



Das Internet der Dinge – Basis für die IKT-Infrastruktur von morgen

Anwendungen, Akteure
und politische Handlungsfelder

Peter Gabriel, Katrin Gaßner, Sebastian Lange

Impressum

Institut für Innovation und Technik (iit)
in der VDI/VDE-IT

Steinplatz 1
10623 Berlin

Tel.: +49 30 310078-111
Fax: +49 30 310078-222
E-Mail: info@iit-berlin.de

www.iit-berlin.de

Druck: Feller

Berlin, April 2010

ISBN 978-3-89750-162-1

Inhalt

Vorwort	5
1 Einleitung	6
2 Das Internet der Dinge	7
3 Anwendungsbereiche	8
3.1 Logistik	8
3.2 Fertigung	8
3.3 Vernetzter Autoverkehr	9
3.4 Intelligente Gebäude	9
3.5 Altersgerechte Assistenzsysteme	9
3.6 Energieversorgung	10
4 Die aktuelle Diskussion um das Internet der Dinge und ihre Akteure	11
4.1 Politik	11
4.1.1 Europa	11
4.1.2 Deutschland	12
4.1.3 Frankreich	12
4.1.4 Weitere Mitgliedsstaaten	12
4.1.5 Internationale Akteure	13
4.1.6 Internationale und nationale Telekommunikationsverwaltungen	13
4.2 Wirtschaft	13
4.2.1 Anwender	13
4.2.2 Technologieanbieter	14
4.3 Standardisierungsgremien	14

4.3.1 EPCglobal.....	15
4.3.2 NFC Forum.....	15
4.3.3 IPSO Alliance	15
4.3.4 Ubiquitous ID Center.....	15
4.3.5 ISO und IDF.....	15
4.3.6 ETSI, CEN und CENELEC	15
4.4 Wirtschaftsverbände und -vereine.....	16
4.5 Gesellschaftliche Gruppen.....	16
4.5.1 Datenschutz- und Verbraucherorganisationen.....	16
4.5.2 Gewerkschaften	16
5 Politische Handlungsfelder	17
5.1 Forschungspolitik: Forschungsförderung und Vernetzung.....	17
5.2 Technologiepolitik: Technologietransfer und Standardisierung	17
5.3 Wirtschaftspolitik: freie Marktordnung und flexible Regulierung	18
5.3.1 Freier Wettbewerb.....	18
5.3.2 Technikneutralität und Flexibilität der öffentlichen Regulierung.....	18
5.4 Gesellschaftspolitik: offener Zugang, Datenschutz und Sicherheit.....	19
5.4.1 Schaffung eines freien Zugangs für Bürger und gesellschaftliche Gruppen	19
5.4.2 Wahrung von Datenschutz und Datensicherheit	19
5.4.3 Gewährleistung eines sicheren und verantwortlichen Betriebs.....	19
6 Zusammenfassung	21
Abkürzungen	22
Literatur	23
Profile der Autoren	25

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

Das Thema Internet der Dinge gewinnt seit einiger Zeit an Bedeutung und rückt immer mehr in das Licht der Öffentlichkeit. Die VDI/VDE-IT befasst sich nun schon seit mehreren Jahren mit dem Internet der Dinge und misst ihm ein enormes Entwicklungspotential zu. Im Rahmen des Instituts für Innovation und Technik (iit) hat es sich die VDI/VDE-IT zur Aufgabe gemacht, neue und innovative Technologiethemen zu beleuchten und wo nötig entsprechende Hintergrundanalysen und auch Empfehlungen zu erarbeiten.

Berichte, die Konzepte und mögliche Anwendungsfelder der neuen Technologien zum Internet der Dinge aufzeigen sind in der Vergangenheit schon zahlreich veröffentlicht worden. Auch aus dem iit liegen bereits Veröffentlichungen vor. Dazu gehört die 2009 in Kooperation mit der Hans-Böckler-Stiftung publizierte Studie „Das „Internet der Dinge - Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags“. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie veröffentlichte ebenfalls 2009 unter der Überschrift „Internet der Dinge“ einen „Leitfaden zu technischen, organisatorischen, rechtlichen und sicherheitsrelevanten Aspekten bei der Realisierung neuer RFID-gestützter Prozesse in Wirtschaft und Verwaltung“, der von Autoren der

Humboldt-Universität zu Berlin und des iit erarbeitet wurde. Beide Veröffentlichungen stehen auf der iit-Internetseite zum Herunterladen zur Verfügung. Da das Thema jedoch auch einen starken potentiellen Bedarf für staatliche Regulierung aufweist, wird die Herangehensweise im vorliegendem iit-Bericht etwas anders sein und verstärkt Handlungsmöglichkeiten bzw. -felder unter diesem Aspekt fokussieren.

Das iit wird das Thema Internet der Dinge auch zukünftig gespannt verfolgen und das vorliegende Dokument entsprechend der rapiden Entwicklung in angemessenen Zyklen aktualisieren.

Wir freuen uns also zusammen mit den Autoren, dem interessierten Leser in dem noch sehr jungen Forschungsgebiet diese aktuelle Publikation zur Verfügung stellen zu können.

Dr. Ernst Andreas Hartmann

Dr. Gerd Meier zu Köcker

1 Einleitung

Die technische Vision des Internet der Dinge (*internet of things*) beschäftigt seit einigen Jahren sowohl Unternehmen und Forschungseinrichtungen der IKT-Branche als auch die Forschungs- und Technologiepolitik. Ausgehend vom verstärkten Einsatz der Identifikationstechnik RFID seit dem Jahr 2000 zeichnet sich hier eine Zukunftsvision ab, die eine weitreichende Interaktion zwischen virtueller und realer Welt verspricht. Danach werden in Zukunft mehr und mehr Mikroprozessoren, Kommunikationskomponenten sowie Sensorik und Aktuatorik in Alltagsgegenstände integriert werden. Diese ‚intelligenten Objekte‘ (*smart objects*) reagieren eigenständig auf ihre Umwelt, interagieren mit ihrem Besitzer und untereinander und vernetzen sich mit anderen IT-Systemen und der Internet-Infrastruktur. Die neue Qualität dieses Internet der Dinge liegt in der gleichzeitigen Allgegenwart und Unsichtbarkeit der Informations- und Kommunikationstechnik in den intelligenten Objekten und in deren weitreichender Autonomie.

Das Internet der Dinge wird ein Kernbestandteil der zukünftigen globalen Kommunikationsinfrastruktur sein, die vom Bürger, der Wirtschaft, dem Staat und gesellschaftlichen Gruppen gleichermaßen genutzt werden wird. Die *smart objects* werden dabei in alltägliche Lebenssituationen und Wirtschaftsprozesse integriert, um die Effizienz, Sicherheit und Robustheit bestehender Abläufe zu steigern oder um neue Funktionalitäten anzubieten. Heute diskutierte Beispiele sind die Steigerung der Verkehrssicherheit durch untereinander vernetzte Autos und Telematiksysteme, die erhöhte Effizienz und Ausfallsicherheit der Energieversorgung trotz einer zunehmend dezentralisierten Energieerzeugung oder die bessere Versorgung von älteren Menschen im häuslichen Umfeld.

In den technisch geprägten Zukunftsszenarien des Internet der Dinge werden in der Regel die politischen Fragestellungen des weltweiten Netzwerks der intelligenten Objekte nur unzureichend angesprochen. Eine langfristig angelegte Technologie-, Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik muss sich aber frühzeitig mit den Herausforderungen und Perspektiven dieses neuen Technologiefeldes beschäftigen, um rechtzeitig Handlungsspielräume zu erkennen und zu nutzen.

Dieses Positionspapier soll einen Beitrag zur politischen Debatte um das Internet der Dinge leisten. Es zeigt die Perspektiven dieses Netzwerks auf, gibt einen Überblick über die aktuellen Beiträge in der Debatte und benennt politische Handlungsbedarfe. Kapitel 2 nimmt zunächst eine Klärung des häufig noch mehrdeutigen Begriffs des Internet der Dinge vor. Anschließend stellt Kapitel 3 die für Europa wesentlichen Anwendungsfelder einschließlich ihres erwarteten gesellschaftlichen und wirt-

schaftlichen Nutzen vor. Kapitel 4 gibt eine Übersicht zu den Akteuren, die den Diskurs um das Internet der Dinge derzeit vorantreiben und zu ihren jeweiligen Beiträgen. Kapitel 5 erörtert schließlich die politischen Herausforderungen des Internet der Dinge und gibt Handlungsempfehlungen für die identifizierten Politikfelder.

2 Das Internet der Dinge

Im Rahmen der europäischen Debatte um zukünftige Forschungs- und Technologiethemata der Informations- und Kommunikationstechnik, die von der Kommission und mehreren Mitgliedsstaaten, darunter Deutschland, getragen wurde, haben sich folgende grundlegende Definitionen des Internet der Dinge etabliert:

„Das Internet der Dinge ist die technische Vision, Objekte beliebiger Art in ein universales digitales Netz zu integrieren. Dabei haben die Objekte eine eindeutige Identität und befinden/bewegen sich in einem 'intelligenten' Umfeld.“¹

„Things having identities and virtual personalities operating in smart spaces using intelligent interfaces to connect and communicate within social, environmental, and user contexts.“²

In dieser Vorstellung des Internet der Dinge werden nicht nur, wie heute, Computer oder andere Netzwerkgeräte eine Identität im weltweiten Internet haben, sondern auch viele Alltagsobjekte wie z. B. Kleidungsstücke, Konsumgüter, Stromzähler oder Autos. Eine Vielzahl von Objekten, die in ihrer Art, ihren Eigenschaften und ihrem Verhalten völlig unterschiedlich sind, wird damit Teil eines universalen Netzwerks sein. Diese Objekte werden in der Lage sein, durch integrierte Sensoren ihre Umgebung wahrzunehmen, Informationen zu verarbeiten, mit anderen Objekten und Netzwerken zu kommunizieren und selbst auch Aktionen auszulösen. Alltägliche Gegenstände in Lebens- und Arbeitsumgebungen werden so zu ‚intelligenten Objekten‘, die eigenständig mit ihrer Umwelt interagieren. Von heutigen IT-Systemen heben diese Objekte sich vor allem durch drei Merkmale ab: Durch die Integration in Alltagsgegenstände wird die Informationstechnik allgegenwärtig. Gleichzeitig verschwindet sie aber auch aus der Wahrnehmung des Benutzers, sie wird unsichtbar. Die Aktionen der intelligenten Objekte erfolgen zudem häufig ohne direkten Anstoß durch den Benutzer, sie handeln damit zu weiten Teilen autonom.³

Das Konzept des Internet der Dinge bettet sich in das derzeit ebenfalls entstehende Szenario für ein zukünftiges Internet (*future internet*) ein, da in Teilen gleiche Basistechnologien notwendig sind oder sich die verwendeten Technologien ergänzen. Das Future-Internet-Konzept basiert auf vier thematischen Säulen, denen eine gemeinsame Netzwerkinfrastruktur zu Grunde liegt. Diese Säulen sind neben

dem Internet der Dinge (*internet of things*) das Internet der Nutzer (*internet of people*), das Internet der Inhalte (*internet of content*), und das Internet der Dienste (*internet of services*) (siehe Abb. 1).

