



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Smart Service Welt

Innovationsbericht 2017

*Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum
Technologieprogramm Smart Service Welt*

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Text und Redaktion

Begleitforschung Smart Service Welt – Internetbasierte Dienste
für die Wirtschaft
iit – Institut für Innovation und Technik in der
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, 10623 Berlin

Autoren

Dr. Sebastian von Engelhardt
Dr. Wilhelmine Kudernatsch
Tilman Liebchen
Haifa Rifai
Uwe Seidel
Dr. Inessa Seifert
Petra Weiler
Dr. Steffen Wischmann

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Stand

Mai 2017

Druck

MKL Druck GmbH & Co.KG, Ostbevern

Bildnachweis

kazy (S. 4), nikiteev, virtua73 (S. 7); sunt, lovemask, Graphic-
royalty (S. 10); nerthuz, TukTuk Design, Graphicroyalty (S. 18);
lalaverock (S. 29) – alle Fotolia.com |
A-Digit (S. 10); Madedee (S. 13); bygermina (S. 25) – alle iStock
MyDesignDeals (S. 15, 26, 29)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum
Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung
auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen
der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder
Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für
seine familienfreundliche Personalpolitik
ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von
der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der
Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722-721
Bestellfax: 030 18102722-721

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Smart Services im Bereich Mobilität	4
	2.1 Marktentwicklungen	4
	2.2 Informationstechnik und Vernetzung im Fahrzeugbereich	5
	2.3 Schneller Mobilfunk der nächsten Generation	7
	2.4 Intelligente Mobilitätsanwendungen	7
	2.5 Öffentlicher Personenverkehr	9
3	Smart Services für ein gutes Leben	12
	3.1 Smart Home	12
	3.2 Gesundheitsversorgung	14
	3.3 Kritische Infrastrukturen	18
4	Smart Services für eine intelligente Produktion	20
	4.1 Urbane und kundenindividuelle Produktion	20
	4.2 Vernetzte M2M-Kommunikation	23
	4.3 Augmented/Virtual Reality	28
5	Smart Services in den zentralen Querschnittstechnologien	30
	5.1 Apache Software Foundation	31
	5.2 Linux Foundation	32
	5.3 OpenStack	34
	5.4 FIWARE Foundation	36
	5.5 Die Open-Source-Ökosysteme im Vergleich	39
	5.6 Die treibenden Akteure in den Ökosystemen	40
	5.7 Die Ökosysteme in der Smart Service Welt	40
6	Die übergreifenden Themen in der Smart Service Welt	43
	6.1 Rechtliche Herausforderungen	43
	6.2 Sichere Plattformarchitekturen	44
	6.3 Digitale Geschäftsmodelle/Plattformökonomie	45
	6.4 Normung und Standardisierung	46
7	Tabellenverzeichnis	49
8	Abbildungsverzeichnis	50
9	Literaturverzeichnis	51

1 Einleitung

Die Entwicklung digitaler Technologien schreitet weltweit in Hochgeschwindigkeit voran. Sie geht mit einer rasant verlaufenden Transformation der Wirtschaft einher und verändert unser aller Arbeits- und Kommunikationsverhalten. Dabei entstehen immer mehr Daten durch Verbraucher und Geräte, die automatisch analysiert und zu „Smart Data“ verarbeitet und kombiniert werden können. Die Kombination dieser Daten eröffnet die Chance, daraus neue intelligente Dienste, sogenannte Smart Services, zu schaffen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt den digitalen Wandel durch die Plattform Industrie 4.0, den Gründerwettbewerb – Digitale Innovationen, den Schwerpunkt Mittelstand-Digital sowie die Förderung industriegeführter Vorhaben im Rahmen der Technologieprogramme PAiCE, Smart Data und Smart Service Welt I & II.

Mit dem 2016 gestarteten Technologieprogramm Smart Service Welt I fördert das BMWi 16 Projekte, die sich in einem Wettbewerb für die Förderung qualifiziert haben. Vier weitere Projekte, die thematisch zur Smart Service Welt passen, aber schon früher oder später gestartet sind, wurden ebenfalls ins Programm aufgenommen, so dass das Programm insgesamt 20 Projekte betreut. In den Projekten werden prototypische Lösungen entwickelt, die auf der Basis vernetzter, intelligenter technischer Systeme Daten sammeln, analysieren und über Service-Plattformen, App-Stores oder Online-Marktplätze neue Dienste bereitstellen (für eine detaillierte Beschreibung aller Projekte siehe BMWi 2016c).

Die Smart Service Welt-Projekte können vier Themenbereichen zugeordnet werden: Mobilität, Gutes Leben, Produktion und Querschnittstechnologien. Diese bilden die Vielfalt der Smart Services ab, die künftig durch innovative Dienste zu Wertschöpfung und Nutzen für den Menschen beitragen können. Der vorliegende Innovationsbericht beleuchtet die aktuellen Entwicklungen im Umfeld der vier Themenbereiche und erläutert den Beitrag der geförderten Projekte zum Gelingen der digitalen Transformation.

Im Bereich Mobilität arbeiten insgesamt fünf Förderprojekte an Smart Services, die Fahrzeugdaten für neue Dienstleistungen nutzbar und das Fahren künftig noch komfortabler und sicherer machen. Kapitel 2 zeigt die aktuellen Marktentwicklungen in diesem Bereich auf und stellt technologische Trends zur Vernetzung von Fahrzeugen, dem Einsatz zukünftiger Mobilfunktechniken, neuer intelligenter Mobilitätsanwendungen sowie der Digitalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs vor.

Smart Services für ein gutes Leben werden in drei Förderprojekten entwickelt, welche die Möglichkeiten von Smart Services zur verbesserten Betreuung von chronisch kranken Patienten, der Optimierung von kommunaler Wasserversorgung und neuen Servicediensten in der Gebäudeautomation erforschen. Kapitel 3 fasst in diesem Zusammenhang die Marktpotenziale und absehbaren Entwicklungen in den Bereichen Smart Home, der Gesundheitsversorgung sowie von kritischen Versorgungsinfrastrukturen zusammen.

2 Smart Services im Bereich Mobilität

Smart Services im Bereich Mobilität machen Fahrzeugdaten für neue Dienstleistungen nutzbar und das Fahren dadurch zukünftig noch komfortabler und sicherer. So verfügen moderne Fahrzeuge neben dem schon standardmäßigen Navigationssystem über eine Internetverbindung und entsprechende Apps zum Abruf von Verkehrs- und Wetterdaten, zum Streaming von Musik, zur Parkplatz- und Ladesäulensuche oder für weitere ortsbezogene Informationen wie Restaurants, Geschäfte oder Sehenswürdigkeiten. Mittels Sensoren und Kameras können Fahrzeuge aber auch externe Informationen wie Verkehrszeichen, den Straßenzustand oder den Verkehrsfluss erfassen und an eine zentrale Stelle weiterleiten, was wiederum anderen Verkehrsteilnehmern zugutekommt, z. B. durch bessere Stauprognosen oder adaptive Verkehrsflusslenkung. Zukünftig soll das voll vernetzte Fahrzeug („Connected Car“) auch direkt mit anderen Fahrzeugen Informationen austauschen können, um beispielsweise Kollisionen zu vermeiden oder nachfolgende Fahrzeuge vor Gefahren zu warnen.

Im öffentlichen Personenverkehr werden neuartige Dienste vor allem für das Identitätsmanagement und mobile Bezahlvorgänge benötigt, um beispielsweise mit im Smartphone gespeicherten elektronischen Tickets eine automatische Erfassung und Abrechnung zurückgelegter Strecken auch bei überregionalen Verbindungen zu realisieren. Des Weiteren ergeben sich interessante Möglichkeiten für Dienste zur intelligenten Kombination und Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsmittel, sowohl zur Personenbeförderung als auch in der Transport- und Logistikbranche. Gerade im Güterverkehr besteht aus Kostengründen ein starker Bedarf an intelligenten Diensten, z. B. zur Optimierung der Touren- und Lieferplanung oder für ein effizientes Echtzeit-Flottenmanagement. Hierbei ergeben sich viele Schnittstellen zu Smart Services im Bereich der Produktion, da Konzepte wie Industrie 4.0 auf eine flexible und reibungslose Vernetzung mit dem Logistiksektor angewiesen sind.

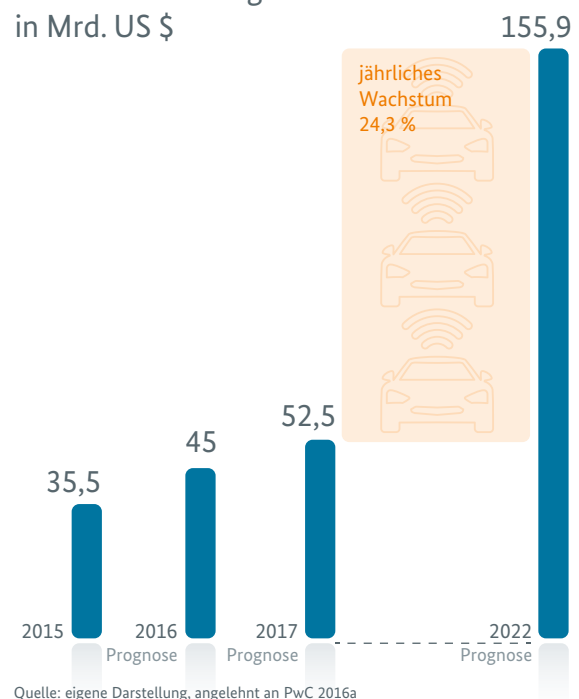
2.1 Marktentwicklungen

Der Markt für intelligente Mobilitätsdienstleistungen umfasst sehr unterschiedliche Teilbereiche und beinhaltet sowohl Dienste für vernetzte Fahrzeuge im privaten und gewerblichen Umfeld, den Personen- und Gütertransport, weitere Verkehrsteilnehmer wie Radfahrer und Fußgänger sowie insbesondere perspektivisch auch sogenannte intermodale und multimodale Anwendungen, die diese Bereiche intelligent miteinander verknüpfen. Des Weiteren spielen die

IT-basierte Vernetzung und darauf aufbauende Dienste eine wichtige Rolle für die sich derzeit entwickelnde Elektromobilität, da in diesem Bereich besondere Anforderungen z. B. hinsichtlich Reichweite und Lademöglichkeiten vorliegen, die sich mit intelligenten Dienstleistungsangeboten jedoch effektiv unterstützen lassen.

Das Marktpotenzial rund um vernetzte Fahrzeuge wächst von knapp 32 Milliarden Euro im Jahr 2015 auf 115 Milliarden Euro in 2020 und würde sich damit fast vervierfachen (PwC 2016a). Neben bereits existierenden Diensten wie Navigation, Infotainment oder Flottenmanagement werden demnach in Zukunft vor allem vernetzte Komfort- und Sicherheitsfunktionen (u. a. Fahrerassistenzsysteme, Kollisionswarnung, eCall) noch stärker an Bedeutung gewinnen. Des Weiteren ist zu erwarten, dass eine zusätzliche Vernetzung des Fahrzeugs mit der Wohnung (Smart Home) oder dem Büro stattfindet. Hierzu wird voraussichtlich eine branchenübergreifende Kooperation zwischen Fahrzeugherstellern und -zulieferern, Elektronik- und IT-Firmen sowie Entwicklern und Anbietern neuer innovativer Dienste erfolgen müssen. Eine zentrale Rolle dürften dabei Car-IT-Funktionen und Fahrzeug-Apps spielen, entweder

Abbildung 1: Marktentwicklung im Bereich vernetzte Fahrzeuge in Mrd. US \$



als fest im Fahrzeug integrierte Systeme mittels Nutzung von Smartphone-Funktionen oder durch eine Kombination von beidem. Hiermit eröffnen sich z. B. auch neue Geschäftsmodelle wie fahrstilabhängige Versicherungstarife oder individualisierte Abrechnungsmodelle in den Bereichen Fahrzeug-Leasing und Carsharing.

Durch intelligente Mobilitätsdienste lassen sich zudem negative gesellschaftliche Effekte und Kosten reduzieren. Laut verschiedener Erhebungen entstehen durch hohes Verkehrsaufkommen und Staus allein in Deutschland jährlich Kosten in zweistelliger Milliardenhöhe, die ohne Gegenmaßnahmen in Zukunft noch steigen werden (INRIX, Cebr 2014). Hier können neuartige Methoden des Verkehrsflussmanagements auf Basis von Sensor- und Fahrzeugdaten helfen, Fahrzeiten und Kosten zu verringern sowie Unfälle zu vermeiden.

Vor allem in größeren Städten wird der Anteil des motorisierten Individualverkehrs in Zukunft jedoch voraussichtlich sinken, weshalb dem öffentlichen Personenverkehr sowie der Kombination unterschiedlicher Verkehrsmittel eine steigende Bedeutung zukommt. Nach Angaben des VDV wurden 2015 allein im deutschen Nahverkehr täglich im Schnitt über 30 Millionen Fahrgäste transportiert und damit im Jahr fast 12 Milliarden Euro erwirtschaftet, wobei Fahrgastzahl und Umsätze in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen sind (VDV 2016). Derzeit werden im Fernverkehr bereits mehr als die Hälfte aller Tickets online gekauft. Des Weiteren geht der Trend absehbar zu übergreifenden eTicket-Systemen, um verschiedene Verkehrsmittel (z. B. Nah- und Fernverkehr, Mietwagen oder -fahrrad) auch in unterschiedlichen Regionen flexibel nutzen, kombinieren und bezahlen zu können.

Im Umfeld des individuellen und öffentlichen Personenverkehrs besteht damit ein großes Potenzial für neue Mobilitätsdienstleistungen, insbesondere hinsichtlich der Vernetzung unterschiedlicher Transportmittel, der Auswertung von Fahrzeug- und Verkehrsdaten sowie durch Bereitstellung standortbezogener Dienste (Location Based Services).

Der Güterverkehr auf der Straße ist 2016 um 1,5 Prozent gegenüber 2015 gestiegen und setzt damit seinen Wachstumstrend fort (Statistisches Bundesamt 2017). Intelligente technische Lösungen und Dienste können helfen, um mit dem steigenden Transportbedarf bei stetigem Kostendruck Schritt zu halten. Mit dem LKW-Mautsystem besteht in Deutschland bereits eine vernetzte technische Infrastruktur, auf der neuartige Anwendungen aufsetzen könnten. Durch die in modernen LKW bereits heute verbaute Sensorik und die hohen Fahrleistungen lassen sich umfangreiche Fahrzeugdaten erheben und auswerten, um innovative Dienstleistungen anzubieten, z. B. zur Echtzeit-Optimierung von Lieferketten oder zur vorausschauenden Wartung.

Die Informations- und Kommunikationstechnik stellt letztlich einen zentralen Faktor dar, um die Leistungsfähigkeit und Effizienz der Verkehrssysteme nachhaltig zu verbessern, wobei die Grenzen zwischen Verkehrs- und Kommunikationsinfrastrukturen zunehmend verschwimmen (VDE 2016). Die starke Vernetzung und zunehmende Automatisierung von Verkehrsteilnehmern und -infrastruktur ermöglicht damit vielfältige neue Anwendungen, neuartige datengetriebene Dienste und innovative Geschäftsmodelle.

2.2 Informationstechnik und Vernetzung im Fahrzeugbereich

Im Fahrzeugbereich ist ein stetig zunehmender Einsatz von Elektronik und Informationstechnik zu beobachten – von ABS, ESP und Einspritzsteuerung über Fahrerassistenzsysteme wie Abstands- und Spurhalteassistent, das automatische Notrufsystem eCall und Car2X-Kommunikation (Austausch von Informationen zwischen Fahrzeug und anderen Fahrzeugen oder der Verkehrsinfrastruktur) bis zum zukünftig geplanten vollständig autonomen Fahren.

Moderne Fahrzeuge erheben und speichern bereits heute kontinuierlich umfangreiche Daten, z. B. aus der Motor Elektronik und zahlreichen Sensorsystemen. Diese Daten werden dem Fahrer jedoch meist nicht direkt, sondern höchstens selektiv oder in aggregierter Form zugänglich gemacht (als Zustandskontrolle von Ölstand, Reifendruck etc.). Ist das Fahrzeug zusätzlich über ein Mobilfunkmodul mit dem Internet verbunden, können die erhobenen Daten zudem an einen Dienstleister übertragen und dort ausgewertet werden. Umgekehrt können Fahrzeug und Fahrer Daten über das Internet empfangen, um beispielsweise aktuelle Verkehrsinformationen, Nachrichten oder Musik abzurufen.

Fast alle Fahrzeughersteller bieten derartige Infotainment- und Verkehrstelematik-Dienste selbst über eigene Car-IT-Systeme an (z. B. Audi connect, BMW Connected Drive, Mercedes me connect, Opel OnStar, Toyota Touch & Go, VW Car-Net), die neben Basisfunktionen wie Navigation und Infotainment meist weitere Dienste und Vernetzungsfunktionen beinhalten, u. a. E-Mail, Webbrowser, Soziale Netzwerke, Suche von Veranstaltungen und POIs (Points of Interest wie Kino, Sehenswürdigkeiten, Restaurants oder Einkaufsmöglichkeiten), Parkplatz- und Tankstelleninformationen oder Kontaktaufnahme mit Werkstatt und Kundendienst (ggf. mit automatischer Übermittlung der aktuellen Fahrzeugdaten). Des Weiteren erlauben zugehörige Smartphone-Apps des Herstellers oftmals Fernzugriffs- und -steuerungsfunktionen wie die Aktivierung der Standheizung, Auf- und Abschließen, Ortung des Fahrzeugs, Auslesen von Statusinformationen (z. B. verbleibende Reichweite, Luftdruck, Fehlermeldungen) sowie teilweise sogar ein extern gesteuertes automatisches Einparken.

Durch die Vernetzung besteht damit grundsätzlich die Möglichkeit, von außen auf das IT-System und die Daten eines Fahrzeugs zuzugreifen. Hierdurch resultieren jedoch auch verstärkt Angriffsmöglichkeiten, die insbesondere bei fahrsicherheitstechnisch relevanten Komponenten wie Motor- und Bremssteuerung ein besonders großes Gefahrenpotenzial bergen. So ist es IT-Sicherheitsspezialisten in der jüngeren Vergangenheit mehrfach gelungen, über Umwege, wie das Infotainmentsystem, Zugriff auf kritische Funktionen wie Bremsen, Beschleunigung, Türverriegelung, Klimaanlage und Scheibenwischer zu erlangen (T-Systems International GmbH 2016). Darüber hinaus ergeben sich Datenschutzprobleme, wenn Daten zum Fahrverhalten erfasst werden, die sich zum potenziellen Nachteil des Fahrers auswerten lassen (z. B. Unfall, Tempoüberschreitung). Die rechtliche Situation, ob bzw. welche Daten in bestimmten Situationen auch ohne Einverständnis des Fahrers ausgewertet werden dürfen, ist derzeit zum Teil noch ungeklärt.

Die Car-IT-Systeme der Hersteller sind typischerweise fest eingebaut. Während sich die installierten Anwendungen und Daten (z. B. Navigationskarten) meist vom Nutzer selbst aktualisieren lassen, ist ein Update der Fahrzeugsoftware oftmals nicht oder nur in der Werkstatt möglich. Viele neuere Car-IT-Systeme bieten allerdings Schnittstellen zur Einbindung eigener Mobilgeräte wie Smartphones. Mit Standards wie Apple CarPlay oder Android Auto könnten Smartphone-Apps auf dem Fahrzeugdisplay angezeigt und mit dessen Bedienelementen gesteuert werden. Hierdurch kann den Ansprüchen der Kunden Rechnung getragen werden, einerseits ihre ohnehin vorhandenen Mobilgeräte in das Fahrzeug zu integrieren und andererseits stets die aktuellsten Apps zu verwenden. Die herstellereigenen Car-IT-Systeme leiden jedoch daran, dass es sich um proprietäre Plattformen handelt und Drittanbieter von Apps ihre Software speziell für das jeweilige System anpassen müssen. Auf der anderen Seite sind CarPlay oder Android Auto zwar fahrzeugübergreifend einsetzbar, allerdings ist dann wiederum der Fahrzeughersteller von der Plattform weitgehend ausgeschlossen, während die Wertschöpfung wie im Mobilgerätebereich mit dem iTunes Store (Apple) oder Google Play hauptsächlich bei amerikanischen Konzernen liegt. Hiermit ergeben sich fast zwangsläufig weitere Fragen zu Datenschutz und -sicherheit.

Als eine wichtige herstellerübergreifende Kooperation ist der Karten- und Mobilitätsdienst HERE einzuschätzen, an dem neben Audi, BMW und Mercedes-Benz seit kurzem auch Intel beteiligt ist. Neben der Bereitstellung von hochauflösenden Echtzeit-Karten sollen vernetzte Fahrzeuge über die Plattform auch Daten ihrer Sensoren austauschen

können, um Informationen zu Verkehrsfluss und Staus, Unfallstellen, Wettergefahren, Fahrbahnschäden oder Verkehrsschildern zu übermitteln. Hierzu sollen u. a. Daten von Regen- und Beschleunigungssensoren oder fahrzeuginterne Kameras herangezogen werden. So könnten Fahrer z. B. vor Stauenden gewarnt oder auf Basis von früheren Daten und Parkhaus-Informationen bei der Parkplatzzuche unterstützt werden. Die Sensordaten sollen über die Plattform perspektivisch auch für andere Hersteller und Dienstleister verfügbar gemacht werden bzw. diesen erlauben, eigene Daten einzustellen.

