpft, diese zusammenführt und somit bestehende Trends aufgreift und verstärkt. Zwar kann durch Möglichkeiten von so genannten „Remote Services“ (Fernwartung etc.) ein Teil der für die Durchführung von Arbeiten notwendigen Mobilität reduziert/vermieden werden, auf der anderen Seite sorgt das IoT jedoch dafür, dass immer mehr Arbeitsinhalte auflösbar und mobil werden und die Entgrenzung von Arbeit in räumlicher, zeitlicher und struktureller/organisatorischer Weise zunimmt. Somit sind von dem Phänomen nicht mehr nur die „klassischen“ Felder wie Verkauf, Beratung, (IT-) Services betroffen, sondern tendenziell auch Prozesse in der Produktion – nachdem Daten und Informationen durch die Digitalisierung schon heute global mobil sind, können durch das IoT dann auch Elemente aus der gegenständlichen Welt verteilt und an beliebigen Orten wieder zusammengefügt werden. Die damit verbundene Atomisierung von Arbeitsprozessen gepaart mit einer universellen Verfügbarkeit könnte dabei die Eigenverantwortlichkeit und Gestaltbarkeit von Arbeit (Vorgabe von Zielen/Ergebnissen und nicht von Prozessen) erhöhen; dies würde zu einer Renaissance der variablen Gruppenarbeit/Kooperation führen. Auf der anderen Seite wird so jedoch die Selbstausbeutung erhöht, was zu einer

zunehmenden Prekarisierung der Arbeit führen und dabei insbesondere auch die Ingenieurebene betreffen könnte.

Da in den geschilderten Prozessen zu jedem Materialfluss parallel und in Echtzeit ein Datenstrom entsteht, kommt dem Thema Datenschutz, Privacy und Datenhoheit eine große Bedeutung zu. Dies ist umso wichtiger, da Qualitätskontrolle des Artefakts und Personenkontrolle sowie kurzfristige Einsatzsteuerung oftmals einhergehen. Dementsprechend wurde im Rahmen der Diskussion die Zielsetzung herausgestellt, möglichst kleine und temporäre Datenkreisläufe nach den Prinzipien des Datenschutzes (Sparsamkeit, Zweckentsprechung, Angemessenheit) anzulegen. Nach Gesichtspunkten einer Arbeitsgestaltung mit teilautonomen Arbeitsgruppen wären solche kleinen Kreisläufe auch adäquat.

Für eine vertiefte Bearbeitung des Themas scheint es zunächst notwendig, in verschiedenen Branchen eine belastbare Bestandsaufnahme zu Art und Umfang der mobilen Arbeit vorzunehmen. Auf dieser Grundlage sind – gemeinsam mit Betriebsräten – sowohl Praxisszenarien als auch konkrete Handlungsansätze zu formulieren. Neben dem betrieblichen Datenschutz sollte hierbei ein Augenmerk darauf liegen, die Fähigkeit zur Selbstregulierung der Beschäftigten innerhalb verbindlich geltender Rahmenseetzungen zu stärken (Aufstellen von Leitfäden und Check-Listen).

## Über die Hans-Böckler-Stiftung

Die Hans-Böckler-Stiftung ist das Mitbestimmungs-, Forschungs- und Studienförderungswerk des Deutschen Gewerkschaftsbundes. Gegründet wurde sie 1977 aus der Stiftung Mitbestimmung und der Hans-Böckler-Gesellschaft. Die Stiftung wirbt für Mitbestimmung als Gestaltungsprinzip einer demokratischen Gesellschaft und setzt sich dafür ein, die Möglichkeiten der Mitbestimmung zu erweitern.

## Mitbestimmungsförderung und -beratung

Die Stiftung informiert und berät Mitglieder von Betriebs- und Personalräten sowie Vertreterinnen und Vertreter von Beschäftigten in Aufsichtsräten. Diese können sich mit Fragen zu Wirtschaft und Recht, Personal- und Sozialwesen oder Aus- und Weiterbildung an die Stiftung wenden. Die Expertinnen und Experten beraten auch, wenn es um neue Techniken oder den betrieblichen Arbeits- und Umweltschutz geht.

## Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI)

Das Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Institut (WSI) in der Hans-Böckler-Stiftung forscht zu Themen, die für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer von Bedeutung sind. Globalisierung, Beschäftigung und institutioneller Wandel, Arbeit, Verteilung und soziale Sicherung sowie Arbeitsbeziehungen und Tarifpolitik sind die Schwerpunkte. Das WSI-Tarifarchiv bietet umfangreiche Dokumentationen und fundierte Auswertungen zu allen Aspekten der Tarifpolitik.

## Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK)

Das Ziel des Instituts für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) in der Hans-Böckler-Stiftung ist es, gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge zu erforschen und für die wirtschaftspolitische Beratung einzusetzen. Daneben stellt das IMK auf der Basis seiner Forschungs- und Beratungsarbeiten regelmäßig Konjunkturprognosen vor.

## Forschungsförderung

Die Stiftung vergibt Forschungsaufträge zu Mitbestimmung, Strukturpolitik, Arbeitsgesellschaft, Öffentlicher Sektor und Sozialstaat. Im Mittelpunkt stehen Themen, die für Beschäftigte von Interesse sind.

## Studienförderung

Als zweitgrößtes Studienförderungswerk der Bundesrepublik trägt die Stiftung dazu bei, soziale Ungleichheit im Bildungswesen zu überwinden. Sie fördert gewerkschaftlich und gesellschaftspolitisch engagierte Studierende und Promovierende mit Stipendien, Bildungsangeboten und der Vermittlung von Praktika. Insbesondere unterstützt sie Absolventinnen und Absolventen des zweiten Bildungsweges.

## Öffentlichkeitsarbeit

Mit dem 14tägig erscheinenden Infodienst „Böckler Impuls“ begleitet die Stiftung die aktuellen politischen Debatten in den Themenfeldern Arbeit, Wirtschaft und Soziales. Das Magazin „Mitbestimmung“ und die „WSI-Mitteilungen“ informieren monatlich über Themen aus Arbeitswelt und Wissenschaft. Mit der Homepage [www.boeckler.de](http://www.boeckler.de) bietet die Stiftung einen schnellen Zugang zu ihren Veranstaltungen, Publikationen, Beratungsangeboten und Forschungsergebnissen.

### Hans-Böckler-Stiftung

Hans-Böckler-Straße 39 Telefon: 02 11/77 78-0  
40476 Düsseldorf Telefax: 02 11/77 78-225



[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)

**Hans Böckler  
Stiftung**

Fakten für eine faire Arbeitswelt.