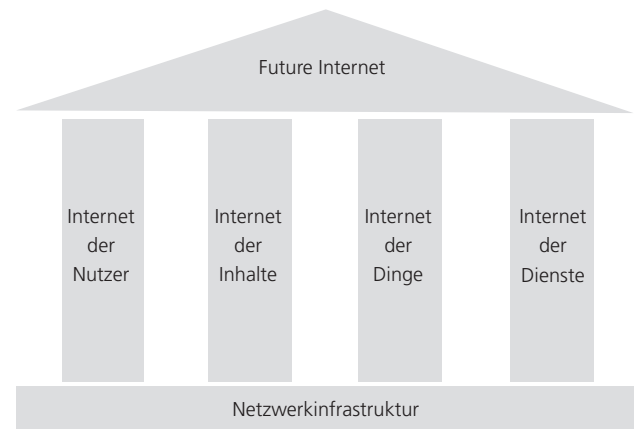


Abbildung 1: Das Internet der Zukunft
Quelle: European Commission 2008b, S. iv

Für die Entwicklung des Internet der Dinge wird in den kommenden Jahren eine grundlegende Aufgabe darin bestehen, fundamentale Architekturkonzepte zu entwickeln, die die Einbindung der unterschiedlichsten Objekte in das zukünftige Internet erlauben. Dabei müssen alle Aspekte von Datenhaltung, Bandbreiten, Service-Infrastrukturen, Robustheit, Skalierbarkeit bis hin zu nicht-technischen Fragestellungen wie Zugang und Regulierungen berücksichtigt werden und insbesondere auch die notwendigen technischen Spezifikationen und Standards entwickelt und etabliert werden.

1 Abschlussdokument ‚European Policy Outlook‘ der Konferenz der deutschen Ratspräsidentschaft 2007, ‚Towards the Internet of Things‘, (Federal Ministry of Economics and Technology 2007).
2 Workshop der Europäischen Kommission und der Technologieplattform EPoSS 2008, (European Commission 2008a).
3 Dieses Verständnis des Internet der Dinge greift Vorstellungen des Pervasive Computing oder Ubiquitous Computing auf (Weiser 1991). Eine enger gefasste Definition beschränkt das Internet der Dinge auf RFID-Tags in logistischen Anwendungen, die in ein globales Netzwerk eingebunden sind. (Bullinger und ten Hompel 2007).

3 Anwendungsbereiche

In welchen Anwendungsbereichen sich das Internet der Dinge tatsächlich etablieren wird, ist heute noch weitgehend offen. Am ehesten absehbar sind die Logistikanwendungen: RFID-Funketiketten (*radio frequency identification*) haben sich hier als eine wesentliche Identifikationstechnik etabliert; eine weitgehende Durchdringung mit RFID und die Vernetzung der mit RFID ausgezeichneten Objekte wird von vielen Beobachtern als realistisch angesehen. Ebenso lässt sich in der Fertigung beobachten, dass sich die RFID-Systeme zunehmend von den seit langem bekannten Insellösungen in Richtung einer funktions- und unternehmensübergreifenden Vernetzung bewegen. Andere Anwendungsbereiche, die gegenwärtig diskutiert werden, wie der vernetzte Autoverkehr, das intelligente Gebäude und die altersgerechten Assistenzsysteme befinden sich noch auf der Stufe von Forschungs- und Demonstrationsprojekten. Ganz am Anfang steht das Internet der Energie, das helfen soll, trotz einer politisch gewollten Zunahme sowohl der dezentralen Energieerzeugung als auch der in der Erzeugung schwankenden erneuerbaren Energie eine sichere Energieversorgung zu gewährleisten.

Fast allen aktuellen Arbeiten zu den zukünftigen Anwendungen im Internet der Dinge ist gemeinsam, dass die Querverbindung zu anderen Anwendungen nicht oder nur wenig berücksichtigt wird. Eine Ausnahme bilden dabei Logistik und Fertigung: in beiden Anwendungen werden RFID-Systeme und die entsprechenden Standards als technologische Ausgangsbasis verwendet. Andere sinnvolle Querbezüge, etwa zwischen den altersgerechten Assistenzsystemen und dem intelligenten Gebäude, werden noch kaum hergestellt. In seiner gegenwärtigen Konzeptionsphase ist das *internet of things* eher ein Bündel nicht oder nur lose zusammenhängender *Intranets* der Dinge in einzelnen Anwendungsbereichen als ein wirklich übergreifendes *Internet* der Dinge.

3.1 Logistik

Die Logistik hat sich als erste wesentliche Anwendung des Internet der Dinge herausgestellt. Mit dem Internet der Dinge besteht für das produzierende Gewerbe, den Handel und die Logistikbranche die Möglichkeit, den traditionellen Warenverkehr, von der Container-Sendung bis hin zum kleinteiligen Paketversand, global über das Internet zu steuern und zu kontrollieren. Informationsflüsse zwischen den Betrieben wie beispielsweise Abrechnungen und der Abgleich verschiedener Daten zum Warentransfer und -verbleib konnten so entscheidend vereinfacht werden. Erwartete Effekte sind Kostensenkungen, die Flexibilisierung bestehender Logistikprozesse und das Angebot neuer

Service-Leistungen, etwa die einfachere Rückverfolgung von Lebensmitteln oder die sichere Erkennung von gefälschten Medikamenten.

Um die gewünschte Kopplung der Warenbewegungen an den digitalen Informationsfluss leisten zu können, müssen die Waren weltweit eindeutig gekennzeichnet werden. Dies soll beispielsweise durch das globale EPCglobal Network des Industriekonsortiums EPCglobal geleistet werden, das auf der berührungsfreien Identifikationstechnik RFID beruht. Neben der eindeutigen Identifikation von Waren und Gütern wird dieses EPCglobal Network, aufsetzend auf dem Internet, weitere Informationen zu solchen Objekten vorhalten. Daraus resultieren vielfältige Optionen einer softwareunterstützten Prozesskontrolle und weiterreichender Informationsdienste. Die Auszeichnung von Gütern und Transportträgern mit RFID-Tags und die weltweit eindeutige Vergabe von Identifikationsnummern durch EPCglobal setzen sich in der Konsumgüterindustrie und im Einzelhandel zunehmend durch. Allerdings existiert heute noch keine vollständige und tatsächlich von Unternehmen operativ genutzte Implementierung des EPCglobal Network als ein möglicher Kern des kommenden Internet der Dinge.

3.2 Fertigung

Die industrielle Fertigung ist in Deutschland und Europa in den meisten Branchen bereits hoch automatisiert. In allen Phasen der Produktentwicklung und -fertigung ist der Einsatz von Computern üblich. Das Einsatzspektrum reicht von der Entwicklung über die Anlagen- und Produktionsplanung bis zur Werkmaschinensteuerung und der Qualitätskontrolle. Sofern IT-gestützte Planungs- und Steuerungssysteme eingesetzt werden, sind dies in der Regel aber zentralisierte und hierarchisch aufgebaute Softwaresysteme. Fehler in der oft noch (teil-)manuellen Betriebsdatenerfassung, die fehlende Echtzeitfähigkeit der ERP-Systeme (enterprise resource planning) und die schiere Komplexität der Planungs-, Überwachungs- und Steuerungsaufgabe führen häufig zu erheblichen Reibungsverlusten. Im Konzept der ‚selbstorganisierten Fabrik‘ (*smart factory*) wird die zentrale Planung, Überwachung und Steuerung radikal aufgelöst. Werkstücke, Behälter, Fördertechnik, Werkzeugmaschinen, Messgeräte und Anlagen werden durch die Integration von Informationstechnik zu intelligenten autonomen Fabrikobjekten, die über ein gemeinsames Netzwerk Organisationsaufgaben selbst übernehmen und untereinander regeln. Als Hauptnutzen der sich selbst organisierenden Fabrik gelten eine geringere Fehlerrate, die Senkung des Ressourcenverbrauchs, der Wegfall

der Steuerungsaufwände und erweiterte Möglichkeiten der individualisierten Massenfertigung („Losgröße Eins“).

Vor allem in Branchen mit hohen Stückzahlen komplexer individualisierter Produkte (Automobilbau, Elektronikindustrie) gibt es erste Pilotprojekte für die *smart factory*. Ob und wann sich diese Ansätze in der Fertigungspraxis wiederfinden, ist heute noch nicht abschätzbar. Wesentliche Hürde für die Umsetzung dürfte das hohe organisatorische und technische Beharrungsvermögen der heutigen zentralisierten Fertigungsansätze sein. Wegen des zu erwartenden Wegfalls von Arbeitsplätzen ist auch mit Widerständen seitens der Arbeitnehmer und Gewerkschaften zu rechnen.

3.3 Vernetzter Autoverkehr

Der private und gewerbliche Autoverkehr ist eine wesentliche Voraussetzung für den hohen Grad an Mobilität von Personen und Gütern in der deutschen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft. Gleichzeitig bringt er erhebliche ökonomische und ökologische Belastungen mit sich. Seit Jahren durchdringt die Informationstechnik das Automobil, um das Leistungs- und Fahrverhalten zu optimieren und den Komfort für die Insassen zu erhöhen. Zunehmend werden Assistenzsysteme üblich, die direkt in die Fahrzeugsteuerung eingreifen, etwa mit Spur- und Abstandskontrollen oder Einparkhilfen. In der nächsten Entwicklungsstufe werden Autos und die Verkehrsinfrastruktur – Straßenschilder, Ampeln, Tankstellen, Parkleit- und Mautsysteme etc. – zu intelligenten Objekten, die untereinander und mit dem Fahrzeug kommunizieren. In diesem System lassen sich dann umfangreiche Informations- und Navigationsdienste anbieten: vom Hinweis auf das nächste touristische Ziel bis hin zu einer Echtzeit-Navigation in Abhängigkeit von der aktuellen Verkehrslage. Denkbar und teilweise schon in der Entwicklungsphase sind Funktionen, die selbst die Steuerung übernehmen, etwa automatische Konvoifahrten im Güterverkehr oder Temporeduktionen bei schlechtem Wetter oder Verkehrsunfällen. Als wesentliche Effekte einer solchen *car to x communication* werden eine erhöhte Verkehrssicherheit, ein verbesserter Verkehrsfluss und damit einhergehend eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs erwartet.

In mehreren Pilotprojekten wird heute an der Umsetzung des vernetzten Autoverkehrs gearbeitet. Wesentliche Herausforderungen sind dabei die technische Robustheit und die IT-Sicherheit (*security*) des Netzwerks sowie die Sicherheit des menschlichen Lebens und materieller Güter (*safety*). Noch ganz am Anfang steht die Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bei der Fahrzeugsteuerung: Wie weit darf, oder muss, das System in die Steuerung des Fahrzeugs durch den Fahrer eingreifen? Welches Maß an Eingriffen wird akzeptiert?