Das Programm Smart Service Welt fördert in diesem Themenfeld mehrere Projekte, die sich insbesondere der Problembereiche Sicherheit und Datenschutz annehmen:

- Im Projekt PASS¹ (Sichere Plattform für Fahrzeug-Apps) wird eine herstellerübergreifende Plattform zur sicheren Ausführung von Apps in Fahrzeugen entwickelt, welche die Entwicklungsgeschwindigkeit für neue Funktionen erhöht und durch Öffnung für Drittanbieter die stetig steigenden Funktionswünsche der Kunden bedient. Neben typischen Funktionen von Mobilgeräten sollen damit auch alternative Steuer-Apps für weniger kritische Fahrzeugfunktionen realisierbar sein, z. B. Einpark-Assistenten, das Auslesen und Darstellen von erweiterter Fahrzeugsensorik oder Funktionen zur Fernsteuerung (z. B. Sitzheizung, Fahrzeuglokalisierung). Durch eine Automatisierung des Konfigurationsprozesses soll die Entwicklungszeit für neue Anwendungen gesenkt werden. Das heute weitgehend geschlossene System der Fahrzeug-Informationstechnik wird zu einem Ökosystem aus Drittanbietern von Anwendungen und dem Fahrzeughersteller als Plattformbetreiber und gegebenenfalls Anbieter von Basis-Apps. Im Rahmen eines übergreifenden Sicherheitskonzepts werden alle Apps auf die Einhaltung von Sicherheitsrichtlinien überwacht und zertifiziert. Die Richtlinien werden entsprechend der jeweiligen Sicherheitsrelevanz durch Fahrzeughersteller und App-Entwickler festgelegt. Durch den App-basierten Plattform-Ansatz ist insbesondere das zeitnahe automatische Einspielen von sicherheitsrelevanten Updates nicht nur für optionale Drittanbieter-Apps, sondern auch für standardmäßige Fahrzeugsoftware möglich.
- Im Projekt CAR-BITS.de² (Datenschutzkonforme Nutzung von im Fahrzeug anfallenden Daten) wird eine Service-Plattform prototypisch entwickelt, die eine sichere, datenschutzkonforme und zweckgebundene Nutzung von Fahrzeugdaten für neuartige Dienstleistungen und Anwendungen ermöglicht. Beispiele hierfür sind die

1 www.pass-projekt.de

2 www.uniscon.de/carbits-onepager

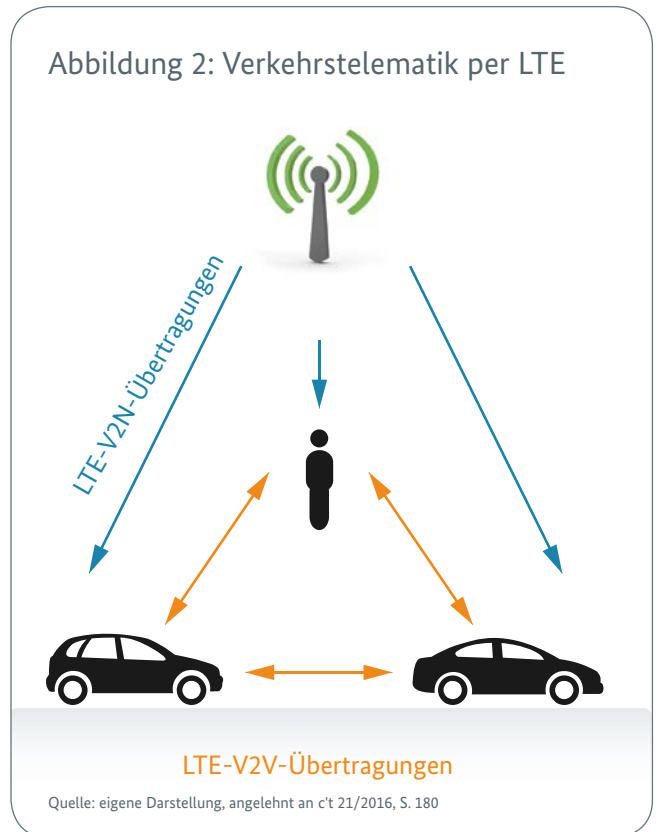
Erhebung von Straßenzustandsdaten, die Identifikation von Gefahrenstellen oder die automatische Alarmierung von Notfalldiensten. Nutzer sollen bewusste Entscheidungen bezüglich Sicherheit und Verwendung ihrer Daten treffen können. Zudem soll die Informationssicherheit entlang der gesamten Verarbeitungskette der Daten gewährleistet sein, um einen missbräuchlichen Zugriff auf die Daten zu verhindern. Die in Fahrzeugen erhobenen Daten werden verschlüsselt übertragen und in einer speziell abgesicherten Cloud-Umgebung verarbeitet (Big-Data-Analyse) und gespeichert. Die Zweckbindung der Daten lässt sich durch ein individualisiertes Schlüsselmanagement technisch absichern. Damit können Daten nur für zuvor vereinbarte Zwecke genutzt werden. Durch die neue Technologie ist man nicht auf die sonst gebotene Datensparsamkeit angewiesen. Durch Anonymisierung wird der Personenbezug entfernt, so dass sich die Daten auch für Auswertungen nutzen lassen, bei denen eine Personenbeziehbarkeit sonst nicht erlaubt wäre.

2.3 Schneller Mobilfunk der nächsten Generation

Eine Schlüsseltechnologie bei der Vernetzung von Fahrzeugen mit dem Internet, der Verkehrsinfrastruktur sowie auch untereinander wird der schnelle Mobilfunk der aktuellen vierten (4G) und zukünftigen fünften Generation (5G) sein. Während mit LTE im Jahr 2008 erstmals ein vollständig IP-basiertes Mobilnetz von der zuständigen Kooperation 3GPP (3rd Generation Partnership Project) standardisiert wurde, erfüllt erst LTE-Advanced (3GPP Release 10, standardisiert 2011) die ursprünglich an 4G gestellten Anforderungen bezüglich hoher Datenrate und geringer Latenz. Erste entsprechende Geräte kamen jedoch erst ab 2014 in größerer Zahl auf den Markt. Die fünfte Generation (5G, 3GPP Release 15) wird voraussichtlich im Herbst 2018 verabschiedet. Allerdings beinhalten auch vorangehende Versionen bereits Verbesserungen und Erweiterungen, die sie im Mobilitätsbereich attraktiv machen. Hier sind vor allem LTE-MTC (Machine Type Communication) und LTE-NB-IoT (Narrowband Internet of Things) zu nennen, die speziell für die Kommunikation zwischen Maschinen (M2M-Kommunikation) ausgelegt sind und durch äußerst geringen Energieverbrauch auch vernetzte Geräte und Sensoren im Internet der Dinge besser unterstützen.

Mit der kommenden LTE-Version (Release 14, 2017) wird insbesondere die Verkehrstelematik stärker unterstützt. LTE-V2V (Vehicle-to-Vehicle) und LTE-V2N (Vehicle-to-Network) erlauben einen verbesserten Austausch von Daten direkt zwischen Fahrzeugen sowie von Fahrzeugen

Abbildung 2: Verkehrstelematik per LTE



mit der Netzinfrastruktur. Durch kürzere Latenzen und höhere Zellkapazitäten können auch sehr viele Fahrzeuge Informationen fortwährend und verzögerungsfrei untereinander austauschen (Hoymann und Meyer 2016), was eine Voraussetzung für sicherheitskritische Anwendungen wie die Vermeidung von Unfällen und die Echtzeit-Optimierung des Verkehrsflusses ist. Beispielsweise lassen sich Fahrzeugsensordaten wie Position, Abstandsmessung, Hindernis-, Fahrbahn- und Verkehrszeichenerkennung in Echtzeit zu anderen Fahrzeugen oder einer Verkehrsleitstelle übertragen. Neben dem potenziellen Sicherheitsgewinn, z. B. durch verbesserte Kollisionswarnung, ist die verzögerungsfreie Kommunikation mit der Umgebung auch eine Voraussetzung für zukünftige autonome Fahrzeuge.

2.4 Intelligente Mobilitätsanwendungen

Erste Ansätze für derartige Technologien und entsprechende Anwendungen werden auch im Programm Smart Service Welt gefördert:

- Im Projekt StreetProbe³ wird eine zeitlich und örtlich präzise Straßenzustandserfassung entwickelt, indem die in Fahrzeugen vorhandenen Sensoren und Systeme verwendet und ergänzt werden, um den Straßenzustand

kontinuierlich zu überwachen. Dazu können Fahrzeuge, die idealerweise regelmäßig bestimmte Strecken befahren, wie etwa eine Fahrzeugflotte von Servicefahrzeugen, mit einem entsprechenden System ausgestattet werden, welches die vorhandenen Daten auswertet und an eine Cloud-Plattform überträgt. Die so gewonnenen Daten sollen vorhandene Informationen ergänzen und damit den Straßenzustand ohne zusätzlichen Einsatz von Fahrzeugen und Personal genauer und regelmäßiger erfassen. Auf Grundlage der erhobenen Daten sollen zudem Smart Services wie beispielsweise automatisch agierende Fahrzeugdämpfer und genaue Straßenkarten für hochautomatische Fahrzeugsysteme bereitgestellt werden.

Im Bereich der Verkehrslenkung und intelligenter Verkehrssysteme existieren bereits Ansätze, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten von Fahrzeugen zur Erfassung des Verkehrsflusses und zur Stauprognose nutzen. Durch zukünftige bidirektionale Echtzeit-Kommunikation wird dies aber noch genauer und individueller möglich sein.

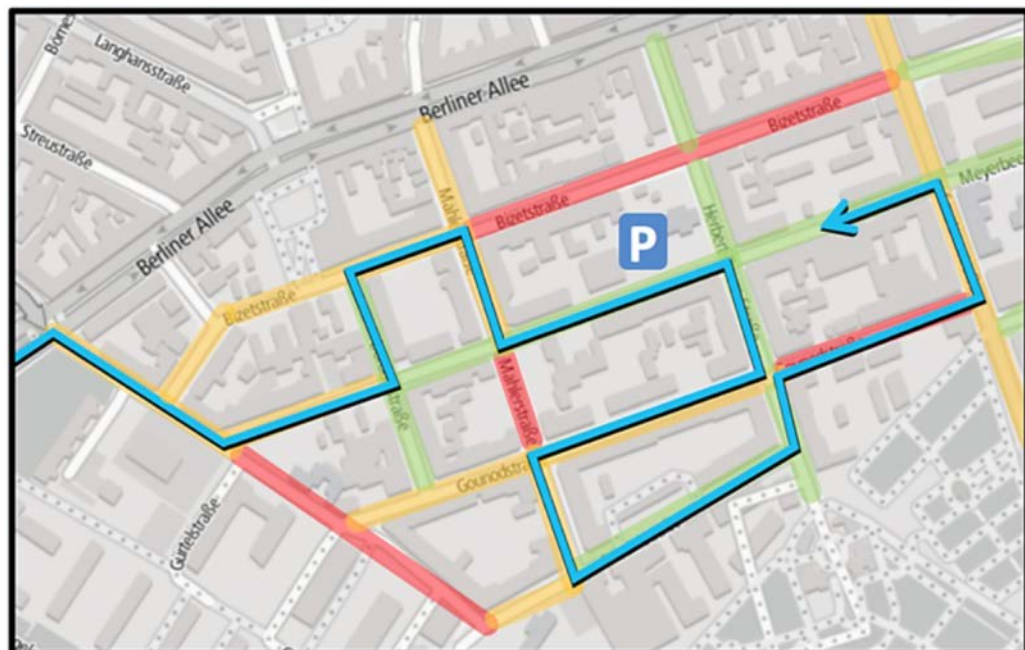
Auch für den stehenden Verkehr werden derzeit neue, vernetzte Anwendungen realisiert. Eine Anzeige der Belegung von öffentlichen Ladesäulen für E-Fahrzeuge ist bereits heute verfügbar. Mittels Sensoren am Straßenrand oder im Boden kann jedoch auch die Belegung von Parkplätzen erfasst, per Mobilfunk (z. B. LTE-NB-IoT) weitergeleitet und über einen Dienstanbieter in einer App oder direkt auf dem

Navigationssystem bereitgestellt werden. Derartige Dienste sind nicht nur für PKW, sondern insbesondere auch für den Güterverkehr interessant, z. B. für die Erfassung und Bereitstellung der Belegungsinformationen von LKW-Stellplätzen an Autobahnrasthöfen.

Aufgrund der allgegenwärtigen GPS-Technologie haben die meisten Sensordaten im Mobilitätsbereich einen Ortsbezug, enthalten also sogenannte Geodaten. In der Smart Service Welt sollen derartige Daten über entsprechende Plattformen nutzbar gemacht werden:

- Im Projekt GEISER⁴ soll eine offene, cloudbasierte Plattform für Services auf Basis von Geo- und Sensordaten entwickelt werden. Die Plattform stellt nicht nur Daten, sondern auch Werkzeuge zur Verfügung, mit denen geografische und ortsbezogene Daten wie Wetterdaten oder Stadtentwicklungs- und Bevölkerungsdaten fusioniert und analysiert werden können. Mit diesen wird die Entwicklung von neuen smarten Diensten erleichtert. Ein erstes Szenario ist die intelligente Parkplatzsuche. Informationen über die aktuelle Verkehrslage werden mit einer wahrscheinlichen Parkplatzauslastung kombiniert, die auf der Basis von Erfahrungswerten und Informationen über Veranstaltungen in der Stadt errechnet wurde. Auf dieser Datengrundlage wird der Autofahrer entlang von Straßen navigiert, auf der sich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit freie Parkplätze befinden.

Abbildung 3: Intelligente Parkplatzsuche



Quelle: TomTom

Mit der Nutzbarkeit von Fahrzeugdaten ergeben sich auch neue Geschäftsmodelle und Tarife in der Versicherungswirtschaft. Bei sogenannten Telematik-Tarifen werden die Versicherungsprämien von der Fahrweise abhängig gemacht, wobei ein regelkonformer, defensiver Fahrstil durch Boni belohnt wird. Über eine im Auto angeschlossene Telematik-Box oder eine auf dem Smartphone laufende App werden dazu bei jeder Fahrt kontinuierlich Daten zur Fahrweise gesammelt. Während eine App nur auf die Sensoren des Smartphones zurückgreifen kann, um Parameter wie Position, Geschwindigkeit oder Beschleunigung zu messen, kann die Box ebenso eigene Sensoren enthalten, mit der Fahrzeugelektronik über die Schnittstelle zur On-Board-Diagnose (OBD) verbunden oder fest im Fahrzeug verbaut sein kann. Letzteres wird z. B. von Mercedes-Benz als „pay how you drive“ angeboten. Die Telematik-Box kann zudem dazu verwendet werden, um bei Leasing-Verträgen eine Ratenberechnung anhand der tatsächlich zurückgelegten Kilometer durchzuführen.

Zu den in Telematik-Tarifen ausgewerteten Faktoren gehören vor allem Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsverhalten, Lenkverhalten, Fahrzeiten (Tag/Nacht) sowie genutzte Wegstrecken (z. B. Stadt, Autobahn, Landstraße), die mittels GPS-Positionserfassung ermittelt werden können. Aus diesen Daten wird dann typischerweise ein Score-Wert für Fahrweise und Schadenswahrscheinlichkeit ermittelt, der in die Tarifberechnung eingeht. Dies kann bei umsichtigem Fahrstil zu einem Beitragsbonus führen, während einige Versicherer bei aggressiver Fahrweise aber auch Aufschläge berechnen. Da es sich bei den erhobenen Informationen um sensible personenbezogene Daten handelt, geben die Versicherungen meist an, dass sie lediglich Zugriff auf den Gesamtscore, nicht aber auf die Einzeldaten erhalten. Andererseits werden diese Daten jedoch auf Servern zwischengespeichert und müssen dort vor unbefugtem Zugriff geschützt werden. Zudem ist die rechtliche Situation unklar, ob die Daten z. B. im Rahmen einer Unfallermittlung oder zur Strafverfolgung von der Polizei oder anderen staatlichen Organen genutzt werden dürfen.

Ähnliche Ansätze zur Nutzung von Fahrzeugdaten existieren auch in Bereichen wie dem Carsharing, da dort ohnehin Positionsdaten, Nutzungsdauer und Wegstrecke erfasst werden müssen. Es ergeben sich dort ebenso neue datenbasierte Abrechnungsmodelle wie in benachbarten Geschäftsfeldern (z. B. Mietwagen, -scooter und -fahrräder).

Die Nutzung von Positionsdaten und darauf basierende Lösungen zur Navigation und Routenoptimierung spielen insbesondere auch im Bereich Transport und Logistik eine entscheidende Rolle. Hierbei ist es u. a. wichtig, Leerfahrten oder Verzögerungen durch Staus zu vermeiden. Hierzu lassen sich bei der Routenplanung vielfältige aktuelle Daten einbeziehen und kombinieren, die in konventionellen Navigationssystemen nicht berücksichtigt werden, z. B. interne

Betriebsdaten von Unternehmen oder sogenannte Crowdsourcing-Daten von unterschiedlichen Verkehrsteilnehmern.

Die intelligente Vernetzung von Verkehrs-, Telematik-, Betriebs- und Crowdsourcing-Daten für Logistikanwendungen wird auch in verschiedenen Projekten des Programms Smart Data behandelt:

- Im Projekt „ExCELL“ wird eine selbstorganisierte City-Logistik-Plattform entwickelt, die durch Big Data unterstützte Mobilitätsdienste für KMU ermöglicht, z. B. zur Routenoptimierung und Stauvermeidung für Lieferanten, Handwerker oder Pflegedienste.
- Ziel des Projektes „Smart Data Web“ ist es, eine Brücke zwischen den bisher voneinander getrennten Datenwelten des öffentlich zugänglichen Internets und den internen Informationen großer Unternehmen zu schlagen und damit Planungs- und Entscheidungsprozesse wie etwa das Lieferkettenmanagement entscheidend zu optimieren.

Des Weiteren werden im BMWi-Förderprogramm „IKT für Elektromobilität III“ zahlreiche Vorhaben durchgeführt, die eine Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen zum Ziel haben. Dies beinhaltet u. a. Projekte zum IT-unterstützten Flottenmanagement für Logistikanwendungen, ÖPNV und Landwirtschaft, Einsatzmanagement für mobilitätsbasierte Dienstleister wie Pflegedienste und die Verknüpfung von Fahrzeugdaten mit der städtischen Infrastruktur, z. B. zur Parkraumüberwachung. Viele dieser Zielstellungen sind nicht auf E-Fahrzeuge beschränkt und lassen sich daher auf andere Fahrzeug- und Verkehrsbereiche übertragen.

2.5 Öffentlicher Personenverkehr

Mit dem PKW-basierten Individualverkehr sind – trotz hohem Optimierungspotenzial durch intelligente Verkehrstelematik – auf absehbare Zeit noch zahlreiche Probleme und Nachteile verbunden, z. B. Umweltbelastung, Lärm, hohe Kosten für (eigene) Fahrzeuge sowie Einschränkungen für nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer. Daher spielen insbesondere auch der öffentliche Personenverkehr (ÖPV) sowie die Vernetzung unterschiedlicher Transportmittel eine zentrale Rolle in zukünftigen intelligenten Verkehrssystemen.

Um den öffentlichen Nah- und Fernverkehr attraktiver zu machen, kann einerseits zunächst das Streckennetz weiter ausgebaut werden. Andererseits trägt jedoch auch eine vereinfachte Nutzung und Kombinierbarkeit verschiedener öffentlicher Verkehrsmittel zur Steigerung von deren Attraktivität bei. Eine wichtige Voraussetzung hierfür sind einheitliche, verkehrsmittel- und gebietsübergreifende Ticket- und Abrechnungssysteme.

Derzeit sind bereits verschiedene Systeme und Anwendungen für elektronische Fahrausweise im Einsatz. Ein verbreitetes Beispiel sind Barcode- oder QR-Code-basierte Flug- oder Bahn-Tickets, die per SMS oder E-Mail auf ein Smartphone gesendet werden können und lediglich das entsprechende Papierticket ersetzen. Eine weitere Spielart sind Apps, die mit einem Kundenkonto verbunden sind und ebenfalls das zuvor erworbene Ticket auf dem Display darstellen.

Daneben existieren Systeme auf Basis einer kontaktlosen (RFID-)Chipkarte, auf der das Ticket (z. B. eine Wochen-, Monats- oder Jahreskarte) gespeichert ist. Vor und nach der Fahrt muss die Chipkarte typischerweise an ein Lesegerät gehalten werden, um je nach Verkehrssystem, beispielsweise an Zugangskontrollstellen, automatische Türen freizugeben (z. B. Oyster Card in London), Start- und Endpunkt einer Fahrt festzulegen oder lediglich als elektronisch gespeicherter Fahrschein für Ticketkontrollen zu dienen (z. B. fahrCard des Verkehrsverbunds Berlin-Brandenburg). Zudem gibt es Systeme, bei denen das Ticket nicht mehr explizit an ein Lesegerät gehalten werden muss, sondern eine Erfassung per Funk erfolgt.

Existierende eTicket-Systeme haben meist den Nachteil, dass sie nur für eine einzelne, zuvor festgelegte Strecke, ein bestimmtes Verkehrsmittel oder einen örtlich eingegrenzten Bereich gelten (z. B. ein städtisches Verkehrsunternehmen oder einen regionalen Verkehrsverbund). Eine automatische

Fahrpreisermittlung und -abrechnung über verschiedene Verkehrsverbünde oder -systeme (z. B. Nahverkehr und Fernverkehr) ist in der Regel nicht ohne weiteres möglich. Chipkarten-Systeme erfordern gegenüber Smartphone-basierten Lösungen zudem das separate Mitführen der Karte – oder sogar mehrerer Karten bei verschiedenen inkompatiblen Systemen.