3.4 Intelligente Gebäude

Das Anwendungsfeld der ‚intelligenten Gebäude‘ (*smart buildings*) umfasst die Optimierung der Gebäudekonstruktion, den Betrieb von Gebäuden, sowie die Optimierung der Prozesse in diesen Gebäuden, die durch die Art der Nutzung bestimmt sind. Der Begriff *smart building* bezieht sich vornehmlich auf Gebäude von Unternehmen und öffentlicher Hand im Gegensatz zu dessen Entsprechung im privaten Bereich, dem Begriff *smart home*. Angestrebt wird eine verbesserte Gebäudebewirtschaftung (*facility management*), um Energiekosten zu senken, Betriebspersonal zu sparen und bessere Dienstleistungen für die Gebäudenutzer anzubieten. Durch eine Anbindung der im Gebäude genutzten Geräte oder sonstiger Objekte der Infrastruktur an ein internes oder externes Netzwerk soll deren optimierte Steuerung im Rahmen eines integrierten Bewirtschaftungskonzeptes von Gebäuden erreicht werden. Relevant sind dabei beispielsweise die Steuerung von Heizungsanlagen, das Ab- und Anschalten von Geräten, Beleuchtungs-, Klang- und Schließkonzepte, Gebäudeüberwachung, bedarfsgerechte Abfallentsorgung, das Steuern des Raumklimas durch Klimaanlage, Verdunkelung oder Lüftungsmanagement sowie die Geräteüberwachung inklusive der Aufdeckung von Fehlfunktionen. Zugleich wird es möglich, in einer ‚digitalen Gebäudeakte‘ alle Informationen aus den verschiedenen Phasen eines Gebäudes vom Bau über die Nutzung und den Umbau bis zum Abriss zusammenzuführen. Dazu gehören etwa Planungsdokumente, Betriebs- und Nutzungsdaten.

Bei privat genutzten Gebäuden hat sich das *smart building* trotz einer weitgehend ausgereiften Technologie und jahrelanger Bemühungen von öffentlicher Hand und Wirtschaft bislang nicht durchgesetzt. Aus Sicht der meisten Eigentümer und Mieter steht anscheinend den Kosten für die Installationen (und den Betrieb) kein ausreichender Nutzen gegenüber. Bei neu erstellten gewerblichen Immobilien wird die interne Vernetzung und Steuerung der Haustechnik dagegen zunehmend üblich, weil sich so Kosten der Gebäudebewirtschaftung reduzieren lassen.

3.5 Altersgerechte Assistenzsysteme

Bedingt durch die Alterung der Gesellschaft in Deutschland und den meisten anderen Industriestaaten erfahren altersgerechte Assistenzsysteme derzeit unter dem Begriff *Ambient Assisted Living (AAL)* eine große Aufmerksamkeit. Die Bevölkerung wird im Durchschnitt immer älter und die Lebenserwartung steigt. Lag sie nach dem Zweiten Weltkrieg noch bei rund 50 Jahren, so beträgt sie heute in Europa über 75 Jahre und steigt weiter. Die Menschen werden aber nicht nur älter, sie sind in ihren späten Lebensjahren auch kränker, denn das Alter geht einher mit zunehmender Mehrfacherkrankung. In dieser Situation spielt

das Internet der Dinge eine wichtige Rolle für zukünftige Assistenzsysteme, die Alten und Kranken ein selbstbestimmtes Leben in der eigenen Wohnung ermöglichen. Relevant sind heute insbesondere Alarmsysteme, die über Kommunikationsschnittstellen über das Internet mit Servicezentralen verbunden sind. Wie im Bereich der intelligenten Gebäude spielt zukünftig aber auch die Einbindung von Haushaltsgeräten in das AAL-Konzept eine wichtige Rolle, um automatische oder zentrale Abschaltungen, Fernsteuerungen oder auch automatisches Beleuchten für Senioren zu realisieren, die in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt besteht in der Anbindung medizinischer Geräte für telemedizinische Auswertungen, Beratungen bis hin zur aktiven Betreuung.

Ambient Assisted Living ist heute noch ein weitgehend technisch geprägtes Thema der Forschungspolitik, das aber bereits auf großes Interesse bei der Wohnungswirtschaft und Sozialverbänden stößt. Die Akzeptanz des Ansatzes bei den potenziellen Nutzern ist aber noch unklar, ebenso wie seine sozialpolitische Gestaltung. Eine wesentliche Fragestellung ist dabei die Entwicklung geeigneter Geschäftsmodelle zur Finanzierung der AAL-Dienste innerhalb des bestehenden Gesundheitssystems.



Abbildung 2: Die heute absehbaren Anwendungen im Internet der Dinge
Quelle: Institut für Innovation und Technik (iit)

3.6 Energieversorgung

Die Liberalisierung der Energiemärkte und das Erneuerbare-Energien-Gesetz haben nicht nur Einfluss auf die ökonomischen Strukturen des Energiemarkts, sondern auch auf deren technischen Betrieb. Der zunehmende Einsatz dezentraler Energieerzeuger, heute insbesondere private Solaranlagen und Blockkraftwerke, und der umfangreiche Ausbau der beim Output stark schwankenden Windkraftanlagen erfordern neue Konzepte für die Übertragung, die Verteilung und den Abruf elektrischer Energie: Zum einen werden heutige Übertragungsnetze wegen der dezentralen Erzeugung sehr viel variabler in Anspruch genommen, in manchen Fällen kann sich sogar die Richtung des Stromflusses umdrehen. Die Anlagen müssten daher deutlich überdimensioniert ausgelegt werden. Zum anderen müssten ohne Änderung der gegenwärtigen Verbrauchsprofile deutlich mehr Reserven (Regelenergie) bereitgehalten werden, um die Schwankungen von Wind- und Solaranlagen auszugleichen. Energiewirtschaft und Politik arbeiten daher an Konzepten, die Stromproduktion, -verteilung und den Stromverbrauch mittels Informations- und Kommunikationstechnik in erheblich größerem Maße als bisher aufeinander abzustimmen. Dazu soll eine dezentrale vollautomatische Regeltechnik bei den Erzeugern, den Übertragungs- und Verteilnetzen sowie bei den Verbrauchsstellen aufgebaut werden, die eine Abstimmung von Erzeugung, Übertragung und Verbrauch in Echtzeit leistet. Die einzelnen Komponenten des Stromnetzes werden damit zu intelligenten Objekten im Internet der Energie (*smart grid*).

Gegenwärtig laufen eine Reihe von nationalen und internationalen Pilotprojekten zum ‚Internet der Energie‘. Während dabei in den USA der Schwerpunkt zunächst vor allem auf der Modernisierung des anfälligen nationalen Stromnetzes liegt, gibt es in Europa bereits mehrere Pilotprojekte der Europäischen Kommission und einiger Mitgliedsstaaten zu einer Umstellung der heutigen Stromnetzwerke auf eine dezentrale Energieerzeugung und Netzsteuerung. Als größte Herausforderungen gelten dabei derzeit die Einbeziehung der privaten Haushalte mit ihren Stromzählern und elektrischen Geräten in das *smart grid* und die entsprechenden Standardisierungen.

4 Die aktuelle Diskussion um das Internet der Dinge und ihre Akteure

Die Umsetzung des *internet of things* wird zurzeit durch sehr unterschiedliche Spieler aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vorangetrieben. Neben Akteuren der Forschungs- und Technologiepolitik sind das vor allem Unternehmen aus den zuvor erwähnten Anwendungsbranchen und Technologieanbieter, letztere einschließlich der Netzbetreiber. Darüber hinaus existiert eine Reihe von Institutionen, Behörden sowie Nichtregierungsorganisationen, die sich zusammen mit Unternehmen der Themen Standardisierung, Regulierung sowie Daten- und Verbraucherschutz angenommen haben. Auch die Gewerkschaften haben begonnen, sich mit den Auswirkungen des Internet der Dinge auf die Arbeitswelt zu beschäftigen. Diese gesellschaftspolitischen Akteure und ihre Positionen werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Die Debatte um das Internet der Dinge fußte zunächst wesentlich auf den Technologieentwicklungen rund um den bereits beschriebenen RFID-Einsatz in der Logistik. Mittlerweile hat sich die Fachdebatte aber von dem engen Bezug auf die Einzeltechnologie RFID gelöst und gliedert sich zurzeit, zumindest auf europäischer Ebene, verstärkt an die Diskussionen um ein *future internet* an. Gleichwohl sind jedoch von politischer und gesellschaftlicher Seite weitgehend die selben Instanzen eingebunden, wie in der vormaligen RFID-Debatte. Unterschiede ergeben sich jedoch auf Seiten der Wirtschaft, wo im Vergleich zur RFID-Thematik neue Branchen und Industriegremien auftreten.

Bei unserer Übersicht über die Akteure der Debatte zum Internet der Dinge werden wir Forschungseinrichtungen und akademische Institutionen weitgehend ausklammern, da diese derzeit in der gesellschaftlichen Debatte keine führende Rolle einnehmen. Ebenso verzichten wir auf eine Darstellung der teilweise nach wie vor immensen technologischen Barrieren bei der Realisierung des *internet of things* und der Diskussion zu den entsprechenden Forschungsthemen. Beides ist an anderen Stellen ausführlich dokumentiert.⁴

4.1 Politik

Staatliche Akteure haben bei der Entwicklung des Internet der Dinge meist grundlegende Funktionen, wie die Bereitstellung von Förderprogrammen und die Etablierung innovations- und techno-

logiepolitischer Instrumente zur Unterstützung des Transfers von Forschungsergebnissen aus Forschungseinrichtungen und Universitäten in Produkte und marktfähige Applikationen.

In Europa spielen neben der Europäischen Kommission Deutschland und Frankreich eine aktive und herausgehobene Rolle beim Aufbau eines Internet der Dinge. International sind insbesondere die USA, Japan und Südkorea stark in Konzeption und Entwicklung des *internet of things* involviert. Darüber hinaus zeigen sich erste Anzeichen für ein erwachendes Interesse der Volksrepublik China am *internet of things*.

4.1.1 Europa

Auf europäischer Ebene ist insbesondere die Europäische Kommission als zentraler Akteur in die Weiterentwicklung des Internet der Dinge involviert. Dabei verfolgt die Kommission auch ordnungspolitische Ansätze, etwa beim europäischen Betrieb zentraler Netzwerkdienste im EPCGlobal Network (siehe Abschnitt 1.3) und beim Datenschutz. 2009 hat die Kommission sowohl eine Empfehlung für den Umgang mit dem Datenschutz in RFID-Systemen als auch einen *Action Plan* für das Internet der Dinge veröffentlicht (European Commission 2009a, 2009b).

Haupttreiber innerhalb der Kommission ist die Generaldirektion Information Society and Media mit den verantwortlichen Direktoren D (Network and Communication Technologies) und G (Components and Subsystems). Erstere adressiert das Internet der Dinge aus der Perspektive des Netzwerks. Das Direktorat G stellt dagegen insbesondere die Hardware, d. h. die intelligenten Komponenten, welche als *enabling technologies* gesehen werden, in den Vordergrund.

Neben einigen Koordinierungsmaßnahmen werden unter anderem eine Vielzahl von Forschungsprojekten gefördert, die sowohl die technologische Ebene des Internet der Dinge weiterentwickeln, als auch die darüberliegenden Ebenen der Architektur und Dienstleistungen strukturieren und umsetzen sollen. Die Koordinierungsmaßnahmen fokussieren zurzeit vor allem die Untersuchung von Standardisierungs- und Sicherheitsaspekten, sowie auf Konzepte zur Wahrung der Privatsphäre.

⁴ Zur *technology roadmap* und der Forschungsagenda des *pervasive computing* bzw. des Internet der Dinge siehe etwa Gabriel (2006), European Commission (2008a), Wolfram u.a. (2008), Brand u.a. (2009), CASAGRAS (2009).

Eine weitere wichtige Aktivität der Kommission ist die Future Internet Assembly (FIA), welche ursprünglich als ein Forum für EU-Projekte mit Schwerpunkt Future Internet gegründet wurde, nun aber auch darüber hinaus eine Plattform für Diskussionen zum *future internet* und damit auch zum *internet of things* bietet.

Das Thema *future internet* befindet sich momentan in einer Konsolidierungsphase und wird auf organisatorischer und thematischer Ebene in ein Public Private Partnership (PPP) im Rahmen des FP7 überführt. Wie schon in Abb. 1 dargestellt, bildet auch hier das Thema Internet der Dinge eine tragende Säule innerhalb des Gesamtkonstrukts. Die Etablierung des PPPs wird insbesondere von der Europäischen Kommission sowie einem Industriekonsortium bestehend aus 15 großen europäischen IKT Industrieunternehmen vorangetrieben.

Im Rahmen der FIA wird das Thema Internet der Dinge auf wissenschaftlicher Ebene von einer eigenen Arbeitsgruppe adressiert. Diese FIA-Gruppe hat den Begriff des *'real world internet'* für das Internet der Dinge gewählt, der synonym zum Begriff Internet der Dinge verstanden wird. Darüber hinaus wurden einige internationale Kooperationen, namentlich die EU-Japan-Kooperation sowie ein EU-US-Leuchtturmprojekt zum Thema RFID angeschoben (siehe unten).

Im Rahmen der regelmäßigen Ausschreibungen im 7. Forschungsrahmenprogramm fand im vierten Quartal 2009 im ICT Call 5 erstmals das Thema Internet der Dinge dezidierten Eingang. Die aus dieser Ausschreibung realisierten Projekte werden mit Sicherheit einen entscheidenden Einfluss auf die Themen- und Technologieentwicklung im Umfeld des Internet der Dinge haben. Es ist anzunehmen, dass auch in zukünftigen Ausschreibungen dieses Thema entsprechend stark berücksichtigt wird.

4.1.2 Deutschland

In Deutschland wird das Thema Internet der Dinge bereits seit einigen Jahren intensiv sowohl vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als auch vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) verfolgt. Neben der Förderung von Forschungsprojekten und -allianzen setzen sich die beiden Ministerien außerordentlich stark für eine Industrialisierung der Ergebnisse ein, um so möglichst frühzeitig einen volkswirtschaftlich relevanten Nutzen zu generieren. Spezifisch zu nennende Themenfelder sind dabei die Mikrosystemtechnik, die Forschung zu autonomen Großsystemen (Autonomik) sowie die software- und serviceorientierten Ansätze. Dabei wer-

den verstärkt Netzwerke und Verbünde mit industriellen Partnern unterstützt, da man sich so eine schnelle Umsetzung der Basistechnologien in marktfähige Produkte erwartet.

In den vergangenen Jahren veranstalteten deutsche Bundesministerien mehrere Veranstaltungen, die sich auf das Internet der Dinge bezogen, wie beispielsweise einen regelmäßig tagenden Dialogkreis RFID, der ressortübergreifend gestaltet wird. Große Bedeutung für die europäische Debatte hatte die Konferenz *'Internet of Things'*, die während der deutschen Ratspräsidentschaft im Jahre 2007 von BMWi und BMBF ausgerichtet wurde. Während der Vorbereitung der Konferenz wurde das Papier *European Policy Outlook RFID* erarbeitet, das erstmals einen europäischen Politikrahmen zum Internet der Dinge definierte (Federal Ministry of Economics and Technology 2007).

4.1.3 Frankreich

Auch in Frankreich wird das Thema Internet der Dinge aktiv verfolgt. Insbesondere das Ministerium für Forschung und Bildung initiierte in der Vergangenheit einige Vorhaben und Veranstaltungen. Während der französischen Ratspräsidentschaft 2008 lud die französische Regierung ein großes Fachpublikum ein, um das *internet of things* im Rahmen der Bemühungen zum zukünftigen Internet zu diskutieren. Diese Konferenz setzte damit die Diskussion über das Internet der Dinge fort, die ebenfalls auf der Ratspräsidentschaftskonferenz ein Jahr zuvor in Deutschland begonnen wurde.

Frankreich hat sich auch besonders mit dem für das EPCglobal Network zentralen Dienst ONS (*object naming service*), der bis 2008 ausschließlich vom US-Unternehmen Versign betrieben wurde, befasst. Hier plädiert Frankreich stark für einen dezentralen Betrieb des ONS, um eine US-Dominanz des EPCglobal Network zu vermeiden. Ein entsprechender Dienst wurde in Frankreich von GS1 France aufgesetzt. Dieser Ansatz wird europaweit unterstützt.⁵

4.1.4 Weitere Mitgliedsstaaten

Deutschland und Frankreich sind nicht die einzigen EU-Mitgliedsstaaten, die sich mit dem Internet der Dinge befassen. Relevante Aktivitäten sind ebenfalls in den skandinavischen Ländern, in UK wie auch in Italien und Spanien zu beobachten. Dennoch finden sich die thematischen Treiber und die Industrieunternehmen mit Vorreiterrolle vornehmlich in Deutschland und Frankreich. Analog zu anderen, auf europäischer Ebene diskutierten Themen wie beispielsweise AAL, verstehen es jedoch andere

5 Zur Debatte um den ONS-Dienst in Politik und Wirtschaft siehe Botthof u.a. (2009).

Mitgliedsstaaten hervorragend, zügig auf die aktuelle Debatte aufzuspringen und diese dann entscheidend mitzugestalten. Dieser Prozess hat bereits begonnen und wird zweifellos dazu führen, dass Deutschland und Frankreich um ihre heutige Führungsrolle beim Internet der Dinge werden kämpfen müssen.

4.1.5 Internationale Akteure

Auf außereuropäischer Ebene wird die Entwicklung des Internet der Dinge insbesondere von den USA, dem Ursprungsland des Begriffs *internet of things* vorangetrieben. Dabei versucht neben der Forschungsgemeinde auch die öffentliche Hand, vertreten durch die Forschungsbehörde Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), frühzeitig lenkend in das Thema einzugreifen. Zur besseren Koordinierung der Aktivitäten beim Internet der Dinge haben im Jahre 2008 die Europäische Kommission und die US-Regierung ein Abkommen zur Durchführung von sogenannten Leuchtturmprojekten zum Thema RFID geschlossen. Eine konkrete Ausgestaltung hat dieses Abkommen bislang allerdings noch nicht gefunden.

Neben den USA sind vor allem Japan und Korea wichtige Akteure auf dem Gebiet der ubiquitären Vernetzung von Dingen. Insbesondere Japan, und hier allen voran das METI (Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Innovation), unterstützen privatwirtschaftlich und akademisch begründete Initiativen im Umfeld des Internet der Dinge. Seit 2008 besteht auch hier ein Kooperationsabkommen mit der EU-Kommission zum Austausch von Informationen und zur Planung von gemeinsamen Initiativen und Aktivitäten. Dabei liegt auch hier ein Schwerpunkt auf der Abstimmung von Standardisierungsbemühungen.

Korea hat in den vergangenen Jahren enorme Mittel in den Aufbau, die Erforschung und Weiterentwicklung neuer Technologien und Infrastrukturen fließen lassen. Ein zentrales Element für diese staatliche Unterstützungspolitik ist die von Grund auf neu geplante ‚Vernetzte Stadt‘ Songdo, welche momentan in der Nähe des Incheon Flughafens realisiert wird. Hier soll neuen Technologien durch ein konsequentes technology procurement der Durchbruch eröffnet werden.

Auch in der Volksrepublik China zeichnen sich bereits erste Aktivitäten zum Internet der Dinge ab. So wurde Anfang 2010 das Internet of Things Center in Shanghai eröffnet, welches sich mit der Erforschung neuer Technologien und den damit verbundenen Standardisierungsanforderungen beschäftigen soll.

4.1.6 Internationale und nationale Telekommunikationsverwaltungen

Im Internet der Dinge werden aller Wahrscheinlichkeit nach zahlreiche verschiedene Verfahren der Funkkommunikation (WLAN, ZigBee, Bluetooth etc.) zwischen aktiven Komponenten zum Tragen kommen. Engpässe in den entsprechenden lizenzfreien Frequenzbändern (ISM-Bänder: Industrial, Scientific, and Medical) sind gegenwärtig nicht absehbar. Die internationalen und nationalen Telekommunikationsverwaltungen werden daher beim Aufbau des Internet der Dinge kurzfristig keine zentrale Rolle einnehmen.⁶ Ob mit einer steigenden Anzahl von intelligenten Objekten langfristig doch Engpässe in den zur Verfügung stehenden Frequenzbändern entstehen, ist derzeit noch nicht absehbar.

4.2 Wirtschaft

Für das noch weitgehend visionäre Internet der Dinge hat sich noch keine klar erkennbare Wertschöpfungskette aus Technologieanbietern, Systemintegratoren, Netzbetreibern, Diensteanbietern und Anwendern gebildet. Insbesondere ist noch nicht absehbar, ob sich eventuell mehrere, anwendungsspezifische Wertschöpfungsketten bilden werden. Eine Analyse bestehender nationaler und europäischer Forschungsverbünde zum Internet der Dinge, die wir für dieses Papier durchgeführt haben, macht jedoch deutlich, in welchen Branchen sich besonderes Interesse am internet of things zeigt. Die Branchenstruktur dieser *early adaptors* wird sich vermutlich auch in der oder den zukünftigen Wertschöpfungsketten des Internet der Dinge widerspiegeln.

4.2.1 Anwender

In einigen der potenziellen Anwendungsfelder des Internet der Dinge (siehe Abschnitt „Anwendungsbereiche“) engagieren sich bereits erste Anwenderunternehmen in Forschungsprojekten. Darunter finden sich zunächst die Automobilindustrie sowie Geräte- und Maschinenhersteller, die komplexe interne logistische Prozesse zu organisieren haben und sich mit Zulieferern abstimmen müssen. Weitere wichtige Anwender kommen aus dem Einzel- und Versandhandel sowie aus der Logistikbranche. Bei diesen Unternehmen steht vor allem die standort- und unternehmensübergreifende Optimierung der Warenlogistik im Vordergrund. Alle genannten Branchen sind gleichermaßen in RFID-Projekten und in Vorhaben zum Internet der Dinge aktiv. Im Vergleich zu den RFID-Projekten ist die Energiewirtschaft neu hinzugekommen, die sich stark in Projekten zum Internet der Energie engagiert.

⁶ Wesentliche Akteure bei der weltweiten Verwaltung und Zuteilung der Funkfrequenzen sind die UN-Unterorganisation ITU (International Telecommunication Union) als Zusammenschluss der nationalen Telekommunikationsverwaltungen, die CEPT (European Conference of Postal and Telecommunication Administrators) als ihr europäisches Gegenstück und die nationalen Telekommunikationsverwaltungen. In Deutschland ist das die Bundesnetzagentur, die dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie untersteht.

An FuE-Projekten zum Internet der Dinge ist ebenfalls, wenn auch zurückhaltend, die Luftfahrtindustrie beteiligt. Weiterhin sind vereinzelt Anbieter und Nutzer von Sicherheitstechnologien in entsprechenden Projekten aktiv. Die Pharmaindustrie ist trotz erster RFID-Projekte zur Verhinderung von Medikamentenfälschungen bei Projekten zum Internet der Dinge kaum vertreten.

4.2.2 Technologieanbieter

Softwarewerkzeuge, Softwaretechnologien, Middleware.