Diese Problematik wird auch im Programm Smart Service Welt adressiert:

- Im Projekt OPTIMOS⁵ soll eine Plattform zur Nutzung sicherer digitaler Identitäten für mobile Dienste entwickelt und am Beispiel eines nationalen Systems zum eTicketing im öffentlichen Personenverkehr umgesetzt werden. Kunden können über das System sämtliche Schritte für den Kauf und die Nutzung von Produkten wie Tagestickets, aber auch personalisierten Jahreskarten für den ÖPV abwickeln. Dies beinhaltet das Anlegen und Verwalten eines sicheren Nutzerkontos über die Identifikation anhand des Personalausweises und ein sicheres Anmeldeverfahren. Nutzer können zwischen einer breiten Auswahl an Bezahlverfahren wählen und Tickets direkt über das Mobilgerät abrufen. Mobilgeräte mit einer NFC-Schnittstelle können dann als ÖPV-Nutzermedium verwendet werden und sind damit für Lesegeräte auslesbar, zum Beispiel zum Start und Ende einer Strecke oder für Ticketkontrollen.

Abbildung 4: Nutzung unterschiedlicher Verkehrssysteme per eTicket



Wenn elektronische Tickets sowie zugehörige Nutzeridentitäts- und Zahlungsinformationen auf einem Mobilgerät gespeichert und verwendet werden, müssen hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt werden. Das Ticket darf nicht änderbar oder kopierbar sein, die Identitäts- und Zahlungsdaten müssen vor Missbrauch geschützt werden und der Datenschutz ist insbesondere hinsichtlich sensibler persönlicher Standort- und Bewegungsdaten zu beachten. Bei Chipkarten werden die Daten daher in einem besonders abgesicherten Bereich, dem sogenannten Secure Element, gespeichert. Bei Smartphones ist ein solches typischerweise Bestandteil der Mobilfunkkarte (SIM). Neuartige, fest verbaute SIM-Karten (eSIM für „embedded“) können im Gerät programmiert werden und erlauben damit z. B. den Wechsel des Mobilfunkanbieters. In Mobilgeräten eingebettete Secure Elements (eSE) können Identitäts- und Ticketdaten sicher speichern. Um dies in der Praxis für Smartphone-basierte eTicket-Systeme mit kontaktloser NFC-Schnittstelle auf möglichst vielen Geräten in kompatibler Weise umsetzen zu können, sind jedoch noch weitere Standardisierungsmaßnahmen erforderlich.

Mittel- und langfristig geht der Trend im öffentlichen Personenverkehr jedoch klar zu einer stärkeren Vernetzung der öffentlichen Verkehrsmittel untereinander (z. B. Nah- und Fernverkehr) sowie mit anderen Verkehrsmitteln wie Auto oder Fahrrad. Man spricht hierbei von „multimodalem“ oder „intermodalem“ Verkehr. Dies eröffnet Raum für neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen, die solche flexiblen Verkehrskonzepte unterstützen und vereinfachen.

Derartige Konzepte werden auch im Programm Smart Data gefördert:

- Im Projekt „SD4M“ wird eine branchenübergreifende Serviceplattform entwickelt, die Daten von Mobilitätsanbietern und weitere Datenquellen wie Social Media auswerten, aufbereiten und sie verschiedensten Nutzern zur Verfügung stellen kann. Die Plattform soll Mobilitätsdienstleistern helfen, Prognosen, Planung und Auslastung zu optimieren, einen deutschlandweiten Mobilitätsüberblick bieten und Reisenden durch die Integration aktueller Meldungen und das Vorschlagen von Alternativen die Erreichung ihres Ziels erleichtern.

Mit mehreren innovativen Projekten unterstützt der Förderschwerpunkt „Digitale Technologien“ des BMWi damit die Entwicklung neuartiger, intelligenter Mobilitätsdienstleistungen. Das Programm Smart Service Welt legt hierbei einen besonderen Schwerpunkt auf die Entwicklung und Marktumsetzung von Technologie- und Dienstleistungsplattformen, die unterschiedliche Anbieter und Nutzer stärker miteinander vernetzen.

3 Smart Services für ein gutes Leben

Smart Services sind nicht nur für industrielle Anwendungen (Produktionsoptimierung, Prozessautomatisierung etc.) interessant, sondern können auch im öffentlichen und privaten Sektor zur Steigerung der Lebensqualität und Erleichterung von Alltagssituationen eingesetzt werden. Aus diesem Grund integrieren zum Beispiel die Haushaltsgerätehersteller zunehmend Prozessoren und Embedded Systems in ihre Geräte, so dass die neu produzierte Generation grundsätzlich kommunikations- und internetfähig ist. Für die Umsetzung smarter Dienste und Systeme sind neben der Dienstsoftware auch die entsprechende Hardware zur Datenerfassung und Kommunikation sowie die Plattform erforderlich, die in der Lage ist, Informationen und Dienste miteinander zu verbinden. Die Plattformbetreiber bieten den Datenlieferanten (Geräte, Systeme), den Dienstentwicklern (Apps) und den Dienstnutzern die entsprechende Infrastruktur (Speicher, Zugangsberechtigungen, Zahlssystem etc.).

Ein Beispiel für die Anwendung im privaten Bereich ist das als „Smart Home“ bezeichnete informations- und sensortechnisch aufgerüstete, in sich selbst und nach außen hin vernetzte Zuhause. In dem privat genutzten Heim sollen die zahlreichen Geräte der Hausautomation (wie Heizung, Beleuchtung, Belüftung), Haushaltstechnik (wie Kühlschrank, Waschmaschine), Unterhaltungselektronik und Kommunikationseinrichtungen zu intelligenten Gegenständen werden, die sich an den Bedürfnissen der Bewohner orientieren.

Ein weiteres Beispiel sind Anwendungen im sozialen, karitativen und vor allem im Gesundheitsbereich. Pflegebedürftige und kranke Menschen benötigen viel Aufmerksamkeit und idealerweise eine nahezu unterbrechungsfreie Betreuung. Dies ist mit dem vorhandenen Kranken- und Pflegepersonal kaum realisierbar. Mit Hilfe einfacher intelligenter Anwendungen können Vitaldaten von Personen überwacht und im Notfall automatisch die Kommunikation zu den entsprechenden Einrichtungen (Pfleger, Arzt, Notarzt) aufgebaut werden.

Ein umfangreiches Anwendungsfeld stellen zudem infrastrukturelle Einrichtungen dar. Kommunale, regionale und bundesweite Einrichtungen (z. B. Behörden) zur Verwaltung und Versorgung der Einwohner können durch intelligente Systeme ihre Effizienz erhöhen und Kosten einsparen, indem Daten nicht mehrfach erfasst werden müssen, son-

dern beispielsweise durch die Zugriffsmöglichkeit auf eine gemeinsame Datenbasis kombiniert und für die eigenen Zwecke verwendet werden können.

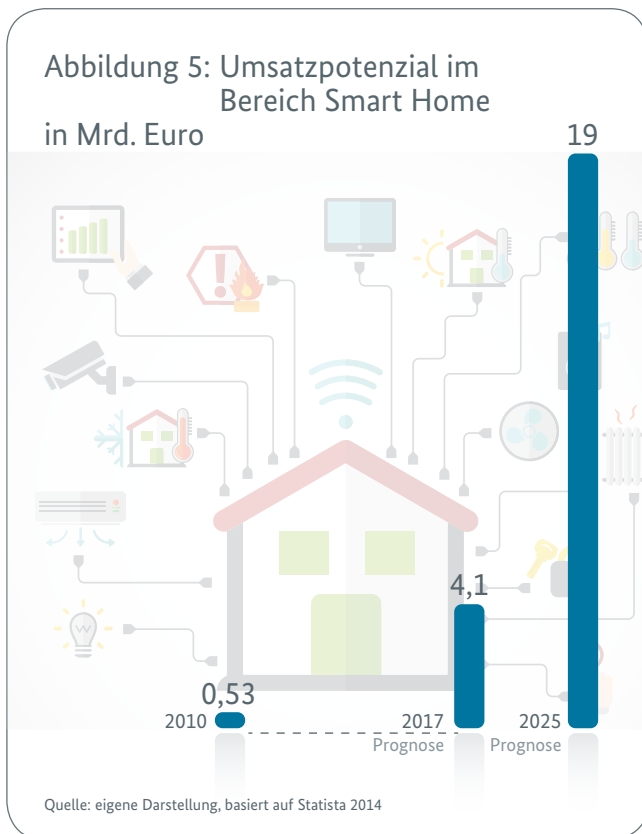
Von besonderer Bedeutung sind hierbei sogenannte kritische Infrastrukturen (KRITIS), also vernetzte Systeme, Anlagen und Einrichtungen, deren Ausfall oder Beeinträchtigung zu erheblichen, typischerweise auch überregionalen Störungen von Wirtschaft oder Gemeinwesen führen kann. Hierzu zählen u. a. Energieversorgung, Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheitswesen, Wasser- und Lebensmittelversorgung sowie verschiedene staatliche Dienste und Einrichtungen (z. B. Regierung, Verwaltung, Justiz, Polizei, Feuerwehr). Üblicherweise bestehen zwischen diesen Infrastrukturen erhebliche Abhängigkeiten, so dass sich Risiken und Gefahren gegenseitig noch verstärken können.

Die im Technologieprogramm Smart Service Welt I mit dem Schwerpunktcluster „Gutes Leben“ adressierten Bereiche Smart Home, Gesundheitsversorgung und Kritische Infrastrukturen werden in den folgenden Abschnitten hinsichtlich der Marktsituation und der Entwicklungstrends näher erläutert.

3.1 Smart Home

Der Ansatz zur intelligenten Heimvernetzung wurde bereits in den 1980er Jahren als zukunftssträchtig eingeschätzt. Dies wurde bisher jedoch nur im kleinen Rahmen in Form von individuellen Insellösungen umgesetzt. Durch den Technologiefortschritt (nahezu überall verfügbarer Internetzugang, zunehmende Rechenleistung, günstige Verfügbarkeit von Speicherplatz) eröffnen sich mittlerweile jedoch auch für Privatanutzer neue Möglichkeiten, so dass der Markt deutlich größer ist als vor einigen Jahren noch angenommen. Während 2010 das Umsatzpotenzial noch rund 530 Millionen Euro betrug, belaufen sich die aktuellen Schätzungen auf 4,1 Milliarden Euro für 2017 und 19 Milliarden Euro für 2025 (Statista 2014) (Abbildung 5). Gartner schätzt, dass die Zahl der vernetzten Haushalte weltweit von jetzt 100 bis 200 Millionen bis 2020 auf 700 Millionen steigt (VDI/VDE Innovation + Technik GmbH 2016b). Nach Aussagen anderer Analysten soll der Hausautomationsmarkt in den nächsten vier Jahren sogar mit 47 Prozent pro Jahr wachsen (BMW 2016d).

Abbildung 5: Umsatzpotenzial im Bereich Smart Home in Mrd. Euro



Im Smart-Home-Bereich ist bereits viel Entwicklungsaktivität erkennbar. Es existieren Systeme, Plattformen und Hardware von diversen Anbietern und es kommen ständig neue hinzu. Nennenswerte Plattformen für Smart-Home-Anwendungen sind aktuell AllSeen, CLICK, ECHONET Lite, EEBus Initiative, FRITZ!Box, HGI, HomeKit, HyperCat, openHAB, OCF und QIVICON. Beispiele für Anwendungen im Smart-Home-Bereich finden sich weltweit: Das deutsche Unternehmen Tado⁶ bietet eine intelligente Heizungsregelung mit Fernwartungsservice an. Archos⁷ aus Frankreich verknüpft mit seinen Tablets und Smartphones Kameras, Bewegungsmelder, Wetterstation sowie Tür- und Fenstersensoren, aber auch Lifestyle-Geräte wie Aktivitätstracker. iNELS smart home system solutions⁸ aus Tschechien verfügt über eine ähnlich umfangreiche Lösung mit einem eigenen Bussystem bei Neubau und einer RF-Lösung zum Nachrüsten. GreenPeak Technologies⁹, ein Unternehmen aus den Niederlanden, bietet ein Senior Lifestyle System auf Basis von ZigBee an, worunter die Kombination von Smart Home, AAL und Social Media verstanden wird. Ebenfalls aus den Niederlanden ist HomeWizard BV¹⁰,

deren Lösung „Smartwares“ auch eine Vernetzung ermöglicht. Das italienische Start-up ALYT¹¹ bietet einen leicht zu installierenden Smart-Home-Manager an, der u. a. über Bluetooth, Z-Wave und ZigBee kommuniziert. In den USA ist Ijee¹² aktiv und bietet eine eigenständige sprachaktivierte Smart-Home-Steuerung mittels WiFi zur Steuerung von Heizung, Licht und Schlössern. Mit dem sprachgesteuerten Assistenten Cortana von Microsoft sollen viele Geräte gesteuert werden können. Amazon hat mit Echo (bzw. der portablen Version Tap) einen sprachgesteuerten Hub und den Alexa Concierge Service erfolgreich auf den Markt gebracht. Google arbeitet an einem mit Echo vergleichbaren System Google Home (Schreiber 2017). Panasonic vertreibt seit Juli 2015 in UK sein Home Monitoring & Control Kit zunächst nur für Sicherheitsanwendungen, das aber später erweitert werden soll. LG Electronics will seine Hausgeräte über – in eine LG-Uhr diktierte – Sprachbefehle steuern, bringt aber auch Smart-Home-Hubs und innovative Geräte wie den Robo-Babysitter „Rolling Bot“ in den Markt. Sony möchte mit seinem „Multifunctional Light“ einen weiteren Smart-Home-Hub ausrollen. Man soll damit per Smartphone Heizung, Lüftung, Musikanlage und TV steuern können. Die OPCOM Inc. aus Taiwan bietet ebenfalls ein komplettes Smart-Home-System; eine Besonderheit ist die OPCOM Farm, faktisch ein Gewächshaus für die Wohnung (Pietras 2017).

Anhand der aufgeführten Beispiele ist zu erkennen, dass es mit den vorhandenen Systemen möglich ist, diverse Geräte (Heizung, Licht, Fernseher, Kameras, Schlösser etc.) über mobile Anwendungen zu aktivieren, einzustellen und zu überwachen. Zudem wird die Bedienung und Ansteuerung der Geräte über die Sprachsteuerung benutzerfreundlicher gemacht (Assistenzsysteme). Derartige Anwendungen sind zwar nützlich und unterstützen bei der Planung und Steuerung durch die Vernetzung und Ansteuerungstechnologien, jedoch ist es nach wie vor meist erforderlich, dass die Anweisungen und Vorgaben durch den Menschen vorgenommen werden.

Um in Deutschland die intelligente Vernetzung unserer Lebensumgebung, wie die Steuerung von Haushaltsgeräten von unterwegs, zu unterstützen, wurden bereits unterschiedliche Programme und Initiativen vom BMWi gestartet: Ziel des Förderprogramms „Trusted Cloud“ war die Beschleunigung der Entwicklung von effizienten, innovativen, sicheren und rechtskonformen Cloud-Computing-

6 www.tado.com

7 www.archos.com

8 www.inels.com

9 www.greenpeak.com

10 www.homewizard.de

11 www.alyt.com

12 www.helloivee.com

Lösungen. Mit dem Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ sollte der Einsatz moderner Informationstechnologien in der industriellen Produktion gefördert werden. Im Technologieprogramm „Smart Data“ sollten Big-Data-Technologien für ausgewählte Anwendungsbereiche aus der Wirtschaft weiterentwickelt und erprobt werden. Zur Beschleunigung des Transfers bisher erzielter Ergebnisse in marktfähige Angebote, zur Beseitigung von Hemmnissen und für die Entwicklung geeigneter Marktstrategien wurde die deutsche Wirtschaftsinitiative „Smart Living“ beschlossen. Übergeordnetes Ziel der Wirtschaftsinitiative ist es, den attraktiven Volumenmarkt Smart Living konzertiert zu erschließen. Der EEBus-Ansatz, als gemeinsame Sprache für die Gerätevernetzung, ist ebenfalls aus einem Technologieprogramm („E-Energy“) hervorgegangen.

Die zukünftigen Entwicklungen im Smart-Home-Bereich sollen zunehmend auf eine eigenständige Kommunikation der einzelnen Komponenten hinwirken (z. B. wetterabhängige intelligente Heizungs- und Lüftungsregelung, automatisierte Bestellvorgänge). Dazu müssen Informationen aller vernetzten Komponenten kontinuierlich gesammelt und den entsprechenden Anwendungsdiensten über eine gemeinsame Plattform zur Verfügung gestellt und gegebenenfalls mit anderen Daten verknüpft werden. Für eine wetterabhängige Steuerung müssen Heizungs- und Temperaturinformationen mit Wetterdaten kombiniert werden. Für eine automatisierte Bestellung sind Informationen über Bestellvorgänge und -zeiträume, Produkthanbieter, Lieferbedingungen etc. erforderlich, so dass Systeme aus vergangenen Ereignissen lernen und Handlungsweisen daraus ableiten können. Im Gegensatz zu den aktuellen Steuerungsmethoden entscheidet das System dabei anhand des Gelernten selbstständig. Vorgänge, die regelmäßig stattfinden, können heute bereits automatisiert werden. Jedoch ist es noch nicht möglich, Systeme ereignisbasiert handeln zu lassen, da einerseits die Datenquellen aktuell nicht hinreichend miteinander verbunden sind und andererseits noch keine ausreichend intelligenten Dienste existieren, die diese Daten auswerten und daraus Handlungsweisen ableiten können.

Mit dem Smart Service Welt-Projekt Guided AL¹³ soll diese nächste Stufe des Smart Home realisiert werden. Es ist geplant, eine webbasierte, systemunabhängige Service-Plattform zur Umsetzung intelligenter Dienste im Kontext der Gebäudeautomation zu schaffen. Hierzu wird untersucht, welche technischen Voraussetzungen notwendig sind, um auf Basis bestehender und neuer Automatisierungslösungen und intelligenter Endgeräte (Smartphones, Tablets) gebäudeübergreifende, intelligente Smart Services in verschiedenen Lebensbereichen des Menschen anbieten

zu können. Mit der zu entwickelnden Plattform soll es zeitnah möglich sein, dass Daten und Funktionen verschiedener Automatisierungssysteme gebündelt werden und somit eine große Datenbasis für neue systemübergreifende Dienste entsteht, so dass beispielsweise eine Vernetzung zwischen unterschiedlichen Gebäuden bzw. zwischen Gebäuden und anderen Instanzen (Fahrzeuge etc.) möglich ist.

Die Konzeption der einzelnen Architekturkomponenten (siehe Abbildung 6), des Sicherheitskonzeptes, des Benutzermanagements, des Data Storage, der Schnittstellen und Kommunikation ist bereits erfolgt. Aktuell wird an der Umsetzung des ersten Prototyps gearbeitet.

In dem Vorgängerprojekt Guided AB wurde im Rahmen des Förderprogramms „Autonomik für Industrie 4.0“ ein flexibles, leicht konfigurierbares und effizientes System zur Gebäudeautomation und Heimvernetzung im Kontext „intelligenter“ Wohngebäude entwickelt. Dabei sollten vorhandene Einzellösungen so in das Gesamtsystem integriert werden, dass sie selbstständig und vorausschauend agieren können. Der Schwerpunkt des Vorhabens lag auf der einfachen Bedienung und Konfiguration komplexer Gebäudesteuerungen u. a. mittels eines virtuellen 3D-Modells von Häusern oder Wohnungen (Dual-Reality-Interface).

3.2 Gesundheitsversorgung

Die Gesundheits-IT-Branche befindet sich in stetigem Wachstum. Nach einer Studie des bvitg belief sich der Gesamtumsatz im Jahr 2014 auf rund 1.620 Millionen Euro bei einem Branchenwachstum von 5,3 Prozent.

Während man sich in anderen Branchen bereits intensiv mit den Möglichkeiten und Herausforderungen von Smart Services auseinandersetzt, schreiten die Entwicklungen in der Medizintechnik und Gesundheitsbranche diesbezüglich vergleichsweise langsam voran.

Obwohl den meisten Unternehmen bewusst ist, dass mit den Werkzeugen und Technologien der Industrie 4.0 große Vorteile verbunden sind, da neben Kostenersparnis auch Fehlerquoten minimiert und Wartungsintervalle beispielsweise durch Echtzeitüberwachung effizienter umgesetzt werden, ist die Bereitschaft für Digitalisierungsmaßnahmen eher gering. Viele kleine und mittlere Medizintechnik-Unternehmen fühlen sich sowohl hinsichtlich der Kostenübersicht und Folgenabschätzung innovativer Industrielösungen als auch hinsichtlich des nötigen Know-hows überfordert. Einer Wirtschaftsstudie zufolge ist die Gesundheitsbranche tatsächlich die am wenigsten digitalisierte Branche (bvitg e. V. 2016b) (siehe Abbildung 7).

Abbildung 6: Architekturbild des Projekts Guided AL

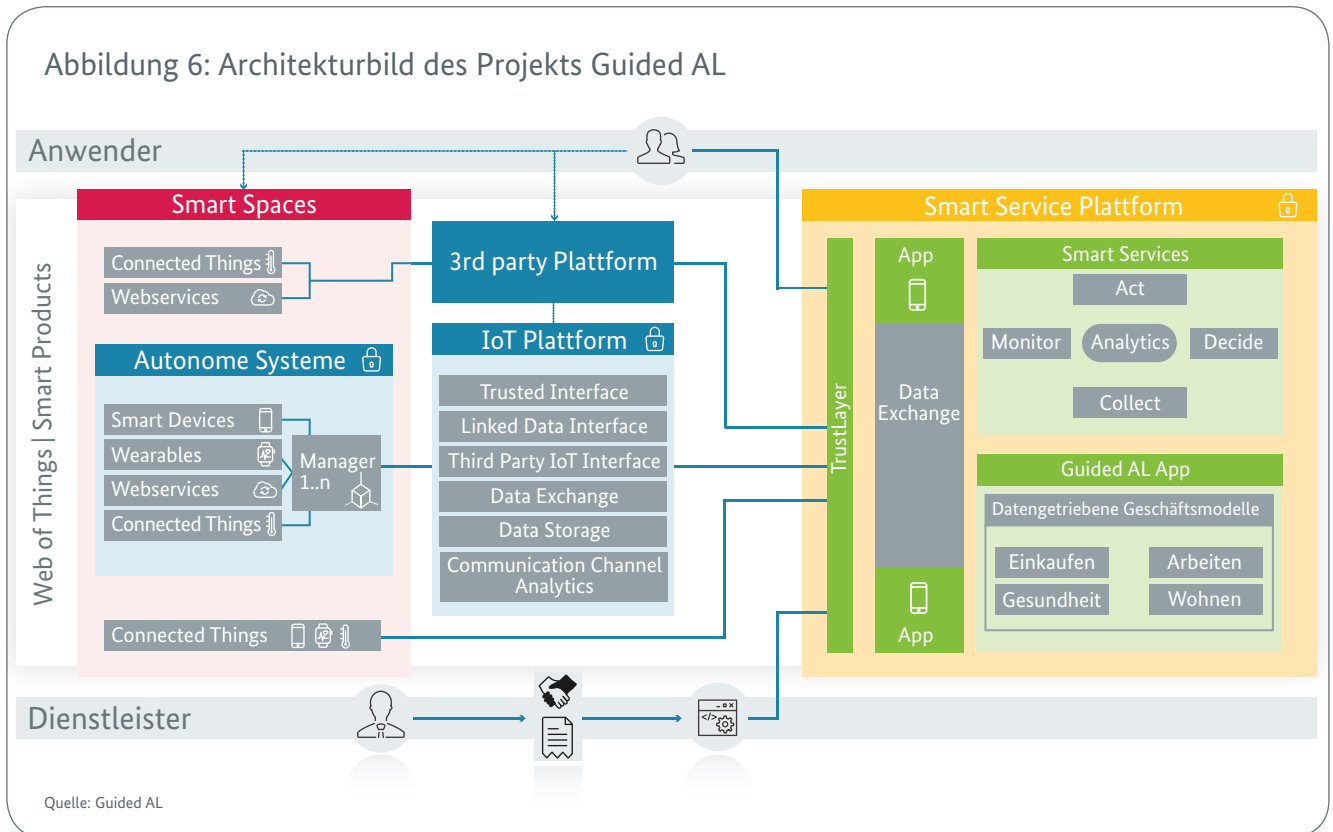


Abbildung 7: Wirtschaftsindex DIGITAL 2015 – Clusterung relativ zur gewerblichen Wirtschaft (Index = 49 Punkte)

Stark überdurchschnittlich digitalisiert	IKT	66	
Überdurchschnittlich digitalisiert	Wissensintensive Dienstleister	59	
	Finanz- und Versicherungsdienstleister	55	
Durchschnittlich digitalisiert	Handel	50	
	Energie- und Wasserversorgung	47	
Unterdurchschnittlich digitalisiert	Verkehr und Logistik	40	
	Chemie und Pharma	40	
	Maschinenbau	39	
Stark unterdurchschnittlich digitalisiert	Fahrzeugbau	37	
	Sonst. verarbeitendes Gewerbe	36	
	Gesundheitswesen	36	

Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an bvitg e. V. 2016b

Der Gesetzgeber und die Verbände sehen die Notwendigkeit der Digitalisierung im Gesundheitswesen durchaus und konnten bereits einige Maßnahmen umsetzen:

Mit der Einführung der Telematikinfrastruktur und der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) soll eine flächendeckend verfügbare technologische Basis für den sicheren Austausch von medizinischen Informationen geschaffen werden. Grundlage ist die Vernetzung verschiedener IT-Systeme

und die Möglichkeit, Informationen aus unterschiedlichen Quellen miteinander zu verknüpfen. Die Telematikinfrastruktur vernetzt alle Akteure des Gesundheitswesens im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung und gewährleistet den sektoren- und systemübergreifenden sowie sicheren Austausch von Informationen. Sie ist ein geschlossenes Netz, zu dem nur registrierte Nutzer (Personen oder Institutionen) mit einem elektronischen Ausweis Zugang erhalten. Diese Struktur befindet sich im Aufbau-

prozess, mit dem die Organisationen der Selbstverwaltung gesetzlich beauftragt wurden.

Seit dem 1. Januar 2015 ersetzt die elektronische Gesundheitskarte beim Arzt- und Zahnarztbesuch die Krankenversicherungskarte als Versicherungsnachweis. Um den Aufbau der notwendigen Infrastruktur voranzutreiben, wurden von der Gesellschaft für Telematik (gematik) zwei großflächige Erprobungsvorhaben für erste nutzbringende Online-Anwendungen (modernes Versichertenstammdatenmanagement und qualifizierte elektronische Signatur) auf den Weg gebracht. Langfristig sollen auf dieser Basis nutzbringende elektronische Anwendungen für eine Verbesserung der Versorgung von Patienten und Patientinnen eingeführt werden können (Bundesgesundheitsministerium 2017).

In seiner derzeitigen Form erlaubt das System der eGK allerdings noch keine zentrale Speicherung umfangreicher Patientendaten oder deren Austausch zwischen den beteiligten Ärzten, Kliniken und Krankenkassen. Ein Grund hierfür ist neben Problemen bei der technischen Umsetzung vor allem der besonders hohe rechtliche Schutzbedarf von Gesundheitsdaten. Während personenbezogene Daten ohnehin nur mit Einwilligung des Betroffenen für einen vorab definierten Zweck verarbeitet werden dürfen (sog. Zweckbindung), gelten persönliche Gesundheitsdaten als besonders schützenswert. Da es sich bei Ärzten zudem um Berufsheimnisträger handelt, dürfen Gesundheitsdaten auch nicht im Rahmen einer Auftragsverarbeitung an Dritte wie z. B. externe Datendienstleister weitergegeben werden (§203 StGB), was eine zentrale Speicherung oder Verarbeitung dieser Daten erschwert. Derzeit wäre es beispielsweise nötig, dass Patienten und Patientinnen ihre Ärzte explizit von der Schweigepflicht entbinden, damit die Patientendaten extern gespeichert oder verarbeitet werden können, selbst wenn hierbei sonstige Anforderungen an Datenschutz und -sicherheit eingehalten werden. Es ist allerdings eine Neuregelung des §203 StGB vorgesehen, wodurch eine Mitwirkung von Datendienstleistern ohne Reduzierung des Datenschutzniveaus ermöglicht werden soll.

Mit dem Ende 2015 verabschiedeten „Gesetz für sichere digitale Kommunikation und Anwendungen im Gesundheitswesen (E-Health-Gesetz)“ soll zudem eine sichere Infrastruktur für weitere Anwendungen der eGK eingeführt werden. Hierzu zählen u. a. die Online-Prüfung und Aktualisierung von Versichertenstammdaten, die Speicherung von medizinischen Notfalldaten und die Bereitstellung von Medikationsplänen. Damit soll der Einstieg in die sogenannte elektronische Patientenakte gefördert werden.

Zum Austausch von Gesundheits- bzw. Patientendaten zur Mit- und Weiterbehandlung existieren bisher unterschiedliche (zweckgebundene) Plattformen:

Zu den **Gesundheitsportalen** zählen Patienten-Infoportale (z. B. Bewertungs-Portale, Portale von Selbsthilfegruppen) oder auch Gesundheits- bzw. Fitnessplattformen, wo z. B. Gesundheitsdaten mittels „Wearable Computing“ in die Plattform integriert werden. Hier gibt der Betroffene die Daten selbst ein, ist somit alleiniger Entscheidungsträger, welche seiner Informationen er in die Datenaustauschplattform einstellt, und er ist zunächst bei Eingabe auch Eigentümer seiner Daten. Ebenfalls zu den Gesundheitsportalen zählen beispielsweise:

- Krankenhaus-Infoportale (z. B. Zugriff auf das Krankenhausinformationssystem KIS oder das Bildarchivierungs- und Kommunikationssystem PACS – Picture Archiving and Communication System über die Webseite),
- Behandlungsportale (z. B. Tumorboard, Schlaganfall-Netzwerk),
- Krankheitsregister (wie beispielsweise das „Nationale Register für angeborene Herzfehler“, das „Nationale Hospiz- und Palliativregister“ oder auch das TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie).

Bei diesen Portalen liegen die Datenrechte nicht bei den Patienten, sondern bei Dritten (z. B. Krankenhaus). Hier darf der Patient in der Regel lediglich die Einwilligung hinsichtlich der Einstellung seiner Daten in die Datenaustauschplattform geben oder verweigern.

Kollaborationssoftware ermöglicht es, über IT-Netze gemeinsam an einem Projekt zu arbeiten, d. h. in einer Gruppe zu kommunizieren und die Daten gemeinsam zu verwalten. Diese Plattformen werden jedoch nicht allgemein zur Verfügung gestellt, sondern nur den einzelnen Kollaborationspartnern angeboten. Bei der Installation muss von der die Software einrichtenden Stelle geprüft werden, ob die Zusammenarbeit aufgrund gesetzlicher Regelungen oder der ausdrücklichen Einwilligung des Betroffenen zulässig ist.

Bei der einrichtungsübergreifenden elektronischen Patientenakte (**eEPA**) werden unter ärztlicher Moderation Daten und Dokumente der Behandlungen eines Patienten gesammelt, um so die Kommunikation zwischen Krankenhäusern, niedergelassenen Ärzten und anderen Gesundheitsdienstleistern sowie dem Patienten selbst zu unterstützen. Dabei entscheidet der Patient allein, wer auf diese Daten zugreifen darf, kann Dokumente hinzufügen und die Zugriffsrechte auf die Dokumente in Absprache mit der ärztlichen Vertrauensperson detailliert festlegen.

Der Inhalt einer persönlichen einrichtungsübergreifenden elektronischen Patientenakte (**pEPA**) liegt ausschließlich in der Hoheit des Patienten, unabhängig davon, ob dieser die Informationen in die Akte selbst einstellt oder ggf. einen Dritten (Pflegedienst, Arzt, Krankenhaus usw.) damit beauftragt. Die pEPA dient ebenfalls der Optimierung der Kom-

munikation zwischen behandelnder Einrichtung und Patient, wobei den Verwendungszweck ausschließlich der Patient bestimmt.

Eine fallbezogene einrichtungsübergreifende elektronische Patientenakte (eFA) liegt in ärztlicher Verwaltungshoheit. Nur Ärzte entscheiden, welche Informationen hier gespeichert werden. Der Patient bestimmt lediglich, welche Personen Zugriff auf die Informationen erhalten, hat jedoch bzgl. der dargestellten Informationen kein Mitspracherecht. Der Hintergrund einer eFA ist die Schaffung eines gemeinsamen Wissensstandes zur Koordination der Behandlung des betroffenen Patienten. Da der Fokus einer eFA auf einen konkreten Behandlungsfall gerichtet ist, ist auch die Nutzungsdauer einer eFA zeitlich begrenzt. Ist der Behandlungsfall abgeschlossen, so sind die Daten innerhalb der eFA zu löschen bzw. zu sperren (bvitg e. V. 2016a).

Die Plattformen in der Medizintechnik bzw. dem Gesundheitswesen dienen demnach in erster Linie dem patientenbezogenen Datenzugriff versorgender und behandelnder Ärzte und Einrichtungen, um allen die gleiche Informationsgrundlage zur Verfügung stellen zu können. Der Smart-Service-Ansatz, Daten über eine Plattform zu sammeln und Dritten für Auswertungen o. Ä. zur Verfügung zu stellen, ist in diesem Umfeld besonders schwierig, da es sich um personenbezogene Daten mit einem sehr hohen Vertraulichkeitsgrad handelt. Eine Anonymisierung ist nicht trivial, da anhand von Daten, die für eine Behandlung relevant sind (wie Größe, Gewicht und Alter), Rückschlüsse auf Personen gezogen werden könnten.

Weiterhin existiert kein Standardformat für die Erfassung von Daten. Jedes medizinische Gerät legt Daten anders ab, so dass diese von Geräten anderer Hersteller gegebenenfalls nicht erkannt und somit nicht ausgewertet werden können. Es existieren nur wenige Standards zur Vereinheitlichung von Formaten und Prozessen. Zwei relevante Standards in der Branche sind HL7 und DICOM. HL7 (Health Level 7) ist eine Sammlung internationaler Standards für den elektronischen Austausch von medizinischen, administrativen und finanziellen Daten zwischen Informationssystemen im Gesundheitswesen. Er spezifiziert Kommunikationsinhalte und Austauschformate auf der Anwendungsebene, so dass durch diese Vereinheitlichung eine Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Systemen möglich ist. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) ist ein Standard zur Speicherung und zum Austausch von Informationen im medizinischen Bilddatenmanagement. In ihm werden Datenfelder und auch die Syntax für Kommandos und Nachrichten festgelegt. Dadurch können Bilddaten unterschiedlicher Herkunft ausgetauscht werden. Doch auch für diese Standards gibt es Einschränkungen in der

Anwendbarkeit: Die klinische Dokumentation eines Patienten erfolgt in der Regel direkt in der elektronischen Akte. Die Einbindung von Subsystemen ist über Standards wie HL7 oder DICOM für einige Anwendungen und Geräte möglich, jedoch in der Regel nur für die im eigenen Bereich verwendeten Systeme, für die teilweise individuelle Lösungen für die Schnittstelle entwickelt wurden. Manche Geräte können ihre Daten nur über eine serielle Schnittstelle exportieren, andere verwenden TCP/IP. Viele Gerätehersteller bieten Gateway-Lösungen an, bei denen die vom Gerät produzierten Daten auf den Hersteller-Server geschickt und dort über HL7 zur Verfügung gestellt werden. Zudem liegen die Daten aus den verschiedenen Quellen in unterschiedlichen Datenformaten vor, so dass selbst nach der Erfassung noch keine unmittelbare Auswertung möglich ist. Nach Meinung von Dr. Roland Sansone von der Cerner Corporation ist eine herstellerunabhängige Anbindung von Medizingeräten über eine allgemein zugängliche Plattform ein wichtiger Baustein für die erfolgreiche Umsetzung der elektronischen Patientenakte (Sansone 2015).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Digitalisierungsstandard im Gesundheitswesen im Vergleich zu anderen Branchen noch sehr gering ist. Die Vernetzung unterschiedlicher Geräte und Einrichtungen ist nicht trivial und benötigt technische Entwicklungen und Standards, um eine Vereinheitlichung der Datengrundlage und -auswertung für Ärzte und Kliniken zu ermöglichen.

Das Smart Service Welt-Projekt MACSS¹⁴ knüpft an den vorhandenen Trend an, den Datenaustausch zwischen den Instanzen zu verbessern. Durch eine effizientere Kommunikation zwischen dem Arzt und Patienten sowie zwischen allen behandelnden Ärzten untereinander soll eine Verbesserung der Patientensicherheit und Lebensqualität von chronisch kranken Patienten erreicht werden. Chronisch kranke Patienten stellen sich mehrmals jährlich in einem Versorgungszentrum vor, wo die Therapie festgelegt wird. Eine App, die umfassende Vitaldaten des Patienten aufzeichnet und über eine sichere Schnittstelle mit dem Versorgungszentrum verbunden ist, soll den Ärzten auch zwischen den Visiten Einblick in den Gesundheitszustand ihrer Patienten ermöglichen. Der Hausarzt, der den Patienten zwischen den Routinevisiten behandelt, und die Ärzte des Versorgungszentrums tauschen zudem Daten aus, um alle Informationen zu bündeln und gegebenenfalls zeitnahe Änderungen in der Therapie zu veranlassen.

Die App kann den Patienten an die Einnahme seiner Medikamente erinnern (Warnsystem), Vitaldaten erfassen und dem Arzt oder der Klinik einen Datenzugriff erlauben, so dass sich der Therapieverlauf überwachen und dokumentieren lässt, um eine durchgängige medizinische Begleitung

zu ermöglichen. Weiterhin wird an einem Textmining gearbeitet, welches aus medizinischen Befunden die relevanten Informationen (semantisch) ermittelt, so dass diese automatisch ausgewertet und ohne Medienbruch in das System integriert werden können.

Auch im BMWi-Programm Smart Data werden Projekte zur besseren Vernetzung und für neue, intelligente Dienste im Bereich der Gesundheit gefördert. Im Projekt InnOPlan werden Methoden (sowie perspektivisch eine Plattform) entwickelt, um Daten aus Medizingeräten intelligenter zu nutzen und so Prozesse und Arbeitsabläufe effizienter zu gestalten, z. B. bei der OP-Planung oder der Verfügbarkeit von Geräten. Das Projekt KDI (Klinische Datenintelligenz) will die Auswertung umfangreicher und komplexer Patientendaten automatisieren und dadurch deutlich vereinfachen. Dazu sollen sämtliche verfügbaren Patientendaten aus unterschiedlichen Quellen zu einem einheitlichen Patientendaten-Modell zusammengeführt werden. Im Projekt SAHRA wird schwerpunktmäßig das Ziel verfolgt, die vorliegenden Abrechnungsdaten, Behandlungsdaten sowie Studien- und Registerdaten rechtssicher kombinierbar und für die Versorgungsforschung zugänglich zu machen. Das Projekt Fast Genomics entwickelt eine Plattform, die Daten für Studien zur Analyse des menschlichen Erbgutes bereitstellt.

Viele aktuelle Projekte aus dem Gesundheitsbereich konzentrieren sich damit vor allem darauf, bisher getrennte, in unterschiedlicher Form vorliegende Daten zu vereinheitli-

chen, einfacher auszutauschen und für neue Anwendungen nutzbar zu machen. Aufgrund der hohen Sensibilität von Gesundheitsdaten ist dabei stets eine besondere Berücksichtigung von Datenschutz und -sicherheit notwendig.

3.3 Kritische Infrastrukturen

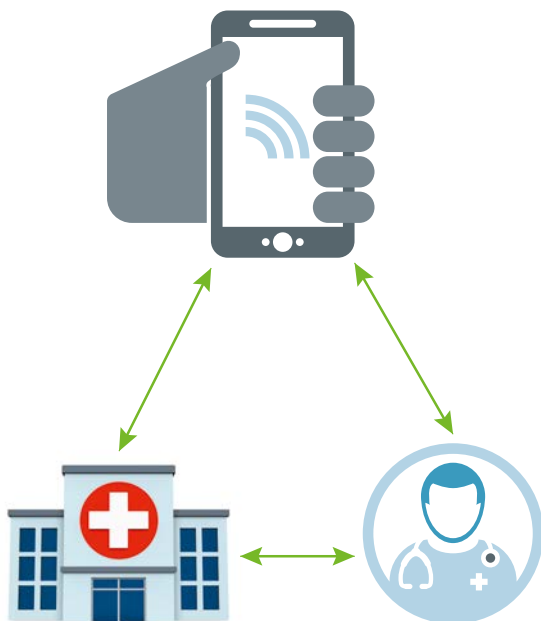
Der Begriff „Infrastrukturen“ umfasst ein weites Feld. Zu den hier adressierten technischen Infrastrukturen zählen im Wesentlichen:

- Energieversorgung (Elektroenergie, Gasversorgung, Fernwärme, Tankstellennetz)
- Kommunikation (Rundfunk, Internet, Telefonie, Mobilfunk, Postwesen)
- Stoffliche Ver- und Entsorgung (Müllentsorgung, Abwasser, Wertstoffverwertung, Trinkwasser)
- Verkehrsinfrastruktur (öffentlicher Verkehr, Individualverkehr)

Auch hier ist man bemüht, den technischen Fortschritt zu nutzen und dem Industrie 4.0-Trend zu folgen. Die einzelnen Bereiche verfolgen dabei hinsichtlich der Digitalisierung unterschiedliche Zielsetzungen und sind somit mit unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert. Auf dem IT-Gipfel 2015 in Deutschland wurde das Ziel festgelegt, die Digitalisierung des öffentlichen Sektors aktiv zu gestalten und zu forcieren. Die öffentliche Verwaltung der Kommunen, der Länder und des Bundes soll in der Lage sein, schnell, vernetzt und effizient gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen zu bewältigen, hierfür neue Lösungen, Organisationsformen und Prozesse auch über Verwaltungsebenen und -grenzen hinweg zu finden und diese mit intelligenter IT zu unterlegen. Hierzu wurden unter dem übergeordneten Zusammenschluss „Digitale Verwaltung und Öffentliche IT“ vom BMI Fokuserbeitsgruppen gebildet, die das E-Government attraktiver gestalten, eine Ende-zu-Ende-Sicherheit für die Regierungs- und Bürgerkommunikation umsetzen, Verwaltungsvorgänge digitalisieren (E-Akte, E-Rechnung) und kommunale digitale Agenden (Regionalkonferenzen) organisieren, um lokale Akteure zusammenzubringen. Eine kommunenübergreifende Zusammenarbeit wird zudem empfohlen (BMI 2015).