In dieser Kategorie zeigt sich ein zentraler Unterschied bei der Anbieterstruktur zwischen dem Internet der Dinge und RFID. Um das Internet der Dinge zu realisieren, werden insbesondere die Technologien benötigt, mit denen geeignete verallgemeinerbare Architekturen, Datenhaltungskonzepte und Auswertungskonzepte umgesetzt werden können sowie Interoperabilität und Sicherheit gewährleistet werden können. Diese Softwaretechnologien richten sich nicht an den Anwender, sondern bestehen in Entwicklungsplattformen, Entwicklungssprachen, Servicearchitekturkonzepten, Middleware, semantischen Systemen etc. Bei der Umsetzung von RFID-Lösungen stehen diese Aspekte weitgehend im Hintergrund. Dort wird bisher noch verstärkt an spezifischen Systemanbindungen gearbeitet.

Anwendersysteme, Prozessmodellierung, komplexe Softwaresysteme, Systemintegration.

Mit der Nutzung des Internet der Dinge durch Unternehmen geht die jeweilige Anbindung der Geschäftsprozesse einher. Ein relevanter Bereich in einer Wertschöpfungskette zum Internet der Dinge wird das Angebot von Tools zur Prozessmodellierung und Simulation sein. Hier finden sich bereits zahlreiche Produktanbieter und Dienstleister in den Forschungsprojekten. Dazu kommen einzelne Anbieter von ERP-Systemen, Systemintegratoren und Anbieter von Tracking- und Tracing-Lösungen.

Telekommunikation: Komponentenanbieter, Netzbetreiber, Diensteanbieter.

Die Telekommunikationsanbieter, zu denen hier sowohl die Anbieter von Netzwerkkomponenten als auch die Netzbetreiber und die Serviceanbieter gezählt werden, zeigen sich am Internet der Dinge interessiert, sind aber weniger aktiv, als zu erwarten wäre. In der Tat stellt sich die Frage, mit welcher Rolle die Telekommunikationsunternehmen in die Umsetzung eines Internet der Dinge einsteigen könnten. Ein Präzedenzfall ist beispielsweise das Interesse von Orange, den europäischen Object Naming Service (ONS) innerhalb des EPCglobal Network zu betreiben. Entsprechend könnte auch der Betrieb von Informationsservices für die Telekommunikationsanbieter von geschäftlichem Interesse sein. Dabei stünde jedoch der Betrieb der mobilen Infrastruktur im Vordergrund.

Im Kontext der Nearfield Communication Technology gibt es dagegen bereits ein breites Spektrum von Technologieanbietern für Software und Hardware.

Hardware. In Deutschland finden sich zahlreiche Anbieter von RFID-Technologie mit zum Teil relevanten Marktpositionen. Eine Reihe dieser Unternehmen beteiligen sich auch an Forschungsprojekten zum Internet der Dinge. Dabei werden im Gegensatz zur RFID-Technologie besonders die Massenanwendungen von Identifikationstechnologien wichtig. Dementsprechend finden sich in den Projekten auch Anbieter für Drucktechnologien und Entwickler von niedrigpreisigen Polymertags.

4.3 Standardisierungsgremien

Mit dem Internet der Dinge und dessen möglicher technischer Umsetzung beschäftigt sich mittlerweile eine Vielzahl von Standardisierungsinstitutionen, Industriegremien, Einzelunternehmen und Forschungseinrichtungen. Den zentralen Punkt der Standardisierung des Internet der Dinge bildet dabei das Identifikationsschema. Mit ihm wird bestimmt, aus welcher Art von Objekten das Internet der Dinge besteht und wie diese Objekte und ihre Informationen im Netz erreichbar sind.

Es gibt bereits eine Reihe von Akteuren, die mit eigenen Vorschlägen diese Diskussion aktiv vorantreiben. Technische Grundlage aller Vorschläge für das zukünftige Internet der Dinge bildet dabei das Internet in seiner heutigen technischen und organisatorischen Struktur. Die Internet-Standards werden von der nichtstaatlichen Organisation Internet Society (ISOC) und deren Gremien definiert, insbesondere der Internet Engineering Task Force (IETF). Die operative Vergabe der IP-Nummern, die eindeutig Rechner und andere Netzkomponenten bezeichnen, geschieht über die Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), die dem US-Handelsministerium unterstellt ist, und regionale Unterorganisationen. IETF und ICANN werden in jedem Fall eine zentrale Rolle bei der Standardisierung des Internet der Dinge einnehmen.

Einheitliche Strategie der verschiedenen Akteure ist es, zunächst eigene Spezifikationen zu entwickeln, in Demonstratoren und Pilottest zu erproben und anschließend in den ISO-Spezifikationsprozess einzubringen. Nationale und regionale Standardisierungsgremien wie das deutsche DIN und das europäische ETSI dürften in diesem Prozess nur eine unterstützende Rolle spielen. Alle Vorschläge sehen prinzipiell vor, bewährte Identifikationsschemata wie den Barcode-Standard EAN, die Buchidentifikation ISBN und den neuen EPC einzubinden. Ob nur einer und welcher der nachfolgend genannten Ansätze sich für das Internet der Dinge durchsetzen wird, ist dabei derzeit noch völlig offen.

4.3.1 EPCglobal

Ein zentraler Standardisierungstreiber für das Internet der Dinge ist das Industriekonsortium EPCglobal, das für das internet-basierte EPCglobal Network die Definition einer durchgehenden Spezifikation anstrebt. Mit dem Electronic Product Code (EPC) hat EPCglobal ein eigenes Identifikationssystem spezifiziert, das sowohl größere Ladungseinheiten als auch einzelne Produkte eindeutig bezeichnet. EPC ist dabei kompatibel zu den gängigen Identifikationsschemata der Logistik. Die Hardware nahen Schichten des RFID-basierten EPCglobal Network sind bereits spezifiziert und in Zusammenarbeit mit der ISO auch zu internationalen Standards erhoben worden. Die anwendungsnahen Teilspezifikationen des Netzwerks, insbesondere die Discovery Services, befinden sich dagegen noch in der Diskussion. Die Spezifikationen des EPCglobal Network sind frei verfügbar und dürfen für den Aufbau eigener Netze genutzt werden. Für die Nutzung des weltweit einheitlichen EPC-Nummernkreises müssen allerdings, wie schon beim Barcode, moderate Lizenzgebühren entrichtet werden. Zumindest für die zukünftigen RFID-Systeme im Handel und der Konsumgüterindustrie wird EPCglobal der zentrale Industriestandard sein.

4.3.2 NFC Forum

Das Industriekonsortium NFC Forum hat für die Funkkommunikation über kurze Distanzen das NFC-Verfahren (Near Field Communication) spezifiziert, das sowohl die Kommunikation mit passiven (= ohne eigene Stromversorgung) als auch mit aktiven (= mit eigener Stromversorgung) Geräten vorsieht. Typisches Endgerät ist ein Handy, das mit einem Zahlungs- oder Zugangsterminal kommuniziert. Technisch orientiert sich NFC an gängigen RFID- und SmartCard-Standards der ISO. Das Identifikationsschema von NFC ist prinzipiell kompatibel zu den Schemata von EPCglobal und Object Identifier (OI), kodiert die Identifikationsinformationen aber in einer technisch abweichenden Form. NFC wird von zahlreichen Elektronikunternehmen und Mobilfunkunternehmen unterstützt und dürfte vor allem bei Anwendungen mit mobilen Endgeräten eine weite Verbreitung erfahren.

4.3.3 IPSO Alliance

Das Industriegremium IPSO Alliance schlägt dagegen vor, alleine die IP-Nummer als Identifikationsschema für das Internet der Dinge zu verwenden. Dieser Vorschlag setzt jedoch wegen der erwarteten sehr großen Zahl von Objekten voraus, dass beim Internet-Nummernschema auf die Spezifikation IPv6 übergegangen wird. Anders als das heute noch weit verbreitete IPv4 erlaubt IPv6 die Vergabe einer weitaus größeren Anzahl von IP-Nummern. Eine Arbeitsgruppe der IETF arbeitet bereits an der

Anpassung von IPv6 für den Einsatz in mobilen Netzwerken, wie sie für das Internet der Dinge typisch sein werden (6lowpan: IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks).

4.3.4 Ubiquitous ID Center

Das Ubiquitous ID Center, ein Ableger des stark japanisch geprägten Industriekonsortiums T-Engine, hat eine eigene Architektur für das Ubiquitous Computing entwickelt. Als Identifikationsschema dient der uucode (Ubiquitous Code), der sowohl Objekte als auch Orte, Konzepte und Relationen bezeichnet. Über die uu-codes wird auf eine eigene verteilte Datenbank zurückgegriffen.

4.3.5 ISO und IDF

Neben den genannten, sich gerade erst bildenden Spezifikationen gibt es weitere Ansätze aus dem Bereich der Medienverwaltung, die für ein Identifikationsschema im Internet der Dinge in Frage kommen: Die ISO hat mit dem Object Identifier (OID) ein weltweit eindeutiges hierarchisches Identifikationsschema für Informationsobjekte standardisiert, das u. a. bei der Bezeichnung medizinischer Dokumente eingesetzt wird. Im Bereich der digitalen Medien, insbesondere für die Online-Versionen von Fachartikeln, hat sich der Standard Digital Object Identifier (DOI) der International DOI Foundation (IDF) etabliert. DOI bezeichnet zunächst nur eindeutig das digitale Objekt, der tatsächliche Speicherort wird dann über einen Internet-Dienst der IDF erfragt.

4.3.6 ETSI, CEN und CENELEC

Das Europäische Pendant zu den internationalen Standardisierungsorganisationen stellen ETSI, CEN und CENELEC dar. Diese Organisationen haben in den vergangenen Jahren Standardisierungsaktivitäten zum Thema RFID ausgehend von RFID fokussierten EU-Forschungsprojekten betrieben. Diese ersten europäischen Standardisierungsbemühungen werden perspektivisch in Zukunft auch auf das Thema Internet der Dinge ausgeweitet werden, um so eine starke europäische Position auf diesem Feld zu sichern.

4.4 Wirtschaftsverbände und -vereine

Neben den technischen Spezifikationsarbeiten in den Standardisierungsgremien engagieren sich auch mehrere Unternehmensverbände und -vereine dafür, dass das Internet der Dinge in der Öffentlichkeit stärker wahrgenommen wird. Dies sind naheliegenderweise vor allem Institutionen aus den Bereichen RFID und ITK. Dazu gehören unter anderem EPCglobal bzw. seine weltweite Trägerorganisation GS1 (siehe Abschnitt 3.1) und das französische RFID-Kompetenzzentrum CNRFID. In Deutschland treiben das deutsche Chapter des Herstellerverbands für Identifikationssysteme AIM, das Informationsforum RFID als Zusammenschluss einiger großer RFID-Anwender und -Technologieanbieter sowie die ITK-Branchenverbände BITKOM und BITMI das Thema voran.

4.5 Gesellschaftliche Gruppen

4.5.1 Datenschutz- und Verbraucherorganisationen

Bei der Diskussion um die Einführung von RFID-Systemen im Handel und bei Personenidentifikationssystemen (Reisepass, Personalausweis, Krankenkassenkarten, Bürgerkarten, etc.) spielen Datenschutz- und Verbraucherorganisationen eine bedeutende Rolle, indem sie die Wahrung und Durchsetzung von Datenschutz- und Verbraucherrechten thematisieren. Beim Datenschutz sind vor allem die in die öffentliche Verwaltung eingebundenen, aber weisungsunabhängigen Datenschutzbeauftragten und -behörden wichtig. Sie verfügen über ausreichende Ressourcen und juristische Kompetenzen und sind direkt in die Gesetzgebung und die Aufsicht eingebunden. In Deutschland sind das die Datenschutzbeauftragten der Länder und des Bundes. Die Datenschutzbeauftragten und -behörden der Mitgliedsstaaten der EU sind in der Artikel-29-Arbeitsgruppe zusammengeschlossen. Diese Institutionen drängen auf eine verschärfte Datenschutzregelung bei RFID-Systemen, insbesondere wenn RFID-Daten mit persönlichen Daten verknüpft werden könnten.