Bei der kommunalen Bewirtschaftung muss zwar in der Regel nicht in Echtzeit auf extreme Ereignisse reagiert werden (Bevölkerungszahlen und -verbräuche ändern sich meist nicht schlagartig), dennoch müssen Spitzen oder Senken in der Steuerung berücksichtigt und Trends für zukünftige Planungen analysiert werden. Laut einer Umfrage der VKU sind für die Trinkwasserversorgung insbesondere der rückläufige Wassergebrauch, der demografische Wandel und der Bevölkerungsrückgang wesentliche Herausforderungen. Für die Abwasserentsorgung sind in

Abbildung 8: Datenaustausch zwischen Patient, Hausarzt und Krankenhaus (Projekt MACSS)



Quelle: eigene Darstellung

diesem Bereich vor allem klimatische Veränderungen (insbesondere Starkregenereignisse), gefolgt vom demografischen Wandel, maßgeblich. Infolge der fortschreitenden Energiewende erwarten vor allem die Abwasserentsorger weitgehende Auswirkungen auf das Investitionsverhalten in die Infrastrukturen (VKU 2016).

Während die Digitalisierung im Telekommunikationsbereich bereits sehr weit fortgeschritten ist, ist die Ver- und Entsorgungsbranche noch weit von der Datenaustauschthematik entfernt. Einer Studie zufolge, in der ein Digitalindex ermittelt wurde, mit dessen Hilfe der Digitalisierungsgrad (z. B. Einsatz von Computern, Relevanz digitaler Prozesse/Systeme für den Unternehmensumsatz etc.) verglichen wird, findet sich die Energie- und Wasserversorgung diesbezüglich im Mittelfeld (siehe Abbildung 7, Seite 15). Systeme zur Automatisierung von Prozessen und deren Überwachung zählen in dieser Branche zum Stand der Technik, jedoch ist die digitale Vernetzung über das eigene System hinaus (Einbindung externer Daten, kommunizierende Anlagen/Maschinen), wie sie in anderen Branchen bereits üblich ist, noch weit entfernt.

Ein wesentlicher Grund hierfür ist die Tatsache, dass die sogenannten „Pflichtaufgaben ohne Weisung“ wie die Organisation von Strom, Gas, Wasser, Müllabfuhr etc. durch die Kommunen vorgenommen werden. Da die Kommunen sich bei der Umsetzung nicht abstimmen müssen, ist der Vernetzungsbedarf nicht besonders groß. Auch hinsichtlich des Einsatzes von Digitalisierungsmaßnahmen können sie eigenverantwortlich handeln, so dass diese in den Kommunen unterschiedlich weit fortgeschritten sind. Die Steuerungssysteme heutzutage sind in der Lage, Anlagen mit Hilfe vorgegebener Prozessparameter zu überwachen und Fehler- bzw. Alarmmeldungen auszugeben. Weiterhin sind die meisten mit Remote-Funktionen ausgestattet, so dass auch Fernwartung und Zugriff über mobile Devices möglich ist. Vorausschauende Prozesssimulationen, Vernetzung von Sensoren/Aktoren, Integration externer Daten (z. B. Wetter), Echtzeitdatenerfassung zur besseren Prozess- und Logistiküberwachung, Maschinelles Lernen oder eine kommunenübergreifende Vernetzung zur allgemeinen Verfügbarkeit von Daten sind allerdings kaum vorhanden.

Neben fehlenden technischen Voraussetzungen stellt jedoch auch die IT-Sicherheit ein relevantes Problem dar. Die Steuerungssysteme vieler deutscher Wasserwerke und Biogasanlagen konnten 2016 von Hackern ausgespäht und manipuliert werden. In der Ukraine wurde über einen Cyberangriff in mehr als 200.000 Haushalten die Stromversorgung lahmgelegt. Derartige Ereignisse erhöhen die

Hemmschwelle der Betreiber, sich dem Internet noch mehr zu öffnen. Im November 2016 wurde vom Bundesministerium des Innern (unter Einbeziehung der EU-Vorgaben) die „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland 2016“ veröffentlicht. Ziel der Strategie ist es, Cybersicherheit auf einem der Bedeutung und der Schutzwürdigkeit der vernetzten Informationsinfrastrukturen angemessenen Niveau zu gewährleisten, ohne die Chancen und den Nutzen des Cyber-Raums zu beeinträchtigen.

Ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung eines Industrie 4.0-Projekts im Bereich der Wasserversorgung ist in Monterey (Kalifornien) zu finden. Hier werden ein umfangreiches Sensornetzwerk und diverse Analysewerkzeuge zur Verwaltung der knappen Wasserressourcen eingesetzt. Anhand der aus den am System beteiligten Geräte, Prozesse und Einrichtungen gesammelten Daten optimiert die Monterey Regional Water Pollution Control Agency die Wasserverteilung zwischen den Farmern und den übrigen Konsumenten und bemüht sich zudem um einen möglichst geringen Energieeinsatz. Energieintensive Pumpen werden nur bei Bedarf bzw. zu Zeiten in Betrieb genommen, wenn günstige Solar- bzw. Windenergie zur Verfügung steht. Die Analyse der Zusammenhänge von Wasserverbrauch, Energiekosten, Spitzenzeiten beim Wasserverbrauch und der Anlagenauslastung werden für die Region über die entsprechenden Dienste in Echtzeit abgebildet und analysiert. Ähnliche Systeme sind auch in San Francisco in Betrieb.

Mit dem Smart Service Welt-Projekt KOMMUNAL 4.0¹⁵ soll eine Daten- und Service-Plattform für kommunale Infrastrukturen am Beispiel der Wasserwirtschaft umgesetzt werden. Vorhandene Daten aus Städten und Gemeinden sollen fach- und abteilungsübergreifend erfasst, ausgewertet und z. B. steuerungstechnisch für eine ganzheitliche Betriebsführung von Kanalnetzen, Regenbecken und Kläranlagen genutzt werden. Hierzu wurden innerhalb der Projektlaufzeit bisher mehrere Pilotprojekte initiiert. Unter anderem werden darin autarke Wasserversorgungsnetze steuerungstechnisch per Web verknüpft, eine Zisterne für die Web-Kommunikation ausgestattet, quellenübergreifende Daten automatisiert zu einem übersichtlichen Report zusammengefasst und ein webbasiertes Einlauf- und Sinkkästenmanagement unter Einbeziehung von Regendaten aufgesetzt, um Prozesse zu optimieren, Anlageneffizienzen zu erhöhen und Kosten zu senken. Zudem soll über die Service-Plattform ein Tool für die Vorbereitung zur ISO9001-Zertifizierung bereitgestellt werden, um die Betreiber bei der Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen für die Einhaltung der Voraussetzungen zu unterstützen.

4 Smart Services für eine intelligente Produktion

Der Erhalt der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit ist für den Technologie- und Produktionsstandort Deutschland im globalen Kontext von erfolgsentscheidender Bedeutung. Traditionell starke Branchen wie der Maschinenbau, die Elektroindustrie, der Automobilbau oder die chemische Industrie entwickeln neue Technologien und Produktionskonzepte im eigenen Land, die Fertigung wurde in den letzten Jahrzehnten jedoch zunehmend kostengünstig ins Ausland verlagert. Dies führte neben der Nutzung günstiger Einkommensstrukturen zu hohen Logistik- und Abstimmungskosten. Die fortschreitende Nivellierung durch sich annähernde Lohnniveaus relativiert die Vorteile der dezentralen Produktion zunehmend und führt zu neuen Anstrengungen, die Fertigung in der Nähe zum Kunden auszubauen. Unterstützt wird dieser Trend durch den Kundenwunsch, (im B2C-, aber auch im B2B-Bereich) möglichst individuelle Leistungen zu erhalten. Diskussionen um Losgröße-1-Produktionen und die Einbindung von Endkunden in die Designprozesse der Hersteller führen zu neuen Herausforderungen für die produzierende Industrie. Diesen kann durch die Entwicklung und Nutzung smarter Services begegnet werden. Das Marktpotenzial für die zusätzliche Wertschöpfung bis 2025 durch Industrie 4.0 wird laut Bitkom (2014) auf 78 Milliarden Euro geschätzt. Neben stetigen Weiterentwicklungen auf der Hardwareseite (z. B. Robotik) unterstützen vor allem technologische Software- und Automatisierungsentwicklungen den Trend zur intelligenteren Produktion. Die Nutzung internetbasierter Prozessabläufe hat zu starken Veränderungen der industriellen Wertschöpfung geführt. Mit der Digitalisierung eröffnet ein permanenter Daten- und Informationsfluss vielfältige Optimierungsoptionen und Effizienzsteigerungen von Produktionsabläufen, z. B. durch die Simulation von Montageprozessen und neue Chancen für attraktive Produkt- und Serviceangebote sowie Möglichkeiten der Ressourcen- und Kosteneinsparungen. Im „Internet of Things“ wird das Zusammenspiel physischer und virtueller Objekte in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken organisiert. Mensch, Maschine und Material sind kommunikationsfähig und über den gesamten Produktionsprozess hinweg in der Lage, sich auszutauschen.

Drei wichtige Trends sind im Bereich der intelligenten Produktion und des Einsatzes von Smart Services derzeit erkennbar und werden hier exemplarisch beschrieben:

- Urbane und kundenindividuelle Produktion
- Vernetzte M2M-Kommunikation
- Einsatz von Augmented und Virtual Reality

Im Schwerpunktcluster „Produktion“ wird im Programm Smart Service Welt die Entwicklung intelligenter Services gefördert, mit dem Ziel, dass sich produzierende Unternehmen als übergreifende Lösungsanbieter profilieren können, um damit die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland zu unterstützen. 90 Prozent der in Deutschland produzierenden Betriebe sind kleine und mittlere Unternehmen. Besonders sie stehen vor der großen Herausforderung, mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen Lösungen im eigenen Unternehmen zu implementieren, die wirtschaftlich sinnvoll und im Einklang mit den ihnen verbundenen Wertschöpfungspartnern sind, um mittel- und langfristig ihre (internationale) Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und auszubauen. Zusätzlich erhöhen individuelle Kundenwünsche und kürzere Produktlebenszyklen sowohl im Konsum- als auch im Investitionsgüterbereich den Druck nach neuen und anderen Strategien. Die notwendigen finanziellen Anstrengungen, die mit der Einführung und Umsetzung einer eigenen Digitalisierungsstrategie verbunden sind, dürfen nicht vernachlässigt werden. Sie müssen durch erreichbare Effizienzgewinne ausgeglichen werden. Dies kann nur durch eine sukzessive Transformation der unternehmerischen Produktionsprozesse gelingen.

4.1 Urbane und kundenindividuelle Produktion

In der Stadt der Zukunft folgt die intelligente Produktion den zuziehenden Menschen. Laut Vorhersage von UN-Habitat werden 2030 bereits zwei Drittel aller Menschen in Städten oder megaurbanen Räumen wie z. B. dem Rhein-Ruhr-Gebiet leben (UN Habitat 2016). Die anhaltende Urbanisierung als globaler Trend führt auch zu sich verändernden Versorgungsstrukturen. Wertschöpfung in der Nähe der städtischen Kunden wird zu einer Option für den Einsatz intelligenter Produktion. In nahezu allen Erdteilen entstehen gigantische Megastädte, insbesondere in den aufstrebenden Schwellenländern, mit immensen Herausforderungen und Chancen. Zunehmend bilden Städte (wie New York oder Tokio) aufgrund ihrer Größe und Homogenität der Bevölkerung (in Lebensstandard, Moden und Trends) eigene, in sich geschlossene Teilmärkte. Weltweit entstehen jedoch nicht nur neue Städte, bestehende Metropolen verzeichnen ebenfalls ein stetiges Bevölkerungswachstum – auch in Europa hält die Tendenz zur Verstädterung unvermindert an.

Die stadtnahe oder sogar innerstädtische Produktion verlangt nach möglichst sauberen, umweltverträglichen Prozessen. Logistikwege müssen erschlossen werden, ohne dass die Lebensqualität der Stadtbevölkerung darunter leidet. Daher sind Produktionsverfahren im urbanen Raum stark darauf ausgerichtet, den lokalen Bedarf zu decken und dafür nach Möglichkeit auch lokale Ressourcen einzubinden.

Das 21. Jahrhundert hält eine Vielzahl von technologischen Entwicklungen bereit, die bestens geeignet sind, die zunehmende Urbanisierung menschengerecht, mobilitätssicher, ressourceneffizient und krisenfest zu gestalten. Smarte Technologien ermöglichen Stadtstrategen die Umsetzung nutzenstiftender Infrastrukturkonzepte, ausgerichtet auf die spezifische DNA der eigenen Stadt. Erfolgsentscheidend wird die Zusammenführung neuer Technologien (geprägt durch kurz- und mittelfristige Innovationszyklen) mit der teilweise jahrzehntealten Stadtinfrastruktur (Straßen, Gebäude, Ver- und Entsorgungswege) sein.

Intelligente Produktion in der Stadt bedeutet ein stärkeres Zusammenwachsen von Arbeits- und Lebenswelt. Urbane Produktion vermeidet lange und kostenintensive Logistikprozesse über weite Entfernungen. Damit kann schneller auf Marktdynamiken reagiert werden. Grundlage dafür ist vor allem das Flexibilisierungspotenzial entlang aller Wertschöpfungsschritte. Zunehmend verteiltes Arbeiten, Datenaustausch über längere Entfernungen und Sprachgrenzen, umweltfreundliche Produktionsanlagen, Ad-hoc-Kapazitäten für temporäre Versorgungssituationen und städtische Wertschöpfungsnetze sind mögliche Erfolgsfaktoren für urbane Produktion. Unternehmen müssen ihre Produktionsprozesse dem städtischen Umfeld anpassen. Auch aktuelle Entwicklungen wie Sharing oder „Value-in-Use“-Konzepte, die eine Vielzahl an neuen Akteuren umfassen können, müssen bei der Gestaltung des urbanen Wertschöpfungs-systems berücksichtigt werden. Idealerweise beziehen sie die jeweiligen Stadtverantwortlichen in ihre Planungsprozesse für eine integrative Wertschöpfung ein (z. B. im Rahmen von Stadtlaboren), auch um zu gewährleisten, dass die notwendigen Ressourcen und Unterstützungsleistungen zur Verfügung gestellt werden und entsprechende Dienstleistungen auch tragfähige Lösungen bereitstellen. Für Städte können neue Produktionsansiedlungen zum wesentlichen Bestandteil ihres eigenen Transformationsprozesses werden.

Städte, die sich in Transformationsprozessen befinden, erhoffen sich erhebliche Effekte durch neue Formen der zukünftigen Industrialisierung. Für die arbeitende Bevölkerung werden interdisziplinäre und kompetenzvernetzende

Arbeitsfelder mit hohen Qualifikationsanforderungen erwartet, ebenso wie Innovations- und Wertschöpfungsprozesse, die zu disruptiven Geschäftsmodellen führen und der eigenen Stadt echte Standortvorteile vermitteln. Urbanes Produzieren fördert zudem kleine, dezentrale Produktionseinheiten für den lokalen Markt. Ein Beispiel ist der 3D-Druck für kleine, individuelle Serien von Gegenständen des täglichen Bedarfs. Daneben wird erwartet, dass der Dienstleistungsanteil wächst und sich ein kreatives Umfeld herausbildet, zusammengesetzt aus Wissenschaft, Forschung, Kunst und Kultur und abgebildet durch eine ausgeprägte Gründungsmentalität, die zu einer Vielzahl junger Unternehmen führt. Globale Experten, die sich regelmäßig auf der sogenannten Habitat-Konferenz der UNO austauschen, rechnen mit Investitionsvolumina von Städten in den kommenden Jahren von nahezu 30 Billionen Euro.

Die Rolle der Stadtbevölkerung hat sich bereits in einigen Bereichen von Konsumenten zum Prosumenten entwickelt. Sie bringen sich zunehmend in die Ausgestaltung von Fertigungsprozessen ein, bis hin zur Personalisierung von Produkten.

Der gesellschaftliche Trend der Individualisierung oder „Customisierung“ beeinflusst auch die Konzepte industrieller Produktion. Die Variantenvielfalt von industriell gefertigten Endprodukten ist bereits heute extrem hoch. Die Fertigungsstraßen in der Automobilindustrie zeigen die Unterschiedlichkeit jedes gefertigten Fahrzeugs. Dies ist nur durch einen hohen Flexibilisierungsgrad der Fertigungsanlagen und eine intelligente Mensch-Maschine-Kommunikation zu erreichen. Diese Faktoren ermöglichen eine Skalierbarkeit von Individualfertigung, aber auch zusätzliche Konstruktionsfreiheiten für Designer und Produktentwickler. Zukünftig werden durch gute Beispiele die Ansprüche von Anwendern an Variabilität und Individualität steigen und weitere Technologieentwicklungsschritte bedient werden. Im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts MAC4U¹⁶ wurden ein Konzept und eine Plattform entwickelt, welche Additive Manufacturing in die Prozess- und Wertschöpfungskette von individualisierten Massenprodukten im Konsumgüterbereich und somit den B2C-Markt einbinden. Die Plattform schafft standardisierte Arbeitsabläufe, Datenformate und einfach zu bedienende Software-Anwendungen zur Unterstützung von Prozessen in Entwicklung, Verkauf und Herstellung von individualisierbaren, additiv herstellbaren Produkten. Das Projekt wurde an einem Fallbeispiel aus der Automobilindustrie durchgeführt, bei dem individualisierte Schaltknäuf-Varianten in einer Tuning-Werkstatt zur Verfügung gestellt werden.

16 www.mittelstand-digital.de/DE/Foerderinitiativen/eStandards/mac4u.html

Immer mehr Unternehmen investieren in Technologien, die ein zusätzliches Maß an Flexibilität in der Fertigung mit sich bringen und die vor allem eine deutlich stärkere Individualisierung der Endprodukte ermöglichen. Die industrielle Kleinstserienfertigung in Losgröße 1 war das Ziel des BMWi-geförderten Forschungsprojekts SPEEDFACTORY¹⁷. Um näher an die Konsumenten heranzurücken und sicherzustellen, dass diese erhalten, was sie wollen – und zwar wann immer sie es wollen –, ist der Einsatz intelligenter Planungs- und Steuerungssysteme auf Basis von Industrie 4.0-Technologien unabdingbar. Innerhalb des Forschungsprojekts wurde die Fertigung von Sportschuhobermaterialien und Sitzbezugskomponenten erforscht. Dazu gehörte die Erforschung des Einsatzes von Industrie 4.0-Software in der Planung und Steuerung und der Hardware für das Produktdesign sowie die Entwicklung der entsprechenden Maschinen für die textilen Fertigungsprozesse Stricken und Nähen.

Die Marktentwicklung für Technologien zur individualisierten Produktion wird von der Industrie sehr positiv eingeschätzt. Das Fachmagazin für Produktion und Logistik sieht z. B. im 3D-Druck die Zukunft der industriellen Produktion und zitiert Angaben der Marktforschungsfirma IDC, laut denen sich der weltweite Umsatz für 3D-Druck von 14,2 Milliarden Euro im Jahr 2016 auf ca. 31,5 Milliarden Euro im Jahr 2020 mehr als verdoppeln wird (Pfeffer 2017). Der Unternehmensberater Roland Berger prognostiziert eine Verdopplung des Marktes für professionellen 3D-Druck alle fünf Jahre bis 2023.

Spezialteile in kleinen Stückzahlen (z. B. für die Luftfahrtindustrie, die als ein Treiber für additive Fertigung gilt) und kundenindividuelle Konsumerprodukte werden immer häufiger nachgefragt. Dies liegt vor allem darin begründet, dass neue technologische Entwicklungen dieses möglich und wirtschaftlich darstellbar machen. In der Medizintechnik werden Implantate passgenau auf Patienten angepasst. Fahrzeuge werden für spezifische, auch urbane Bedarfsstrukturen gefertigt. Dafür stehen zunehmend auch additive Fertigungsverfahren bereit.

Additive Fertigungsverfahren wie den 3D-Druck in industrielle Produktionsprozesse einzubinden, ist bislang erst unzureichend gelungen. Es gibt zwar immer wieder Ansätze, neue Verfahren in Produktion und Logistik einzusetzen, insbesondere um größere Flexibilisierungseffekte zu ermöglichen, ein echter Durchbruch ist aber noch nicht gelungen. Grundsätzlich sind die Vorteile wie Designfreiheit, Materialeffizienz und bedarfsgerechte Fertigung vielversprechend. Erste Ergebnisse im Bereich des Prototypenbaus sind nach-

gewiesen, für den wirtschaftlichen Einsatz in der Produktion scheint die Zeit jedoch noch nicht reif. Auch in geförderten FuE-Vorhaben werden bereits grundsätzlich machbare Fertigungsmethoden entwickelt. Der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Praxis verzögert sich oftmals aufgrund wirtschaftlich nicht nachgewiesener Skalierbarkeit der Ergebnisse.

In der Studie „Additive Fertigungsverfahren“ der Begleitforschung des BMWi-Programms „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ wurden im April 2016 die gängigen Technologieprozesse und mögliche Anwendungsbereiche vorgestellt (VDI/VDE Innovation + Technik GmbH 2016a). Die dort getroffenen Einschätzungen haben auch aktuell Gültigkeit. Stark in der Anwendung von additiven Fertigungsverfahren sind die Automobilindustrie, die Elektrotechnikbranche, die Luft- und Raumfahrtindustrie, die Rüstungsindustrie, aber auch die Sportgeräteindustrie. Hier werden additive Verfahren für den Prototypenbau, das Herstellen spezieller Fertigungswerkzeuge und die eigentliche Produktion von Produkten eingesetzt. In weiteren Branchen werden neue Einsatzfelder erprobt, so auch in den beiden folgenden Praxisbeispielen.

- Das Smart Service Welt-Projekt STOREFACTORY¹⁸ widmet sich dem Thema der personalisierten Produktfertigung in unmittelbarer Nähe zum Kunden. Im Ergebnis wird es möglich sein, Bekleidung (im Projekt textile Oberbekleidung) mitten in Städten und anhand von Kundendateien zu fertigen. Ziel ist der Aufbau einer durchgängigen digitalen Wertschöpfungskette, bei der die verschiedenen Schritte eines individualisierten Einkaufserlebnisses intelligent miteinander verknüpft werden. Dies reicht von der individuellen Anpassung des Produkts an die spezifischen körperlichen Eigenschaften und ästhetischen Wünsche des jeweiligen Konsumenten bis zur Fertigung seines Produkts – im Geschäft und innerhalb kürzester Zeit.
- Unter dem Namen „Knit for You“ öffnete adidas am 9. Dezember 2016 für eine dreieinhalbmonatige Testphase die Pforten seines neuen Pop-up-Stores in der Shopping Mall Bikini Berlin. Das Konzept des Stores testete lokale und personalisierte Produktfertigung in Läden. Der Pop-up-Store bot Spitzentechnologien zur Personalisierung von Produkten, von Stationen zur individuellen Vermessung durch Bodyscans bis hin zur Anpassung des Produktdesigns. Diese ermöglichten dem Konsumenten, in jedem Schritt des Fertigungsprozesses involviert zu sein und ein Produkt zu erhalten, dessen Design und Passform auf seine individuellen Bedürfnisse zugeschnitten ist. Der Konsument erhielt dabei

17 http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/AutonomikFuerIndustrieProjekte/autonomik_fuer_industrie_projekt-speedfactory.html

18 www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/SmartServiceWeltProjekte/smart-service-welt-projekt_STOREFACTORY.html

nicht nur die Möglichkeit, jeden Schritt im Fertigungsprozess mitzerleben, sondern konnte ihn durch seine individuellen Wünsche beeinflussen. Er wurde damit Designer, Hersteller und Konsument in einer Person. Gleichmaßen bekam der Konsument einen Einblick in die Herstellung seines Produkts, das unter Einsatz von innovativen und nachhaltigen Materialien direkt vor Ort gefertigt wurde. Untersucht wurde, wie die Flexibilität in der Produktion genutzt werden kann, um dem Konsumenten Personalisierungsmöglichkeiten und neue digitale Erlebnisse in Stores anbieten zu können.

Ermöglicht wurde dadurch auch eine effizientere, bedarfsgenaue und marktsynchrone Produktion, bei der nur das produziert wird, was der Kunde wirklich benötigt. Die lange Lagerung und Überproduktion von Artikeln gehören damit der Vergangenheit an. Die Flexibilität und Schnelligkeit in der Fertigung individueller Produkte ermöglicht zugleich, Trends in Echtzeit zu analysieren, in kürzester Zeit umzusetzen und letztlich auch vorherzusagen.

Im Kontext von Digitalisierung besteht aufgrund der Vielzahl von vernetzbaren, nicht-industriellen Gegenständen ein großes Potenzial für die Generierung von Sensordaten, die durch intelligente Analyse und Aggregation zu Mehrwertdiensten für Endverbraucher und Unternehmen jeder Größe umgewandelt werden können. Auch das Smart Service Welt-Projekt der SERVICEFACTORY¹⁹ zielt auf die Individualisierung der Produktion von Sporttextilien, in diesem Fall exemplarisch auf Sportschuhe, die mit zusätzlichen Diensten auf Basis individueller Sensordaten verknüpft werden. Das Verbundvorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, das Potenzial der Digitalisierung stärker nutzbar zu machen. Dafür will das Konsortium ein ganzes Ökosystem für innovative Dienste entwickeln. Den Ausgangspunkt bildet ein Alltagsgegenstand, der Daten über die Nutzung und Bewegung des Konsumenten sammelt – diese werden verarbeitet und dem Endkonsumenten schließlich als individuelle Dienstleistungsangebote (Smart Services) über eine Online-Plattform zur Verfügung gestellt. Der gewissenhafte Umgang mit den gesammelten Daten ist dabei ein wesentlicher Faktor, um die Akzeptanz bei den Konsumenten und Teilnehmern des gesamten Systems zu erhöhen.

Das Ziel des Projekts besteht folglich nicht nur im Test technologischer Lösungen und entsprechend offener Geschäftsmodelle, sondern auch in der Überprüfung der Wahrnehmung und Akzeptanz der Konsumenten eines solchen Ökosystems. Die Konzeption eines Systems mit offenen Schnittstellen erlaubt eine Öffnung des Marktzugangs durch neue Dienstleistungsangebote auch für kleinere Unternehmen.

Im Rahmen des Projekts werden die unterschiedlichen Elemente (Sensorik in Alltagsgegenständen zur Generierung von Daten, Kommunikationsinfrastruktur, Analysesoftware, Online-Plattform, Dienstleistungsangebote) des beschriebenen Gesamtsystems prototypisch entwickelt und getestet.

4.2 Vernetzte M2M-Kommunikation

Durch die intelligente Verbindung von Mensch (der Werker im Produktionsumfeld), Maschine (Produktionsgerätschaft), Material (smarte Bauteile) und Kunde (Einflussnahme durch Nutzung digitaler Dienste) entsteht eine Disruption, die für viele Marktteilnehmer mit Risiken, aber für noch viel mehr Marktakteure auch mit Chancen verbunden ist. Angetrieben vom Wunsch nach immer mehr Produktivität und Effizienz werden innovative marktverfügbare Lösungen gesucht, die geeignet sind, Produktionsprozesse nachhaltig zu verbessern. Werkzeuge wie ein Produkt- und Systemlebenszyklusmanagement (PSLM) als stetig begleitende Prozessbewertung setzen sich immer mehr durch. Die Analyse der dadurch erhobenen Daten führt zur Identifizierung von Verbesserungspotenzialen und zum Aufdecken von Wissens- und Kompetenzlücken in Unternehmen. Die Auswertungen beinhalten auch Aussagen zum Grad der Funktionalität, des Leistungsumfangs und der Nutzerzufriedenheit und können als Basis für eine zukünftige IT-Strategie (inklusive der Anbindung an angrenzende Systemwelten) dienen.

Die Akteure im Produktionsstandort Deutschland haben einen erheblichen Bedarf an unterstützenden, intelligenten Services, um ihre Produktionsprozesse zu optimieren. Insbesondere der deutsche Mittelstand hat die intelligente und flexible Planung und Steuerung der Produktion in einer Statista-Umfrage von 2016 hoch bewertet (Statista 2016). Dabei wird zwischen Planungs- und Erklärungsmodellen unterschieden. In der Planungsphase wird die spätere Umsetzung entworfen. Wenn die Prozesse anlaufen, werden sie ständig ausgewertet und optimiert. Dafür werden Daten genutzt, die in allen Ebenen der Prozess- und Wertschöpfungskette entstehen. Es ist ein permanenter Technologiepush durch stetig verbesserte Sensorik zu verzeichnen, der zur Verbesserung von Fertigungsschritten und der ausgebrachten Produkte führt. Durch die stetige Analyse der in Echtzeit erhobenen und verfügbar gemachten Produktionsdaten können neue Wertschöpfungspotenziale gehoben werden. Dies betrifft nicht nur die Produktionsprozesse im engeren Sinn, sondern auch andere Unternehmensbereiche, wie die Lagerhaltung, in der z. B. „pick-by-light“-automatisierte Technologien zum Einsatz kommen. Diese

19 www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/SmartServiceWeltProjekte/smart-service-welt-projekt_service%20factory.html

unterstützen den Lagerarbeiter, ermöglichen aber auch M2M-Prozesse ohne menschliches Zutun.

Wertschöpfung auf Basis intelligent verarbeiteter Informationen setzt möglichst selbstorganisierende Sensornetze voraus, die in Produktionsanlagen integriert werden. Auf Basis der Sensordaten werden Betriebsparameter der Anlagen angepasst und die Prozesse optimiert. Drahtlose Sensorknoten werden redundant in die Netzwerke eingefügt. Durch Peer-to-Peer-Kommunikation ist auch beim Ausfall einzelner Komponenten ein Weiterbetrieb der Anlage gewährleistet.

Der Datenaustausch entlang der Wertschöpfung kann insbesondere der permanenten Anpassung von Produkten/Dienstleistungen an die tatsächlichen Bedürfnisse des Nutzers dienen und so Wettbewerbsvorteile und den Kern neuer Geschäftsmodelle bilden. Chancen der Datennutzung liegen auch im Angebot von komplementären Dienstleistungen (z. B. Fernzugriff/-diagnose, Wartung) für ausgelieferte Produkte oder bezogen auf eigene Werke/Maschinen (z. B. Verschleißvorausschau). Als Basis für die Kommunikation werden stetig weiterentwickelte Sensorgenerationen eingesetzt. Mit ihrer Intelligenz erfassen sie relevante Umgebungsinformationen und übernehmen die Signalverarbeitung. In zunehmendem Maße kommunizieren Maschinen miteinander – ohne den menschlichen Übersetzer oder Moderator. In sensorbasierten autarken Netzwerkstrukturen wird die Vernetzung von Maschinen, Anlagen und Materialien über Ethernet, WLAN oder Mobilfunk abgebildet. Zur Gewährleistung notwendiger Datenschutz- und -sicherheitsregeln werden etablierte Standards, Kommunikationsprotokolle und Übertragungsverfahren aus der Informations- und Kommunikationstechnik verwendet, wie z. B. Single- oder Multi-Hop-Kommunikation für den Transfer von Daten in vernetzten, unterschiedlich angeordneten Anwendungsbereichen. Dabei werden die Maschinendaten und die zur Verfügung stehenden Services in Firmennetzwerke eingespeist und in der Regel in datensammelnde Knoten eingebunden, zunächst gesammelt und dann entsprechend der Netzarchitektur verarbeitet und weitergeleitet. Die transportierten Datenmengen sind beliebig skalierbar, die Transportzeitpunkte können individuell festgelegt werden. Trotzdem benötigt M2M-Kommunikation eine schnelle und kostengünstige Datenübertragung, idealerweise über ausgebaute Mobilfunknetze. Insbesondere für kritische Einsatzszenarien, in denen unmittelbare Reaktionen verlangt werden und Sicherheitsvorkehrungen bestimmende Einflussgrößen sind, muss der Datentransfer über hoch performante Leitungen (5G-Mobilfunk, siehe dazu auch Kapitel 2.3, S. 7) erfolgen. Zuverlässigkeit und Echtzeitkommunikation sind für die meisten Industrieanwendungen die Grundvoraussetzung. Sobald größere Reichweiten in der Maschinenkommunikation (über Unternehmensgrenzen hinweg) überwunden werden müssen, kommen neu entwickelte Vernetzungstechnologien zum Einsatz. Unter

dem Begriff Narrow Band (NB) IoT wird eine besonders preiswerte Übertragungstechnologie als Alternative zum Mobilfunk angeboten. Die Technologie ist für eine Übertragung von Daten innerhalb eines Umkreises von 10 km und einer fast beliebig großen Anzahl eingebundener Module geeignet und lässt eine hohe Gebäudedurchdringung zu. Die notwendige Hardware lässt sich preiswert produzieren.

Der globale Wettbewerb zwingt deutsche Industrieunternehmen, sich stetig zu erneuern und ihre Prozesse strikt nach Effizienzgesichtspunkten auszurichten. Digitalisierung eröffnet dafür auch in traditionellen, produktionsintensiven Branchen wie im Maschinenbau, in der Elektroindustrie, Automobilindustrie, Bahntechnik, Luftfahrt und Landwirtschaft wesentliche Optimierungspotenziale. Die ehemals vorhandenen innerbetrieblichen Säulen wie Forschung und Entwicklung, Produktion und Intra-Logistik wachsen immer mehr zusammen. Marktverfügbare Lösungen erreichen ihre Effekte über die Grenzen einzelner Betriebsteile hinweg. Die Schnittstellen zu externen Partnern der Wertschöpfung, wie Logistik, Transport und Verkehr, lassen Datenaustausch zu und ermöglichen auch hier Effizienzgewinne.

Die Geschäftsführer deutscher KMUs und Großunternehmen sind aufgrund des Wettbewerbsdrucks gezwungen, sich den Herausforderungen veränderter Geschäftsmodelle und -beziehungen zu stellen und am Markt nach Lösungen zu suchen, die sich wirtschaftlich erfolgreich umsetzen lassen.

Die Berater der KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft haben 2015 eine Umfrage unter mehr als 120 CEOs der deutschen Wirtschaft durchgeführt (KPMG AG 2015). Zum Themenfeld DIGITALES/TECHNOLOGISCHES POTENZIAL wurden folgende Aussagen zusammengefasst:

„Die Nutzung von Potenzialen, die sich aus der Digitalisierung und Vernetzung ergeben, scheint noch nicht die notwendige Aufmerksamkeit zu bekommen. Nur zehn Prozent sehen in der Implementierung disruptiver Technologien eine strategische Priorität für die nächsten drei Jahre.

Nur acht Prozent sehen die hohe Priorität bei Investitionen in das ‚Internet der Dinge‘, in den automatisierten Informationsaustausch (M2M), industrielle Netzwerke oder andere Technologie-Aspekte.“

Bereits 2016, bei der Erhebung des Global Manufacturing Outlook 2016, ergibt sich unter den 36 befragten deutschen Unternehmen ein anderes Bild (KPMG AG 2016): „Digitalisierung wird immer wichtiger: Rund die Hälfte der Industrieunternehmen hierzulande will dabei das Thema Robotik vorantreiben (45 Prozent). Daneben spielen auch additive Fertigungsverfahren wie 3D-Druck und neuartige Werkstoffe eine immer wichtigere Rolle.“

Der Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL wurde 2016 im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums erstellt und hat festgestellt, dass 49 Prozent der Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sich als bereits „durchschnittlich“ digitalisiert, 27 Prozent als „hoch“ und 24 Prozent als „niedrig“ digitalisiert einschätzen (BMWi 2016b). Bis zum Jahr 2021 wird zwar eine Steigerung erwartet, der Anteil der niedrig digitalisierten Unternehmen bleibt aber unverändert.

Daten und ihre Verarbeitung sind ein zunehmend wichtiger werdender Wirtschaftsfaktor. Dabei werden Informationen vielfältig und über die gesamte Kette industrieller Prozesse erhoben und die daraus resultierenden Statusmeldungen in die Entscheidungsprozesse eingespeist. Transparenz und Kompatibilität sind entscheidend, damit die Verarbeitung von Daten zur Basis neuer Prozessabläufe, neuer Produkte und neuer Dienstleistungen werden kann. Im Idealfall geschieht die Betriebsdatenerfassung in Echtzeit. Nur so lassen sich Optimierungspotenziale entlang der Wertschöpfung erreichen.

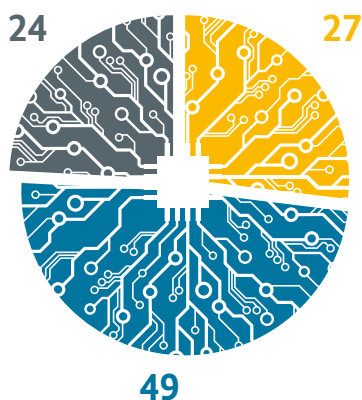
Viele Daten stammen nicht nur aus den internen Produktions- und Logistikprozessen, sondern kommen direkt von Kundenseite über CRM-Systeme oder Kundenportale. Hier ermöglicht ein geeignetes Smart Data Management den sinnvollen, wirtschaftlichen und rechtssicheren Dateneinsatz. Dieser wird besonders dann interessant, wenn die Wertschöpfungsprozesse Länder- oder Kontinentgrenzen überschreiten. Hierfür müssen vorhandene Systeme in eine einheitliche Struktur integriert und Redundanzen vermieden werden.

Der Einsatz von Daten beginnt weit vor der Produktion. Bereits in den Planungsprozessen neuer Produktionsabläufe werden zunehmend datenbasierte Modelle entworfen (digitale Abbilder, Zwillinge), die virtuell optimiert als Orientierung für Planung und Realisierung dienen und in den physischen Aufbau von Fertigungsanlagen überführt werden. Wichtig dabei ist die Qualität des Datenmaterials. Die Beschreibungen möglicher Komponenten, die zum Einsatz kommen können, liefern die Datenbanken der Lieferanten. Nur mit möglichst exakten Beschreibungen der Komponenten und ihrer notwendigen Schnittstellen lassen sich hocheffiziente 3D-Aufbaupläne entwerfen und optimieren. Die Analyse der Informationen führt nicht nur zur geeigneten Maschinenkonfiguration, sondern wirft darüber hinaus auch noch Vernetzungs- und Verkabelungspläne der zukünftigen Anlage ab. Auch betriebswirtschaftliche Kalkulationsgrößen werden dadurch ermittelt. Bis hin zur Qualitätskontrolle fertiger Anlagen wird die Datenbasis genutzt. Wichtig ist dabei einerseits die herstellerunabhängige Nutzungsmöglichkeit aller Daten, aber andererseits auch die Wahrung der Datensouveränität. Es muss sichergestellt sein, dass die Dateneigentümer weitgehende Rechte an ihren gelieferten Informationen behalten.

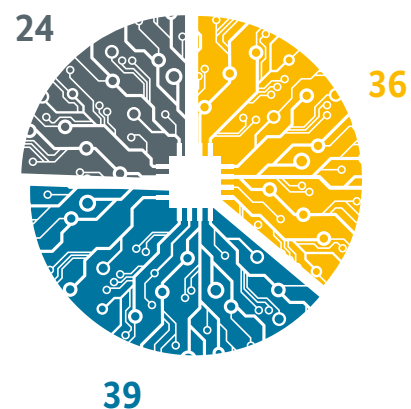
Nicht nur die Produktion, sondern auch die Belieferung mit Material und Komponenten sowie der Versand an Endkunden (inkl. aller notwendigen Unterlagen) werden als Logistikunterstützung datenbasiert vollzogen. Enterprise-Resource-Planning-(ERP)-Systeme nehmen zunehmend auch Daten auf, die zur Koordination der Eingangslogistik (durch Einbezug von virtuellen Plattformen und elektroni-

Abbildung 9: Analyse der gewerblichen Wirtschaft nach Digitalisierungsgrad

Digitalisierungsgrad der gewerblichen Wirtschaft 2016



Digitalisierungsgrad der gewerblichen Wirtschaft 2021



hoch digitalisiert durchschnittlich digitalisiert niedrig digitalisiert

Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an BMWi 2016a, Daten: TNS Infratest, repräsentative Unternehmensbefragung „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2016“

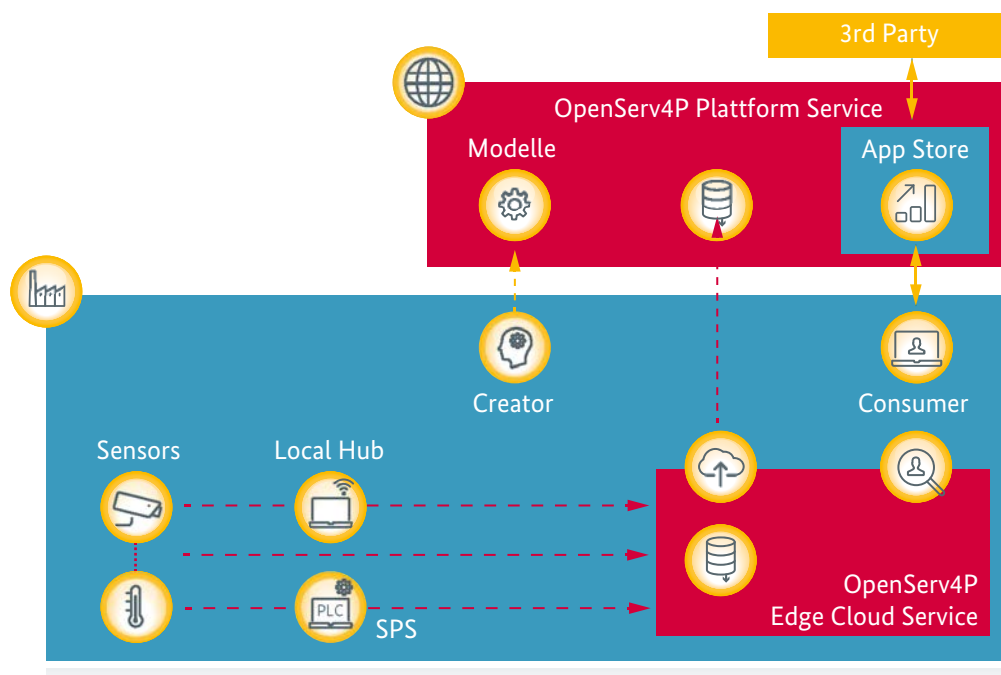
schen Marktplätzen) verwendet werden. Durch digitale Vernetzung sind Produktionsmaschinen in der Lage, ihre eigene Versorgung mit Material (über Barcode oder RFID) sicherzustellen und entsprechende Orderaufträge auszulösen. Auch beim Versand von Fertigprodukten werden intelligente Systeme für Tourenplanungen oder Ladeoptimierungen (z. B. von LKW) eingesetzt.

Smart Data und Cloud Computing setzen eine ausreichend große Bandbreite für den Fluss großer Datenmengen voraus. Diese ist in Deutschland noch nicht flächendeckend vorhanden. Auch deshalb beschäftigt sich nur eine Minderheit der deutschen KMUs bereits ernsthaft mit dem Thema Digitalisierung. In vielen Branchen ist der Leidensdruck durch den Markt nicht hoch genug. Die Auftragsbücher sind voll und die Produktionsprozesse laufen stabil. Für eine Risikoabwägung bezüglich der Zukunftsfähigkeit besteht selten ein konkreter Anlass und die Ressourcen sind ebenfalls knapp. Die Abschätzung zukünftiger Potenziale durch Digitalisierung erfordert einen kritischen Blick auf die eigenen Geschäftsabläufe, dem sich noch zu wenige KMUs stellen. Dies kann zu einer Gefährdung zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit in wesentlichen Branchen führen. Gerade kleinere Unternehmen haben aber Chancen, ihre Flexibilität einzusetzen und den großen Kunden dabei zu helfen, Abläufe und Produkte zu optimieren.