Private Vereine und Interessensgruppen wie der CCC (Chaos Computer Club) und Foe-BuD konzentrieren sich dagegen eher auf die Aufdeckung konkreter Datenschutzmängel und die Herstellung einer kritischen Öffentlichkeit. Ebenfalls aktive Teilnehmer der RFID-Debatte sind nationale und europäische Verbraucherschutzorganisationen, etwa der deutsche vzbv (Verbraucherzentrale Bundesverband) und die europäischen Institutionen BEUC (Bureau Européen des Unions de Consommateurs) und ANEC (European Association for the Co-ordination of Consumer Representation in Standardisation) als Zusammenschlüsse nationaler Verbraucherschutzorganisationen.

Über RFID hinausgehende Beiträge zum Internet der Dinge aus Sicht der Datenschutz- und Verbraucherschutzorganisationen sind zurzeit aber noch eher selten. Zu nennen wären hier erste Überlegungen aus Kanada zum Datenschutz im *smart grid* (Future of Privacy Forum und Information and Privacy Commissioner 2009) und zum Verbraucherschutz im Internet der Dinge von europäischer Seite (ANEC und BEUC 2008).

4.5.2 Gewerkschaften

Bei den nationalen Gewerkschaften wird RFID nicht mehr nur als eine Rationalisierungstechnik unter anderen betrachtet. Erste spezifische Betrachtungen zu den Auswirkungen von RFID bzw. des Internet der Dinge auf Arbeitsbedingungen und Arbeitsplätze kamen von der International Labour Organisation ILO (International Labour Organisation 2006) und den deutschen Gewerkschaften (Botthof und Bovenschulte 2009).

5 Politische Handlungsfelder

Wir erwarten, dass sich mit der zunehmenden Konkretisierung und Realisierung des Internet der Dinge ein politischer Rahmen für die Förderung, Aufsicht und Regulierung entwickeln wird, vergleichbar mit den Entwicklungen bei bestehenden Infrastrukturen für Verkehr, Energieversorgung und Telekommunikation. Erste Elemente eines solchen Rahmens wurden während der deutschen Ratspräsidentschaft im Konsenspapier *RFID Policy Outlook* verschiedener europäischer Akteure (Federal Ministry of Economics and Technology 2007), im Papier *Internet of Things. An action plan for Europe* von der Europäischen Kommission (European Commission 2009b) und in einer Studie für das niederländische Wirtschaftsministerium entwickelt (van Oranje u. a. 2008). Diese Vorschläge sind allerdings aus unserer Sicht noch unvollständig, weil sie insbesondere dem Charakter des Internet der Dinge als eigenständige Infrastruktur zu wenig Beachtung schenken.

Der zu entwickelnde politische Rahmen für das Internet der Dinge als Infrastruktur der vernetzten Welt und als Basis des Future Internet sollte aus unserer Sicht folgende Zielstellungen verfolgen:

- ▶ Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher und europäischer Unternehmen als Anwender, Technologiehersteller, Diensteanbieter oder als Netzbetreiber im Internet der Dinge sollte gestärkt und ausgebaut werden.
- ▶ Im Internet der Dinge sollte eine freie Wettbewerbsordnung gewährleistet sein.
- ▶ Das Internet der Dinge sollte Bürgern und gesellschaftlichen Gruppen zur ungehinderten und freien Nutzung offen stehen.

Für die Umsetzung dieser Ziele schlagen wir folgende politische Maßnahmen vor (siehe auch Abb. 3):

5.1 Forschungspolitik: Forschungsförderung und Vernetzung

Das Internet der Dinge ist in weiten Bereichen noch eine technische Vision, die nach wie vor einer dauernden Anpassung und Weiterentwicklung unterliegt. Für seine Umsetzung müssen noch erhebliche technologische Engpässe bewältigt werden bzw. Technologieentwicklungen zur Praxis- und Marktreife gebracht werden. Teilweise bedingen sich Vision und Markt gegenseitig.

Damit die deutsche und europäische Wirtschaft auch in Zukunft als wettbewerbsfähiger Partner in dem neu entstehenden Markt des Internet der Dinge auftreten kann, ist es wichtig, frühzeitig Anteil an der Definition und Entwicklung von Standards, Technologie, Märkten und Anwendungskonzepten zu haben.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Die bestehende öffentliche Forschungsförderung zur Behebung zentraler technologischer Engpässe sollte fortgesetzt und ausgebaut werden.
- ▶ Dabei sollte eine Roadmap-Initiative zur Generierung belastbarer FuE-Strategien aufgesetzt werden. An der Initiative sollten Wissenschaft, Wirtschaft sowie Standardisierungsgremien und -organisationen beteiligt werden.
- ▶ Es sollte auf eine Vernetzung der Akteure über die Grenzen von Anwendungsbereichen hinweg geachtet werden.
- ▶ Die Vernetzung von Industrie und Forschung auf europäischer und internationaler Ebene sollte durch eine verbesserte nationale Anbindung an bestehende internationale Netzwerke ausgebaut werden. Dabei sollten die nationalen und europäischen Institutionen der Forschungsförderung eng zusammenarbeiten.

5.2 Technologiepolitik: Technologietransfer und Standardisierung

Neben einer fortgesetzten und verstärkten öffentlichen Forschungsförderung ist eine zielgerichtete Unterstützung des Technologietransfers notwendig, um bestehende Innovationsbarrieren zu überwinden. Bei vielen Anwendern gibt es noch erhebliche Wissensdefizite zu den Möglichkeiten und Grenzen moderner Netzwerke. Insbesondere sind heute in der Regel keine Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Anwendungen im Internet der Dinge möglich, weil es noch keine Vergleichsmaßstäbe gibt.

Für die Schaffung und Etablierung eines Marktes für das Internet der Dinge ist der Aufbau und Ausbau einer entsprechenden Infrastruktur eine wesentliche Voraussetzung. Um die bekannte Henne-Ei-Problematik zu umgehen ist es notwendig, frühzeitig gesellschaftlich relevante Infrastrukturen durch öffentliche Förderung und Beschaffung zu unterstützen.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Für die relevanten Anwendungsbereiche des Internet der Dinge sollten potenzielle Wertschöpfungsketten und volkswirtschaftlicher Nutzen untersucht werden.
- ▶ Auf dieser Basis sollten anwendungsbezogene Pilotprojekte mit hoher industriepolitischer und volkswirtschaftlicher Wirkung aufgesetzt werden. Diese Projekte sollten für die Erweiterung ihres anfänglichen Teilnehmerkreises offen sein und die Etablierung von Branchenstandards zum Ziel haben, um möglichst schnelle Netzwerkeffekte zu schaffen.
- ▶ Dabei sollte eine offene und flexible Standardisierung unterstützt werden, d. h. eine schnelle Bildung von offenen

Industrie- und Branchenspezifikationen und deren schrittweiser Übergang zu offiziellen Standards.

- ▶ Bei der Standardisierung sollte auf die Definition anwendungsübergreifender Standards bzw. auf die Kompatibilität anwendungsspezifischer Standards untereinander geachtet werden.
- ▶ Der Infrastrukturaufbau in den volkswirtschaftlich bedeutenden Anwendungsbereichen sollte mit öffentlichen Beschaffungsprojekten unterstützt werden.

5.3 Wirtschaftspolitik: freie Marktordnung und flexible Regulierung

5.3.1 Freier Wettbewerb

Das Internet der Dinge wird auch zu einem wichtigen Ort für das Angebot und den Austausch von Unternehmensleistungen werden. Der diskriminierungsfreie Zugang zum Internet der Dinge für Unternehmen, sei es als Nutzer oder als Anbieter von eigenen Diensten, ist daher von zentraler Bedeutung für die Schaffung einer freien Marktordnung. Dabei sollte ein möglichst großer Spielraum für die Entwicklung neuer Dienste geboten werden.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Im Internet der Dinge sollte die Neutralität des Netzes gegenüber den verschiedenen Arten von intelligenten Objekten, Diensten sowie den Erbringern und Nutzern von Diensten als grundlegendes Prinzip verankert werden.
- ▶ Monopolstellungen beim Betrieb der Infrastruktur sollten durch eine geeignete Wettbewerbsaufsicht verhindert werden.
- ▶ Zudem sollte die Politik, soweit möglich, den Einsatz offener Standards im Internet der Dinge unterstützen, etwa durch Vorgaben bei eigenen Beschaffungen oder die gezielte Unterstützung offener Standardisierungsarbeiten in öffentlich geförderten FuE-Projekten.

5.3.2 Technikneutralität und Flexibilität der öffentlichen Regulierung

Wie die Entwicklung des Telefonnetzes und des Internets gezeigt hat, lebt ein neues Netzwerk von seiner Offenheit gegenüber neuen Nutzungsformen und Erweiterungen. Eine zu schnelle öffentliche Regulierung kann den Schwung des gerade entstehenden Internet der Dinge deutlich abbremsen.

Wir empfehlen daher für die Regulierung des Internet der Dinge zwei Prinzipien:

- ▶ Bei allen Regulierungsaktivitäten zum Internet der Dinge sollte eine strikte Technikneutralität gewahrt werden. Dies vermeidet zu schnelle und zu spezifische Regelungen, die schnell in eine unübersichtliche Menge von nicht aufeinander abgestimmten Vorgaben münden und insbesondere das Zusammenwachsen verschiedener Teilnetze, etwa dem vernetzten Autoverkehr und dem *smart grid*, verhindern.
- ▶ Die Regulierung sollte möglichst flexibel erfolgen: Jede Regelung des Internet der Dinge unterliegt einer großen Unsicherheit bezüglich der Auswirkungen. Die Regulierung des Internet der Dinge sollte daher im Anfangsstadium vor allem nachlaufend und zeitlich begrenzt erfolgen und unter regelmäßiger Erfolgskontrolle gestellt werden.

5.4 Gesellschaftspolitik: offener Zugang, Datenschutz und Sicherheit

5.4.1 Schaffung eines freien Zugangs für Bürger und gesellschaftliche Gruppen

Das Internet der Dinge wird sich langfristig zu einer grundlegenden Infrastruktur wie die Wasserversorgung und das Telefonnetz entwickeln. Zu dieser Infrastruktur muss ein freier Zugang für Bürger und gesellschaftliche Gruppen (Parteien, Gewerkschaften, Verbände, Vereine etc.) bestehen. Insbesondere sollte langfristig eine digitale Spaltung des Internet der Dinge verhindert werden, etwa indem altersgerechte Assistenzsysteme aus Kostengründen nur Wenigen zur Verfügung stehen. Je nach Anwendungsbereich sollte es hier direkte oder indirekte Maßnahmen zum Abbau von Zugangsbarrieren geben. Das kann etwa die Auflage an einen Infrastrukturbetreiber sein, kostengünstige Eintrittstarife anzubieten, aber auch die direkte Unterstützung des Privatnutzers bei Zugangskosten.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Für relevante Anwendungsbereiche sollten jeweils Bedarfs- und Technologiefolgenanalysen (*impact analysis*) durchgeführt werden, um bereits während des Aufbaus der Infrastrukturen die gesellschaftlichen Bedarfe, Barrieren, Erfolgsfaktoren und Effekte abschätzen zu können.
- ▶ Sofern die Technologiefolgenabschätzungen die Entstehung von Zugangsbarrieren für bestimmte gesellschaftliche Gruppen nahelegen, sollten politische Maßnahmen zum Abbau dieser Barrieren konzipiert und umgesetzt werden.