Digitalisierung bedeutet immer auch ein immenses Aufkommen zu verarbeitender Informationen. Dies erfordert klare Regelungen zu der jeweiligen Dateneigentümerschaft und dem geregelten Datenzugriff. Nicht umsonst nimmt die Datennutzerproblematik höchste Priorität bei der Problematisierung rechtlicher Herausforderungen von Industrie 4.0 ein. Verbessertes Datenschutz kann z. B. durch hybride Konzepte zur Trennung von Maschinennetzen von dem regulären Firmennetz erreicht werden. Damit ist der Zugang auf die Maschinenparks nur den Mitarbeitern möglich, die auch in der Fertigung arbeiten. Durch den Einsatz serieller Schnittstellen, ausgerichtet auf die M2M-Kommunikation, ist größtmögliche Sicherheit vor Einfall von schädigenden Angriffen auf die Steuerung und die Prozessabläufe erreichbar.

- Ziel des Smart Service Welt-Projekts OpenServ4P²⁰ ist die Entwicklung einer Plattform für internetbasierte Services im Umfeld von Cyber-Physischen Produktionssystemen. Hierzu sind die technischen und architektonischen Voraussetzungen zu schaffen, die Funktionen wie beispielsweise vorausschauende Instandhaltung und Qualitätssicherung, Produktionsplanung und -steuerung in Echtzeit oder ein adaptives Risikomanagement „as-a-Service“ ermöglichen. Für die industrielle Anwendbarkeit ist daher auch die Umrüstung bestehender Maschinen

Abbildung 10: Aufbau der OpenServ4P-Plattform



Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an BMWi 2016a, Daten: TNS Infratest, repräsentative Unternehmensbefragung „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2016“

zu Industrie 4.0-fähigen Anlagen sowie die Konzeption von Neuanlagen zu betrachten, so dass diese anforderungsgerecht umgerüstet bzw. ausgestattet werden können. Die im Projekt erforschte Technologie soll vorrangig für Werkzeug- und Verarbeitungsmaschinen Anwendung finden, die in vielen Zweigen der produzierenden Industrie eingesetzt werden. Langfristig ist eine Migration der entwickelten Vernetzungs- und Kommunikationstechnologie auch für andere Arten von Produktionsressourcen denkbar. Dafür wurden bereits generalisierte Anforderungsprofile und eine Rahmenarchitektur für eine spätere prototypische Implementierung entworfen. Unter Einbezug von bestehenden Open-Source-Komponenten wurde ein erster Demonstrator für den Service zur vorausschauenden Instandhaltung aufgebaut. Dieser umfasst einen Getriebeprüfstand mit entsprechender Sensorik, einen einfachen Edge-Cloud-Service (ECS), die Prediktionsplattform als Cloud-Dienst sowie eine Mobile App für die Anwender und Konsumenten.

- Das Smart Service Welt-Projekt SePiA.Pro²¹ entwickelt Verwertungsoptionen von Sensor- und Auftragsdaten zur Anlagenoptimierung und erprobt ein Paketierungsformat für internetbasierte Dienstleistungen. SePiA.Pro demonstriert den Mehrwert solcher Dienste anhand der Optimierung moderner Produktionsanlagen. Das Paketierungsformat für Smart Services basiert auf dem offenen Standard openTOSCA, welcher die Interaktion und Interoperabilität cloudbasierter Anwendungen und Dienste beschreibt. Weiterhin entwickeln die Partner eine cloudbasierte Plattform zur Modellierung, Bereitstellung und Vermarktung besagter Dienste. Diese Plattform befähigt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, smarte Dienste zu entwickeln, anzubieten und zu nutzen. Richtlinien, integriert in einen Smart Service, sorgen für Datensicherheit und gewährleisten die Datenhoheit der betreffenden Unternehmen. Erste Ergebnisse des Projekts sind ein proof-of-principle, der eine Apache-Flink-Analyse-Plattform mit einem Prediction-Mock-up-Service verknüpft, sowie ein Service zur Datenvermittlung, basierend auf dem Protokoll-Standard OPC UA zwischen Maschinen und Anwendern.
- Das Ziel des Smart Service Welt-Vorhabens STEP²² ist es, eine optimierte Techniker-Einsatzplanung für die Instandhaltung von Maschinen zu entwickeln. Dabei sollen die durch Nutzung und Analyse von verfügbaren Maschinendaten entstandenen Vorhersagen zum Instandhaltungsbedarf in intelligente Service-Einsatzplanungen integriert werden. Die Verbindung mit Informationen zur Ersatzteil- und Techniker-Verfügbarkeit soll eine

nach Zeit- und Kostenaspekten optimierbare Einsatz- und Routenplanung für Unternehmen ermöglichen. Hierdurch werden vor allem geringere Instandhaltungs- und Fahrzeiten, eine Minimierung unerwarteter Ausfälle sowie die Vermeidung von Folgeschäden angestrebt. Ressourcen wie Ersatzteile und Werkzeuge können bedarfsgerecht vorgehalten und Mitarbeiterkapazitäten optimiert sowie deren effizienter Einsatz gezielt geplant werden.

Durch die vernetzte Datenbereitstellung ist neben einer längerfristigen Planung auch eine Optimierung der Informations- und Logistikprozesse möglich. Im Rahmen des Projekts wird hierzu der Prozess der Einsatzplanung in einem Simulationsmodell abgebildet. Dieses Modell ermöglicht die Evaluation unterschiedlicher Planungsszenarien, Planungsstrategien sowie innovativer Geschäftsmodelle.

Die Projektpartner von STEP konzentrieren sich auf folgende vier Prozessschritte der Techniker-Einsatzplanung:

1. Ticketerfassung und Informationsanreicherung in einem automatisierten Prozess
2. optimierte Einsatzplanung nach Zeit- und Kostenaspekten
3. Informationsbereitstellung für die Technikerin bzw. den Techniker in der Einsatzdurchführung
4. unterstützte Datenerfassung in der Einsatz-Nachbearbeitung

Über eine Service-Plattform werden zudem eine flexible Einbindung externer Dienstleister sowie herstellerübergreifende Zusammenarbeit ermöglicht. Die angestrebte Service-Plattform des Projektes STEP soll unterschiedliche Hersteller, Anwender und Dienstleister unter einem Dach vereinen und dadurch neben einer Zeit- und Kostenoptimierung der Wartungsprozesse auch neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Neben der Investitionsgüterindustrie besteht weiteres Markt- und Anwendungspotenzial für die Plattform-Technologie, u. a. in der Energieversorgung und Landwirtschaft (Maschinen- und Fahrzeugwartung).

Auch außerhalb der industriellen Produktion spielen hochgradig vernetzte Maschinen eine immer wichtigere Rolle. Im Smart Service Welt-Projekt Smart-Farming-Welt²³ wird die technologische Basis entwickelt, um landwirtschaftliche Prozesse hersteller- und organisationübergreifend intelligent zu vernetzen. Landwirtschaftliche Maschinen verfügen schon heute über eine Vielzahl von Sensoren, die maschinen- und prozessbezogene Informationen erfassen. Die Informationen zur Prozessautomatisierung und zur Entscheidungsunterstützung sollen dabei vor allem durch

21 <http://projekt-sepiapro.de>

22 <http://www.projekt-step.de>

23 <http://www.smart-farming-welt.de/>

die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen (Maschine, Partnermaschinen in der Umgebung, Sensoren, Wetter, Planungsinformationen, Hersteller-Expertise etc.) gewonnen und sowohl in Echtzeit auf dem Feld als auch für nachgelagerte Auswertungen bereitgestellt werden. Dadurch können Services wie Einstellungsoptimierung an Maschinen, optimale Dünge- und Erntestrategien und eine Automatisierung der Prozesse angeboten werden.

4.3 Augmented/Virtual Reality

Megatrend auf der CeBIT 2017 war der industrielle Einsatz von Mixed-Reality-Lösungen, die Werkzeuge der realen Welt mit virtuellen Unterstützungstools verbinden. Als Beispiele wurden sogenannte 3D-TouchPoints präsentiert, die der Werkerin bzw. dem Werker in der Produktion durch Gestensteuerung die Bedienung von Werkzeugmaschinen ermöglichen. Es wurde deutlich, dass in dieser Technologie ein hohes Potenzial für die intelligentere Produktion der (nahen) Zukunft gesehen wird. Die weltweiten Entwicklungen in Hard- und Software werden mit hohem Ressourceneinsatz betrieben. Zunehmende Datenraten und verbesserte Grafikleistungen werden den Marktdurchsatz befördern. Da sich Technologie grundsätzlich durch den privaten, eher spielerischen Einsatz bereits weit verbreitet hat, sind die Akzeptanzhürden nicht so hoch wie in anderen Bereichen. Trotzdem sind spezielle, teilweise auch nicht-technische Herausforderungen zu meistern. Die Kombination von Datenbrillen mit dem Konzept des Eye-Tracking setzt beispielsweise Kompetenzen im Bereich Optik, aber auch Kenntnisse im Bereich der Bewegungsforschung voraus, insbesondere was die Wechselwirkungen zwischen Betrachter/-in und Objekt betreffen. Auch technische Risiken (Genauigkeit, Reaktionsschnelligkeit) bei der Anwendung von Datenbrillen führen noch immer zu Akzeptanzbarrieren und rechtfertigen öffentliche Unterstützung.

Für die Marktdurchdringung ist die unproblematische Integration der genutzten AR-Basisframeworks in weit verbreitete Middleware von Industrieanwendungen notwendig. Die grundsätzlichen AR-Basisbausteine sind im Markt verfügbar. Entscheidend für die gewerbliche Durchdringung werden die praxisgerechten Anwendungen. Hierfür müssen Industrieakteure den Nutzen für ihre eigenen Anwendungen erkennen und in konkrete Umsetzungsszenarien überführen. Für den weiteren Markthochlauf müssen AR-Anwendungen auch für Nichtspezialisten/-innen einsetzbar sein. Insgesamt kann Augmented/Virtual Reality ein dynamisches Marktpotenzial unterstellt werden. In den nächsten Jahren ist ein stetiger Technologiepush zu erwarten. Wichtig wird die Anpassung der Plattformen und der Schnittstellen an den Fortgang der Entwicklungen.

Nach einer Studie von Deloitte werden deutsche Unternehmen im Jahr 2020 für entsprechende Virtual-, Augmented- und Mixed-Reality-Lösungen über 840 Millionen Euro ausgeben (vgl. Deloitte 2016). Auch die Studie „Digital Trend Outlook 2016“ des Beratungsunternehmens PwC bescheinigt Augmented-Reality-Anwendungen „bahnbrechendes Potenzial“ gerade im industriellen Einsatz (vgl. PwC 2016b). Als Treiber der Entwicklung wird vor allem die Automobilbranche benannt. Ausführlich werden die zukünftigen Optionen für Anlageplanungen und Ablaufsimulationen beschrieben.

Funktionen wie Head-/Eye-Tracking lassen die Werkerin bzw. den Werker im Produktionsumfeld unmittelbar mit seiner Arbeitsumgebung kommunizieren. Er erhält Zusatzinformationen über die Verortung und den Zustand von Materialien und Produkten, die er unmittelbar verarbeiten kann. Der Einsatz von Smart Devices am Handgelenk oder Head Mounted Displays (z. B. HoloLens von Microsoft) ermöglicht unmittelbare Rückmeldung von Ereignissen und die enge Anbindung von Produktion mit Logistik. Gestensteuerung ist in allen Produktionsphasen möglich, egal in welchem Prozess oder in welchem physischen Bereich die einzelne Werkerin bzw. der einzelne Werker sich befindet.

Status- und Zustandsbeschreibungen in Produktionsprozessen können durch den Einsatz von AR visualisiert und in ein übergreifendes Informationssystem eingespeist werden. Die Maschinennutzerin bzw. der Maschinennutzer sieht die durch Sensorik erhobenen Daten – während sie bzw. er die Maschine im Blick behält – auf dem Display ihrer/seiner Brille und kann somit unmittelbar auf Veränderungen reagieren.

Das Programm Smart Service Welt fördert auch im Bereich Augmented/Virtual Reality einige interessante und vielversprechende Entwicklungsansätze.

- Das Ziel des Projektes von AcRoSS²⁴ ist es, vor allem kleinen und mittleren Unternehmen eine einfachere Entwicklung und Nutzung von AR-Technologien zu ermöglichen. Dafür werden eine Service-Plattform und wiederverwendbare, modular kombinierbare Service-Bausteine entwickelt. Mit diesen können AR-Services zeit- und kosteneffizient entwickelt werden. Über die Plattform können alle nötigen Daten zwischen den verwendeten AR-Geräten (z. B. Datenbrillen oder Tablets), Produktions- und Logistiksystemen sowie unternehmensinternen Softwareanwendungen abgerufen, ausgetauscht und miteinander vernetzt werden. Die zu entwickelnde AR-Service-Plattform besteht aus einem Bibliotheksbereich mit AR-Bausteinen, z. B. zur Positionserkennung oder Gestensteuerung, und einer Laufzeitumgebung, in der

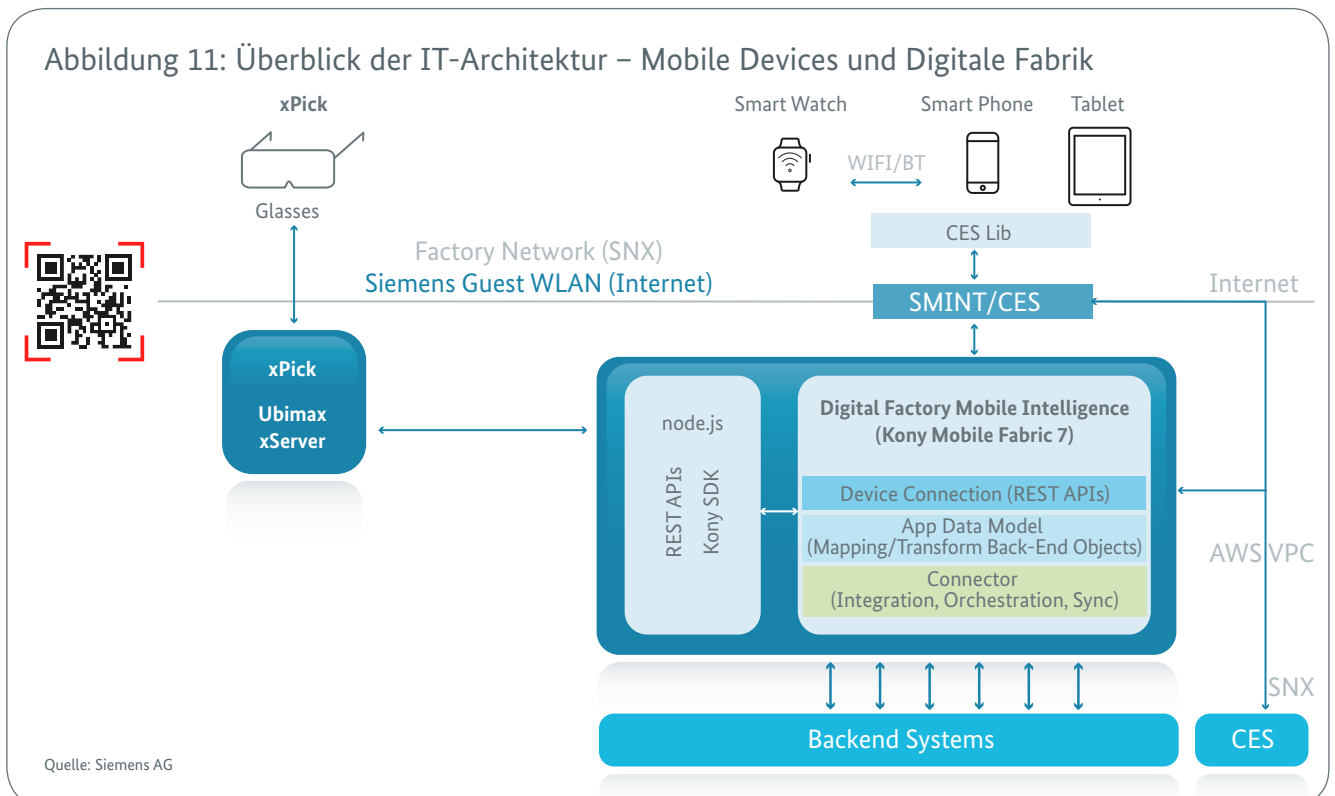
diese zu lauffähigen AR-Services zusammengesetzt werden. Hierdurch wird das Zusammenspiel von AR-fähigen Geräten mit Anwendern, IT-Systemen und der Produktionsumgebung harmonisiert und die Erstellung von AR-Anwendungen vereinfacht. Ein Pilotvorhaben bezieht sich auf die Reparatur von Maschinen für die Belichtung von Druckplatten, ein zweites setzt eine AR-basierte Montageunterstützung von Trägerraketen (in Zusammenarbeit mit der Firma Airbus Safran Launchers) um. In diesen Testfeldern wird die Auswahl und Detaillierung der AR-Anwendungsszenarien erprobt, die konzeptionelle Ausarbeitung (z. B. Anforderungsliste/Lastenheft) für die Plattform vorgenommen und eine Rollenanalyse der beteiligten Stakeholder und deren Zugriffsrechte durchgeführt. Das übergeordnete Ziel, Augmented Reality für die Industrie nutzbar zu machen, kann durch diese Ergebnisse nachgewiesen werden.

- Die Projektpartner des Verbundvorhabens Glass@Service²⁵ haben sich der Entwicklung neuer Komponenten für intelligente Datenbrillen und damit verbundener Services zum industriellen Einsatz verschrieben. Durch die Nutzung von innovativen Datenbrillen mit Durchsichtoptik (See-Through) sollen Informationen und Daten direkt ins Arbeitsbildfeld der Mitarbeiterin bzw. des Mitarbeiters eingeblendet werden. Die Arbeitsumgebung wird dabei nicht abgefilmt, sondern kann durch die Brille direkt gesehen und dann mit Informationen im Blickfeld ergänzt werden. Mit einem bidirektionalen Mikro-

display lässt sich das Einblenden von Informationen in einem großen Sichtbereich, bei hohem Kontrast und an korrekter Position realisieren. Bisher verfügbare Sensorik und Algorithmen werden erweitert, wie etwa das Verfolgen der Augenbewegungen des Nutzers (Eye-Tracking). Mit dieser Technologie, einem 3D-Tiefensensor und einer Hand-Erkennung werden zusätzliche Methoden zur geforderten Hands-Free-Interaktion geschaffen. Beispielsweise kann die Software Entscheidungen aus den erfassten Handbewegungen oder dem Ändern der Blickrichtung ableiten. Die Unterbrechung des Arbeitsablaufes durch manuelle Dateneingaben kann mit derartiger Gesten- und Augensteuerung minimiert werden. Durch besondere Berücksichtigung von IT-Sicherheit und Datenschutz soll eine hohe Industrietauglichkeit und Nutzerakzeptanz erreicht werden, so dass sich Datenbrillen in der Produktion als personalisierte Informationssysteme verwenden lassen.

Abbildung 11 gibt einen Überblick über die IT-Architektur des Projekts.

Für erste Use Cases aus dem Fertigungsumfeld werden im Projekt Lastenhefte erstellt und geeignete Hardwarekomponenten ausgewählt. Um die rechtlichen Herausforderungen zu minimieren, wird ein spezifisches Datenschutzgutachten erstellt.



5 Smart Services in den zentralen Querschnittstechnologien

Im Rahmen des Technologieprogramms Smart Service Welt sollen digitale Plattformen, Ökosysteme und Online-Marktplätze entstehen, auf denen kleine und mittlere, aber auch große Unternehmen Produkte, Daten und Dienstleistungen bis hin zu Smart Services anbieten oder selbst erwerben können.

Dem Angebot auf dem Marktplatz sind dabei keine Grenzen gesetzt. Es kann sich um ganze Smart-Service-Pakete handeln oder um einzelne Datensätze, Datenquellen, Datenanalyseprogramme, Software zur Visualisierung von Daten oder nur um einen einfachen Algorithmus, den eine Softwareentwicklerin bzw. ein Softwareentwickler zur Vervollständigung ihres/seines Smart Service benötigt, um diesen wiederum auf dem Marktplatz als Produkt anbieten zu können – oder aber auch über eigene Vertriebskanäle. Diese vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten auf einer digitalen Plattform mit einer großen Anzahl an Marktteilnehmern, die sogar Wettbewerber sein können, machen deutlich, dass es genaue Regeln für die Qualitätssicherung für digitale Plattformen und Ökosysteme geben muss (vgl. Engelhardt et al. 2017).

Auch in der Studie „The Rise of the Platform Enterprise“ (vgl. Evans und Gawer 2016) werden die innovativen Ökosysteme als eine Sammlung von hochentwickelten technologischen Bausteinen wie z.B. Datenbanken und Algorithmen, aber auch Services definiert. Der Zugang zu den Bausteinen und Services erfolgt dabei über kostenlose oder kostenpflichtige offene Schnittstellen – Open APIs²⁶. Die Open-Source-Ökosysteme zeichnen sich dadurch aus, dass der gesamte Quellcode einer internationalen und weltweit agierenden Entwickler- und Nutzer-Community zur Verfügung gestellt wird.