5.4.2 Wahrung von Datenschutz und Datensicherheit

Den Rahmen für die Wahrung von Datenschutz und Datensicherheit im Internet der Dinge bilden die deutsche und europäische Datenschutzgesetzgebung. Die quantitative Ausdehnung bisheriger Netze zum Internet der Dinge bringt jedoch einen qualitativen Sprung mit sich: Die Entstehung und der Fluss der Informationen wird für den Einzelnen noch weniger verfolgbar als dies heute schon der Fall ist. Aus der Kombination verschiedener Informationen können qualitativ neue Informationen entstehen, etwa indem nicht personengebundene Einzelinformationen zu Personenprofilen gebündelt werden. Autonome intelligente Objekte können persönliche Informationen weitergeben, ohne dass dies dem Nutzer oder Eigentümer des Objekts im Einzelfall bewusst ist. Gleichzeitig wird es unpraktikabel sein, vom Nutzer in jedem Einzelfall die Freigabe oder Verweigerung der Informationsgewinnung oder -weitergabe zu ver-

langen. Trotz dieser Herausforderungen sollte auch im Internet der Dinge keine Aufweichung bisheriger Datenschutzprinzipien erfolgen. Nur so kann langfristig die notwendige Akzeptanz des Internet der Dinge durch den Bürger erreicht werden.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Die Diskussion des Datenschutzes im Internet der Dinge sollte auf der Empfehlung der Kommission für den Datenschutz bei RFID – Durchführung einer Technologiefolgeabschätzung für einzelne Anwendungen, Sichtbarmachen des Tags und des Lesens, ausdrückliche Information des Benutzers, Möglichkeit der Deaktivierung des Tags – aufsetzen und weitergeführt werden (European Commission 2009a). Dabei sollten die nationalen und europäischen Institutionen der Gesetzgebung und der Aufsicht zum Datenschutz eng zusammenarbeiten. Gleichzeitig sollte eine internationale Harmonisierung des Datenschutzes im Internet der Dinge angestrebt werden.
- ▶ Eine auf einzelne Techniken oder Anwendungsbereiche bezogene Regulierung, wie sie bei RFID diskutiert wird, sollte jedoch vermieden werden (siehe die Empfehlung zur Technikneutralität oben).

5.4.3 Gewährleistung eines sicheren und verantwortlichen Betriebs

Das Internet der Dinge ermöglicht eine ganze Reihe von Anwendungen, die direkt in die Sicherheit von Menschen oder von materiellen Gütern eingreifen. Darunter fallen Notfallsysteme, Fahrerassistenzsysteme oder Systeme zur Überwachung der Lebensmittelkette. In diesen Anwendungen entsteht unmittelbar Klärungsbedarf zu Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen für die Fälle, in denen ein System nicht korrekt funktioniert bzw. missbräuchlich verwendet wird. In abgemilderter Form sind solche Haftungsfragen auch für Systeme relevant, von denen kein Risiko für den Menschen ausgeht, deren Ausfall aber zu wirtschaftlichen Schäden führen kann.

An dieser Stelle ist ein Zielkonflikt zwischen Protokollierung aller Aktionen und eindeutigen Haftungsregeln auf der einen Seite und dem Datenschutz andererseits absehbar. Um eine Haftung für jede Systemfunktion (*liability*) im Internet der Dinge zu ermöglichen, wird teilweise die Belegbarkeit der Aktionen aller Personen und intelligenten Objekte (*accountability*) gefordert (Santucci 2009). Dazu müssten jedoch in großem Umfang Nutzungsprotokolle gespeichert und vorgehalten werden. Dies würde dann einen erheblichen Bedarf an Regelungen zum Datenschutz mit sich bringen: Wer speichert welche Daten wie lange? Wer hat Zugriff auf die Daten? Diese Diskussion ist beim deutschen Straßenmautsystem oder bei der Vorratsdatenspeicherung schon geführt worden bzw. wird gerade geführt.

Wir empfehlen daher:

- ▶ Die bekannte Debatte zur Ausfallsicherheit und Haftung in Infrastruktursystemen sollte auch auf das Internet der Dinge ausgedehnt werden.
- ▶ Dabei sollten zwei Randbedingungen beachtet werden: Die Regelung der Belegbarkeit sollte wiederum technikneutral erfolgen. In ihrem Mittelpunkt sollte eine differenzierte Abwägung zwischen der für die Belegbarkeit notwendigen Protokollierung von Aktionen und dem Datenschutz stehen.

Forschungspolitik

- ▶ Forschungsförderung bei technischen Engpässen
- ▶ Erarbeitung einer FuE-Roadmap
- ▶ Vernetzung von FuE-Projekten über Anwendungsbereiche hinweg
- ▶ Vernetzung nationaler und europäischer Forschungsprogramme

Technologiepolitik

- ▶ Identifikation von volkswirtschaftlich relevanten Anwendungen
- ▶ Aufsetzen von Pilotprojekten
- ▶ Unterstützung offener und flexibler Standardisierungsprozesse
- ▶ Förderung anwendungsübergreifender Standardisierung
- ▶ Unterstützung durch öffentliche Beschaffung

Wirtschaftspolitik

- ▶ Netzneutralität
- ▶ Verhinderung von Betreibermonopolen
- ▶ Unterstützung offener Standards
- ▶ Technikneutralität der Regulierung
- ▶ Flexible und nachlaufende Regulierung

Gesellschaftspolitik

- ▶ Anwendungsbezogene Technologiefolgeabschätzungen
- ▶ Bei Bedarf Beseitigung von Zugangsbarrieren
- ▶ Anpassung und Weiterentwicklung des Datenschutzes
- ▶ Frühzeitige Betrachtung von Ausfallsicherheit und Haftung
- ▶ Abwägung zwischen Zurechenbarkeit und Datenschutz

Abbildung 3: Politikfelder und Handlungsempfehlungen für das Internet der Dinge

Quelle: Institut für Innovation und Technik (iit)

6 Zusammenfassung

Das Internet ist für den Nutzer heute noch weitgehend ein Netzwerk von IKT-Endgeräten: PCs, Laptops und Mobilfunktelefonen. In der Vision des Internet der Dinge wandert die Computerintelligenz jedoch in die Alltagsgegenstände, die damit zu intelligenten Objekten werden. Diese *smart objects* nehmen über Sensoren ihre Umwelt wahr, interagieren mit ihrem Nutzer und untereinander und sind in der Lage, autonome Entscheidungen im Auftrag des Nutzers zu treffen.

Es zeichnet sich ab, dass Logistik und Fertigung die ersten Anwendungsfelder des Internet der Dinge sein werden. Hier ist das Internet der Dinge die direkte Fortsetzung des zunehmenden Einsatzes von RFID-Systemen. Weiter in der Zukunft liegen Anwendungsfelder wie der vernetzte Autoverkehr, das intelligente Gebäude, die altersgerechten Assistenzsysteme und das *smart grid* aus Energieerzeugern, -übertragern und -verbrauchern.

Weltweit treiben Akteure aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft das Internet der Dinge aktiv voran. Europa und Deutschland nehmen dabei führende Positionen ein, müssen diese aber auch im Wettstreit und in Kooperation mit den USA und Südostasien behaupten. Noch konzentrieren sich die Aktivitäten und die begleitende fachliche Diskussion stark auf die Technologie und die Standardisierung. Es ist jedoch absehbar, dass das Internet der Dinge bereits mittelfristig zu einer elementaren Infrastruktur für die Gesellschaft wird. Diese Infrastruktur wird zum einen den Nutzern in diversen Anwendungsfeldern hohen Nutzen bieten. Zum anderen eröffnet sie Technologie- und Dienstleistungsanbietern neue wirtschaftliche Potenziale.

Um das Internet der Dinge tatsächlich als Infrastruktur für Bürger, Wirtschaft und gesellschaftliche Gruppen nutzbar zu machen, halten wir einen ganzheitlichen Politikansatz, der die Forschungs-, Technologie-, Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik abdeckt, für notwendig.

- ▶ Wir empfehlen in der Forschungspolitik den Ausbau der bestehenden Forschungsförderung zum Internet der Dinge, um die nach wie vor bestehenden technischen Innovationsbarrieren zu beseitigen. Dabei sollte auf eine Vernetzung der verschiedenen Anwendungsbereiche des Internet der Dinge und auf eine Verzahnung der Forschungsförderung durch Mitgliedsstaaten und EU geachtet werden.
- ▶ In der Technologiepolitik empfehlen wir die gezielte Förderung relevanter Anwendungsbereiche durch Pilotprojekte und öffentliche Beschaffungen sowie die Unterstützung anwendungsübergreifender und offener Standards.
- ▶ Hinsichtlich der Wirtschaftspolitik empfehlen wir die Schaffung einer freien, fairen und für Erweiterungen flexiblen Marktordnung im Internet der Dinge. Die notwendigen Regulierungen sollten technikneutral und anfänglich erst nachlaufend erfolgen, wenn sich ein konkreter Handlungsbedarf ergibt.
- ▶ In der Gesellschaftspolitik empfehlen wir die Gewährleistung eines offenen Zugangs für Bürger und gesellschaftliche Gruppen zum Internet der Dinge sowie die technikneutrale Anpassung und Ergänzung der bestehenden Datenschutzprinzipien. Außerdem sollten schon frühzeitig während der Konzeption und Entwicklung des Internet der Dinge Ausfallsicherheit, Belegbarkeit und Haftung thematisiert werden.

Abkürzungen

AAL	Ambient Assisted Living	ID	Identifikator
AIM	Association for Automatic Identification and Mobility	IDF	International DOI Foundation
ANEC	European Association for the Co-ordination of Consumer Representation in Standardisation	IETF	Internet Engineering Task Force
BEUC	Bureau Européen des Unions de Consommateurs	IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	ILO	International Labour Organisation
BITMI	Bundesverband IT-Mittelstand	IP	Internet Protocol
CEN	Europäisches Komitee für Normung	ISBN	Internationale Standardbuchnummer
CENELEC	Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung	ISM	Industrial, Scientific and Medical
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie	ISO	International Organization for Standardization
CCC	Chaos Computer Club	ISOC	Organisation Internet Society
CIM	Computer Integrated Manufacturing	IT	Information Technology
CNRFID	Centre National RFID	ITK	Informations- und Telekommunikationstechnologie
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency	METI	Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Information (Japan)
DIN	Deutsches Institut für Normung	MIT	Massachusetts Institute of Technology
DOI	Digital Object Identifier	NFC	Near Field Communication
EAN	European Article Number	OID	Object Identifier
EPC	Electronic Product Code	ONS	Object Naming Service
EPoSS	European Technology Platform on Smart Systems Integration	PC	Personal Computer
ERP	Enterprise Resource Planning	PDA	Personal Digital Assistant
ETSI	Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen	PPP	Public Private Partnership
FIA	Future Internet Assembly	RFID	Radio Frequency Identification
FoeBuD	Verein zur Förderung des öffentlichen bewegten und unbewegten Datenverkehrs	VDEB	Verband der EDV-Software- und -Beratungsunternehmen
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	vzbv	Verbraucherzentrale Bundesverband
		WLAN	Wireless Local Area Network

Literatur

ANEC und BEUC (2008)

Internet of Things. Commission Staff Working Paper on Early Challenges regarding the „Internet of Things“ SEC(2008) 2516. Joint ANEC/BEUC answer to the consultation ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/c_anec_beuc.pdf, Abruf: 21.3.2010

Botthof, A. und Bovenschulte, M. (2009)

Das „Internet der Dinge“. Die Informatisierung der Arbeitswelt und des Alltags (= Arbeitspapier 176). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung
www.boeckler.de/pdf/p_arbp_176.pdf, Abruf: 21.3.2010

Botthof, A., Bovenschulte, M., Evdokimov, S., Fabian, B., Gabriel, P., Günther, O. und Hartmann, E. A. (2009)

Internet der Dinge. Leitfaden zu technischen, organisatorischen, rechtlichen und sicherheitsrelevanten Aspekten bei der Realisierung neuer RFID-gestützter Prozesse in Wirtschaft und Verwaltung (= Dokumentation 581), Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Dokumentationen/doku-581-internet-der-dinge,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf, Abruf: 21.3.2010

Brand, L., Hülser, T., Grimm, V. und Zweck, A. (2009)

Internet der Dinge. Übersichtsstudie. Düsseldorf: Zukünftige Technologien Consulting
www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/dps_bilder/TZ/2009/Band%2080_IdD_komplett.pdf, Abruf: 21.3.2010

Bullinger, H.-J. und ten Hompel, M. (Hrsg.) (2007)

Internet der Dinge. Berlin, Heidelberg: Springer.

CASAGRAS (2009)

RFID and the Inclusive Model for the Internet of Things. Final Report
www.rfidglobal.eu/userfiles/documents/FinalReport.pdf, Abruf 21.3.2010

European Commission (2008a)

Internet of Things in 2020. A Roadmap for the Future. In cooperation with the RFID Working Group of European Technology Plattform on Smart Systems Integration (EPoSS), Brüssel
ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/enet/internet-of-things-in-2020-ec-eposs-workshop-report-2008-v3_en.pdf, Abruf 21.3.2010

European Commission (2008b)

Future Internet Assembly, Madrid, Spain, 9th–10th December 2008, Meeting Report
www.future-inter-net.eu/fileadmin/documents/madrid_documents/Madrid_Conference_Report_v1.1.pdf, Abruf 21.3.2010

European Commission (2009a)

Commission Recommendation of 12.5.2009 on the implementation of privacy and data protection principles in applications supported by radio-frequency identification. SEC(2009) 585, SEC(2009) 586, Brüssel
ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/recommendationonrfid2009.pdf, Abruf 21.3.2010

European Commission (2009b)

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Internet of Things – an Action Plan for Europe. COM(2009) 278, Brüssel, 18.6.2009
ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/commit2009.pdf, Abruf 21.3.2010

Federal Ministry of Economics and Technology (Hrsg.) (2007)

European Policy Outlook RFID. In cooperation with Federal Ministry of Education and Research. Berlin
Internet: www.nextgenerationmedia.de/documents/European_Policy_Outlook_final_version.pdf, Abruf 21.3.2010

Future of Privacy Forum und Information and Privacy Commissioner (2009)

Smart Privacy for the Smart Grid: Embedding Privacy into the Design of Electricity Conservation. Information and Privacy Commissioner, Ontario
www.ipc.on.ca/images/resources/pbd-smartpriv-smartgrid.pdf, Abruf: 21.3.2010

Gabriel, P. u. a. (2006)

Pervasive Computing: Entwicklung und Auswirkungen. Ingelheim: SecuMedia
www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/486904/publication-File/30682/Percenta_dlay_pdf.pdf, Abruf 21.3.2010

International Labour Organisation (2006)

Social and labour implications of the increased use of advanced retail technologies. Report for discussion at the Tripartite Meeting on the Social and Labour Implications of the Increased Use of Advanced Retail Technologies. Genf
www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/techmeet/tmart06/report.pdf, Abruf 21.3.2010

Santucci, G. (2009)

From Internet of Data to Internet of Things. Paper for the International Conference on Future Trends of the Internet, Luxemburg, 28.1.2009
ec.europa.eu/information_society/policy/rfid/documents/lotconferencespeech012009.pdf, Abruf: 21.3.2010

van Oranje, C., Krapels, J., Bottermann, M. und Cave, J. (2008)

The Future of the Internet Economy. A Discussion Paper on Critical Issues. Prepared for The Netherlands Ministry of Economic Affairs, WR-548-EZ, Rand Europe, 12.2.2008
www.future-internet.eu/fileadmin/documents/netherlands/Netherlans_Future_Internet.pdf, Abruf 21.3.2010

Weiser, M. (1991)

The Computer for the 21st Century. In: Scientific American 265, S. 94–104

Wolfram, G., Gampl, B. und Gabriel, P. (Hrsg.) (2008)

The RFID Roadmap: The Next Steps for Europe. Berlin, Heidelberg: Springer.

Profile der Autoren



Peter Gabriel, Jahrgang 1963, studierte in Dortmund und Münster Mathematik sowie Informatik an der TU Berlin und hat einen Abschluss als Dipl.-Informatiker. Nach dem Studium war er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Dortmund, anschließend stellvertretender Abteilungsleiter am Fraunhofer Institut für Software und Systemtechnik, Berlin

und selbstständiger IT-Berater. Seit 2001 ist Herr Gabriel bei der VDI/VDE-IT als Senior Consultant und Projektleiter tätig. Seine Arbeitsschwerpunkte sind: Softwaretechnik, E-Commerce und E-Logistics. Er hat für das BMBF die Bekanntmachung „Mikrosystemtechnik für Smart Label-Anwendungen in der Logistik“ unter Einbeziehung der relevanten RFID-Anwender und -Technologieanbieter in Deutschland (Metro, Deutsche Post, GS1, Infineon, Schreiner, AIM etc.) inhaltlich konzipiert und vorbereitet. Er war Projektleiter der Studie „Pervasive Computing: Entwicklungen und Auswirkungen“ für das BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) sowie der Studie „RFID: Potenziale für Deutschland“ für das BMWi. Herr Gabriel hat die VDI/VDE-IT auch in der Coordination Action „Coordinating European Efforts for Promoting the European RFID Value Chain“ vertreten.

Kontakt: gabriel@vdivde-it.de



Dr. Katrin Gaßner, Jahrgang 1967, studierte in Berlin Informatik und promovierte an der Universität Duisburg-Essen. Danach war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik in Dortmund. Durch diese Arbeiten verfügt sie über mehrjährige Forschungserfahrungen zu Informationslogistik, verteilten Systemen, mobilen Systemen,

Internettechnologien, Wissensmanagement und Lehr-/Lernsystemen. Seit 2006 ist Frau Gaßner bei der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH als Beraterin tätig. Sie agiert im Rahmen der Projektträgerschaft des VDI/VDE-IT für das Referat Mikrosystemtechnik des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) themenverantwortlich für den Themenkomplex RFID. Sie qualifiziert und begleitet dort Forschungsprojekte wie auch

im Themenfeld Ambient Assisted Living (AAL), insbesondere mit Schwerpunkten bei der Informations- und Kommunikationstechnik. Im Themenfeld Ambient Assisted Living erstellt sie als Projektleiterin Studien (z. B. „ICT enabled independent living for elderly“) und ist Mitglied im Betreuungsteam des Europäischen AAL Joint Programm, für das die VDI/VDE-IT die nationale Kontaktstelle inne hat. Frau Gaßner war ebenfalls beteiligt bei der Erstellung von Studien und Analysen zu RFID und dem „Internet der Dinge“.

Kontakt: gassner@vdivde-it.de



Dr. Sebastian Lange, Jahrgang 1974, promovierte nach seinem Diplomstudium der Physik an der Universität Heidelberg und der University of Massachusetts am European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg, der Lifebits AG und der Universität Tübingen. Dr. Lange schloss die Promotion mit Auszeichnung an der Universität Tübingen ab. Seit 2006 ist er bei

der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH als Projektleiter und Seniorberater tätig. Dort entwickelt und betreut er unter anderem die „Europäische Technologieplattform for Smart Systems Integration“ (EPoSS) und hier insbesondere die Arbeitsgruppen für Medizintechnik und das Internet der Dinge. In diesem Kontext ist Dr. Lange auch Koordinator des 2010 startenden Großforschungsprojekts „Internet of Things – Architecture (IoT-A)“ mit 20 europäischen Partnern aus Industrie und Forschung und einem Projektvolumen von ca. 20 Mio. Euro. Darüber hinaus ist er einer der Mitbegründer der Internet of Things Initiative. Des Weiteren ist er als verantwortlicher Leiter des Sekretariats der ETP Nanomedizin stark in das Thema Nanotechnologien für die Medizin involviert und betreut die dort vernetzten Partner aus Industrie und Forschung auf europäischer Ebene.

Kontakt: slange@vdivde-it.de



Das Institut für Innovation und Technik (iit) ist eine Einrichtung der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT). Das iit bietet kompetente Ansprechpartner für die in sieben Sektionen organisierten Themenfelder Innovationssysteme und Cluster, Evaluationen, Innovationsbegleitung, Erfolgsbedingungen kollaborativer Forschung und Entwicklung, Safety and Security Systems, Innovation Life Sciences und Technische Bildung.

Für die Bearbeitung unserer Projekte stehen mehr als 70 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der VDI/VDE-IT zur Verfügung. Deren Fachkompetenzen umfassen verschiedenste natur-, ingenieur-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Disziplinen. So fließt die 30-jährige Erfahrung der VDI/VDE-IT in die Arbeit des iit ein.

Das Internet ist aus Nutzersicht heute noch ein Netzwerk von IKT-Endgeräten: PCs, Laptops und Mobilfunktelefonen. In der Vision des ‚Internet der Dinge‘ wandert die Computerintelligenz jedoch in die Alltagsgegenstände, die damit zu ‚intelligenten Objekten‘ werden. Diese *smart objects* nehmen über Sensoren ihre Umwelt wahr, interagieren mit ihrem Nutzer und untereinander und sind in der Lage, autonome Entscheidungen im Auftrag des Nutzers zu treffen. Mit der Logistik und der Fertigung zeichnen sich bereits die ersten Anwendungsfelder des Internet der Dinge ab. Daneben werden in Zukunft etwa der vernetzte Autoverkehr oder das *smart grid*, das dezentral gesteuerte Stromnetz, treten.

Noch konzentrieren sich die weltweiten Aktivitäten und die Fachdiskussion stark auf technische Fragestellungen und die Standardisierung. Es ist jedoch absehbar, dass das Internet der Dinge mittelfristig zu einer elementaren Infrastruktur für die Gesellschaft wird. Um dieses Netzwerk für Bürger, Wirtschaft und gesellschaftliche Gruppen nutzbar zu machen, ist ein ganzheitlicher Ansatz notwendig, der gleichermaßen Fragen der Forschungs-, Technologie-, Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik einbezieht.

Dieses Positionspapier leistet einen Beitrag zur gerade beginnenden politischen Debatte um das Internet der Dinge. Es zeigt dessen Anwendungsperspektiven auf, gibt einen Überblick über die gegenwärtigen Treiber aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft und benennt zentrale politische Handlungsbedarfe.