Die technologischen Open-Source-Bausteine können beliebig von externen Entwicklern und Entwicklerinnen und Dienstleistern erweitert und an die individuellen Bedürfnisse der Endanwender/-innen angepasst werden. Die Endanwender/-innen greifen auf die kostenpflichtigen

Dienstleistungen dieser Anbieter rund um die zentralen technologischen Bausteine zu. Die zentrale Eigenschaft der offenen Ökosysteme ist, dass die einzelnen Kooperationspartner in losen und individuell gestalteten Kooperations- und Geschäftsbeziehungen stehen.

Viele der Smart Service Welt-Projekte streben an, digitale Ökosysteme und technologische Plattformen zu entwickeln, die entweder lokal in einem Unternehmen oder auch unternehmensübergreifend genutzt und erweitert werden können. Die Querschnittsprojekte ENTOURAGE²⁷ und SmartOrchestra²⁸ erfüllen die Eigenschaften der digitalen plattformübergreifenden Ökosysteme am stärksten. So kommen z.B. die zentralen Komponenten des IoT-Ökosystems FIWARE im Projekt SmartOrchestra direkt zum Einsatz. Aber auch andere Projekte wie GEISER²⁹, MACSS³⁰ oder Symphony³¹ haben die Charakteristiken einer digitalen Plattform, wie z.B. die Möglichkeit, verschiedene Service-Komponenten über wohldefinierte und offene Schnittstellen miteinander zu kombinieren.

Die Smart Service Welt-Projekte entwickeln einerseits ihre eigenen Ökosysteme, greifen aber auch oft auf die funktionalen Bausteine und Komponenten zurück, die von anderen Anbietern stammen. Es zeigt sich, dass die meisten Projekte Open-Source-Software in Kombination mit den eigenen Entwicklungen einsetzen.

Die Vorteile der Open-Source-Komponenten, insbesondere in Forschungs- und Entwicklungsprojekten, liegen auf der Hand, weil deren Verwendung schnellere und kostengünstigere Entwicklungszyklen ermöglicht. Allerdings stellen „fremde“ Softwarebausteine auch eine potenzielle Angriffsfläche für Cyber-Attacken dar, wenn die fremden Komponenten ungeprüft und ungetestet nicht aktualisiert eingesetzt werden (vgl. dazu die Empfehlungen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik 2014).

So sorgte die Heartbleed-Attacke auf die Open-Source-Verschlüsselungsbibliothek OpenSSL (vgl. heise online) im Jahr

26 Open Application Programmable Interfaces

27 <http://www.entourage-projekt.de>

28 <http://www.smartorchestra.de>

29 <http://www.projekt-geiser.de>

30 <http://www.macss-projekt.de>

31 <http://www.ikt-symphony.de>

2014 in der weltweiten IT-Gemeinde für Aufsehen. OpenSSL gilt als eine zuverlässige und sichere Softwarebibliothek für die Verschlüsselung von IP-basierter Kommunikation und ist nach dem Bericht (vgl. Spiegel Online 2014) in fast 66 Prozent der Webserver weltweit enthalten. Darüber hinaus wird OpenSSL auch für die Verschlüsselung von Unternehmenskommunikation verwendet. Die Offenlegung des Quellcodes galt bis zur Heartbleed-Attacke als Garantie für die Qualität und Zuverlässigkeit von Verschlüsselungssoftware, weil sowohl Nutzer/-innen, Entwickler/-innen als auch externe IT-Sicherheitsexperten und -expertinnen ungehindert den Quellcode überprüfen bzw. eine Schwachstellenanalyse durchführen können.

Genauso wie alle anderen Projekte befindet sich OpenSSL in einem ständigen Entwicklungszyklus. So enthielt ein Entwicklungsstand der OpenSSL-Bibliothek eine Sicherheitslücke, die es den Angreifern ermöglichte, nicht nur die Kommunikation zwischen Server und Client abzuhören, sondern auch den privaten Server-Schlüssel abzugreifen und damit einen langfristigen Zugriff auf vertrauenswürdige Daten auf diesem Server zu erhalten.

Die Heartbleed-Attacke hat der weltweiten IT-Gemeinde demonstriert, dass „Open Source“ nicht automatisch „sicher“ bedeutet. Daher ist es wichtig, die organisatorischen Prozesse in den etablierten Open-Source-Ökosystemen zu verstehen, die für die Erhöhung der Softwarequalität und ggf. auch für die Handhabung der Sicherheitslücken in der Software unabdingbar sind. Folgende Fragestellungen stehen bei der Analyse der Querschnittstechnologien der Smart Service Welt-Projekte im Vordergrund:

- Welche IT- und IoT-Ökosysteme und -Initiativen sind im Kontext der Smart Service Welten relevant?
- Wie sind diese Ökosysteme organisiert?
- Wer sind die Akteure und Haupttreiber der technologischen Entwicklungen?
- Wie sind die Kooperationsbeziehungen und Entscheidungsprozesse innerhalb dieser Communitys organisiert?
- Werden Security-by-Design-Prinzipien in der Entwicklung von Softwarekomponenten angewendet?
- Wie sind die Prozesse für die Handhabung von IT-Sicherheitsschwachstellen organisiert?

Die Analyse der dargestellten Ökosysteme sollen den Smart Service Welt-Projekten verschiedene Perspektiven und auch Voraussetzungen im Hinblick auf die spätere Verwertung der Projektergebnisse aufzeigen.

5.1 Apache Software Foundation

Das bekannteste und weltweit größte IT-Ökosystem ist die Apache Software Foundation (ASF), die 1999 als eingetragener Verein in den USA gegründet wurde. Am Anfang beteiligten sich an der ASF acht Mitglieder, die als individuelle Personen zu den ersten Open-Source-Projekten beigetragen haben. Inzwischen beherbergt die ASF über 350 Open-Source-Projekte, die von einem ehrenamtlichen Komitee (Board of Directors) beaufsichtigt werden. Die bekanntesten Projekte der ASF sind die Webtechnologien wie z. B. Apache Web Server und die Servlet-Engine Apache Tomcat. Inzwischen sind zahlreiche Analyseverfahren zu Datenverarbeitung, Cloud Computing, Big-Data-Anwendungen, aber auch Enterprise-Resource-Planning-Softwarelösungen zur Unterstützung von Prozessen in Produktionsunternehmen im Ökosystem der ASF zu finden.

Finanziert wird die ASF aus Spenden sowie Beiträgen von Sponsoren. Die organisatorischen Entscheidungen werden nach dem Prinzip der Meritokratie getroffen. Meritokratie im Sinne von „The Apache Way“ bedeutet, dass alle Entscheidungen durch die Mehrheit mitgetragen werden müssen. So stimmen die ASF-Mitglieder alle gemeinsam über die Aufnahme eines neuen Mitglieds, Übertragung einer verantwortungsvolleren Rolle an ein Mitglied oder auch Vertretung der Projekte im Board of Directors ab. Dabei stehen lediglich die individuelle Leistung des jeweiligen Mitglieds und sein Beitrag zum jeweiligen Projekt bzw. zur Open-Source-Community im Vordergrund. Die Mitglieder werden also als individuelle Personen angesehen und behandelt. Die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Organisation, einem Konzern oder Unternehmen spielen dabei – zumindest offiziell – keine Rolle.

Diese kreative Kultur und das große Leistungspotenzial der entstandenen Open-Source-Community wurden von vielen etablierten Unternehmen und Konzernen wie z. B. IBM, Facebook oder Amazon im Laufe der vergangenen Jahre erkannt. So wurden mehrere Closed-Source-Projekte von den großen etablierten Unternehmen als Open Source der Apache Software Foundation zur Verfügung gestellt (z. B. Apache Cassandra) und gemeinsam mit der offenen, leistungsgetriebenen Community weiterentwickelt (vgl. Wikipedia 2017).

Die Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die wichtigsten Platin-Sponsoren der ASF. Die Bedeutung und die Finanzstärke der Unternehmen lassen sich anhand des Jahresumsatzes aus den letzten Jahren abschätzen.

Tabelle 1: Apache Software Foundation (Platin Sponsors)

Land	Name	Unternehmensumsatz	
USA	Bloomberg	\$ 9 Mrd.	Apache
	Cloudera	\$ 199 Mio.	Apache
	Comcast	\$ 80,4 Mrd.	Apache
	Facebook	\$ 27,64 Mrd.	Apache
	Google	\$ 89,46 Mrd.	Apache
	Hortonworks	\$ 184,5 Mio.	Apache
	HP	\$ 52,1 Mrd.	Apache
	IBM	\$ 79,92 Mrd.	Apache
	Microsoft	\$ 85,32 Mrd.	Apache
	PhoenixNAP	\$ 0,76 Mio.	Apache
	Pivotal	\$ 300 Mio.	Apache
	Yahoo	\$ 4,97 Mrd.	Apache
NLD	Leaseweb	\$ 66,78 Mio.	Apache
GBR	ARM	\$ 1,21 Mrd.	Apache

Darüber hinaus ist zu beobachten, dass Projekte, die sich unter dem Dach der ASF befinden, miteinander konkurrieren. In den Projekten Apache Spark und Apache Flink werden ähnliche Big-Data-Technologien entwickelt, die sich in bestimmten Merkmalen jedoch unterscheiden (vgl. Pisula und Knauf 2016). Interessanterweise sind die Gründer von Apache Spark in Berkeley, USA angesiedelt und die Gründer von Apache Flink leben und arbeiten in Berlin, Deutschland.³²

Hervorzuheben ist sowohl die hohe Dynamik der Closed Source in Richtung Open Source als auch die globale weltweite Beteiligung der Mitglieder an den Apache-Projekten, die aus verschiedenen Ländern stammen und gemeinsam zu den Apache-Projekten beitragen.

Auch die Bedingungen der Apache-Softwarelizenz sind sehr liberal. Die Software kann in Kombination mit selbstentwickelten Lösungen verbreitet, modifiziert und vertrieben werden. Ein wichtiger Aspekt der Apache 2.0-Lizenz ist der Umgang mit Patenten. Die genauen Lizenzbestimmungen sind unter: <http://apache.org/licenses/LICENSE-2.0> zu finden.

Umgang mit IT-Sicherheit und Qualitätssicherung

Ein einheitlicher projektübergreifender Qualitätssicherungsprozess existiert in der ASF nicht. Jedes Apache-Projekt wird selbstständig von einem dafür ausgewählten Community-Mitglied verwaltet. Die Qualität wird gesichert durch den leistungsorientierten Entwicklungsprozess, der für jede

Veröffentlichung eines neuen Entwicklungsstands der Software (Release) die Zustimmung der Mehrheit der Hauptentwickler (Committer) vorsieht. Die erforderlichen IT-Sicherheitstests werden dem Anwender oder späteren Dienstleister überlassen, die oft auch als Hauptentwickler die Apache-Projekte vorantreiben.

Sollten trotz dieser leistungs- und kompetenzgetriebenen Qualitätssicherung Sicherheitslücken in einem Software-release entdeckt werden, existiert projektübergreifend ein wohldefinierter und vertraulicher Prozess für deren Management und Mitteilung. So ist vorgesehen, dass die Sicherheitslücken in der Regel erst nach deren Schließung der Öffentlichkeit bekannt gegeben werden. Das Sicherheitsteam wird aus den Mitgliedsbeiträgen und Spenden finanziert.

5.2 Linux Foundation

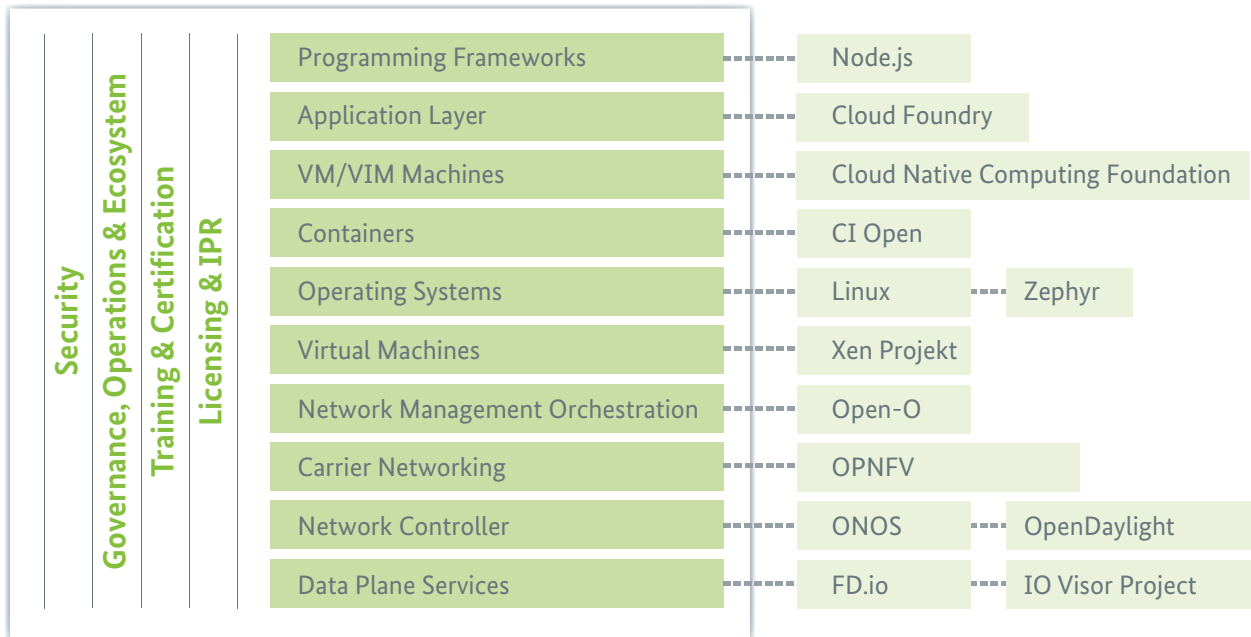
Die Linux Foundation wurde im Jahr 2000 gegründet. Das bekannteste Projekt dieser inzwischen weltweit agierenden Organisation ist das Betriebssystem Linux, das in vielen Branchen mit besonders hohen Anforderungen an die Stabilität, Skalierbarkeit und auch an die IT-Sicherheit eingesetzt wird. Beispielweise wird Linux als Betriebssystem auf den Servern der internationalen Börsen NYSE, NASDAQ und London Exchange eingesetzt.

Die meisten Linux-Projekte bewegen sich im Bereich der IT-Infrastrukturen, beispielsweise unternehmensinterne oder auch -übergreifende Cloud-Computing-Lösungen. Aber auch die neuesten, aufstrebenden technologischen Entwicklungen wie Blockchain (Projekt Hyperledger) oder autonomes Fahren (Projekt Dronecode) werden unter dem Dach der Linux Foundation als Open Source entwickelt.

Als Mitglied können sich nicht nur Individuen, sondern auch Unternehmen (Corporate Member) an den Projekten beteiligen. Abhängig von der Art der Mitgliedschaft und der Höhe des Mitgliedsbeitrags (Platinum, Gold, Silber usw.) erhält ein Unternehmen bzw. Individuum ein Mitspracherecht bei den Entscheidungen für die strategische Ausrichtung der Linux-Organisation. Die Linux Foundation wird von einem Aufsichtsrat (Board of Directors) gesteuert. Die Direktoren erhalten entsprechend der Höhe der Mitgliedsbeiträge (Platinum, Gold oder Silber) eine bestimmte Anzahl an Sitzen im Ausschuss (Platinum – 14, Gold – 3 und Silber – 1). So erhalten alle Platinum-Mitglieder automatisch einen Sitz. Die Repräsentanten der anderen Gruppen müssen von den jeweiligen Gruppen vorgeschlagen und gewählt werden (vgl. Linux Foundation 2016).

32 Apache Flink wurde vom Lehrstuhl für Datenbanksysteme und Informationsmanagement (DIMA) der TU Berlin (Prof. Dr. Volker Markl) entwickelt und exemplarisch im Trusted-Cloud-Projekt „MIA – ein Marktplatz für Informationen und Analysen“ eingesetzt und erprobt.

Abbildung 12: Linux Foundation



Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an <http://www.linuxfoundation.org/about>

Tabelle 2: Platinum-Mitglieder der Linux Foundation

Land	Name	Unternehmensumsatz	Linux
USA	Cisco	\$ 49,24 Mrd.	Linux
	IBM	\$ 79,92 Mrd.	Linux
	Intel	\$ 59,38 Mrd.	Linux
	Microsoft	\$ 85,32 Mrd.	Linux
	Oracle	\$ 37,04 Mrd.	Linux
	Qualcomm	\$ 23,55 Mrd.	Linux
KOR	Samsung	\$ 305 Mrd.	Linux
JPN	Fujitsu	\$ 41,79 Mrd.	Linux
	Hitachi	\$ 88,49 Mrd.	Linux
	NEC	\$ 27,09 Mrd.	Linux
CHN	Huawei	\$ 60,84 Mrd.	Linux

Umgang mit IT-Sicherheit und Qualitätssicherung

Die Besonderheit der Linux Foundation ist die Core Infrastructure Initiative (CII)³³, die als Reaktion auf die Heartbleed-Attacke auf die Open-Source-Verschlüsselungsbibliothek OpenSSL gegründet wurde. Die Initiative leistet finanzielle Unterstützung für die besonders sensiblen und bedeutenden Open-Source-Projekte in Form von Stipendien (Grants). Die sensiblen und bedeutenden Projekte werden von der Community in einem offenen Verfahren gewählt. Die ausgewählten Projekte erhalten ein Budget oder auch externe Expertise von IT-Sicherheitsunternehmen, die ausführliche Tests und die Überprüfung des Quellcodes auf Sicherheitslücken professionell durchführen.

Open Source Secure Development Maturity Model

Darüber hinaus umfasst die CII mehrere Programme, die es ermöglichen, die Qualität der Softwareprodukte zu messen und damit projektübergreifend zu erhöhen.

So definiert das „Best Practices Badge Program“ ein „Open Source Secure Development Maturity Model“, das helfen soll, die Projekte hinsichtlich der technischen und organisatorischen Maßnahmen in Bezug auf IT-Sicherheit zu bewerten (vgl. Core Infrastructure Initiative 2017). Aktuell

existiert ein initialer Kriterienkatalog, der die allgemein bekannten organisatorischen Maßnahmen (z. B. eine Webseite mit aktuellen Projektinformationen) und Anwendung von Werkzeugen sowie Methoden zur Sicherstellung der Softwarequalität (z. B. automatisierte und statische Tests) umfasst. Softwareentwickler/-innen können anhand dieses Katalogs eine Bewertung der Softwareentwicklungsprozesse vornehmen und sich sogar freiwillig selbst zertifizieren lassen.

In der Planung befinden sich weitere Kriterienkataloge, die auch die Besonderheiten wie z. B. die Größe oder die Komplexität der Projekte berücksichtigen und dadurch differenzierter angewendet werden können. Die Beteiligung an der Weiterentwicklung der CII-Kriterienkataloge ist für die Community offen.

Weitere Programme der CII umfassen die Projekte „Census“ für die Bestimmung der bedeutenden Open-Source-Projekte, welche die CII-Unterstützung erfordern, „Education“ für die Schulung der CII-Konzepte auf Konferenzen, Seminaren und Symposien sowie „Tooling“ für die Entwicklung von Werkzeugen zu automatisierten Tests.

OpenSSL und Core Infrastructure Initiative

OpenSSL wurde in den USA 1998 ohne Rechtsform gegründet. Die Gründung eines Vereins als Rechtsform erfolgte erst nach der Heartbleed-Attacke, um externe Finanzierungsquellen nutzen zu können. OpenSSL ist eine Software für die Verschlüsselung der Kommunikation auf Basis der Protokolle Transport Layer Security (TLS) and Secure Sockets Layer (SSL). Der Softwareentwicklungsprozess ist ähnlich wie in ASF nach dem Mehrheitsprinzip organisiert. Das Entwicklerteam besteht aus ca. zehn Entwicklern und Entwicklerinnen, die an dem Projekt ehrenamtlich mitarbeiten. Die CII finanziert zwei Entwickler/-innen für die Überprüfung der IT-Sicherheit über Grants. Die Entwickler/-innen waren bereits ein Teil des OpenSSL-Teams. Weitere zwei Vollzeitentwickler/-innen werden aus Spenden finanziert. Die strategischen Entscheidungen hinsichtlich Weiterentwicklung von OpenSSL trägt ausschließlich das OpenSSL-Kernteam. Die Spenden sind freiwillig. Sowohl die Sponsoren als auch die CII haben kein Mitspracherecht in den organisatorischen Belangen des Projektes. Die Qualitätssicherung sowie Überprüfung auf potenzielle Schwachstellen erfolgt nach dem Peer-Review-Prinzip, das eine gründliche Überprüfung von Änderungen oder Weiterentwicklungen des Quellcodes von mindestens einer weiteren Entwicklerin bzw. einem weiteren Entwickler voraussetzt. Nach dem Vorbild von ASF existiert auch für OpenSSL ein vertraulicher und wohldefinierter Prozess für das Management und die Schließung der IT-Sicherheitslücken.

Darüber hinaus befindet sich OpenSSL in der Auditierung, die durch die CII initiiert wurde (vgl. Peters 2015).

5.3 OpenStack

Die OpenStack Foundation wurde im Jahr 2014 gegründet. Das Hauptprojekt der OpenStack Foundation ist die Software für die Verwaltung der privaten oder auch externen Cloud-Computing-Infrastruktur, die auch die Softwarekomponenten verschiedener Hersteller beherbergen kann.

OpenStack bietet bereits vorgefertigte Lösungen z. B. für Web Applications oder Big-Data-Anwendungen, so dass der Installations- und Konfigurationsaufwand für die Inbetriebnahme eines Produktivsystems oder einer Entwicklungsumgebung für die Systembetreiber/-innen und -entwickler/-innen minimiert werden können (siehe Abbildung 13).

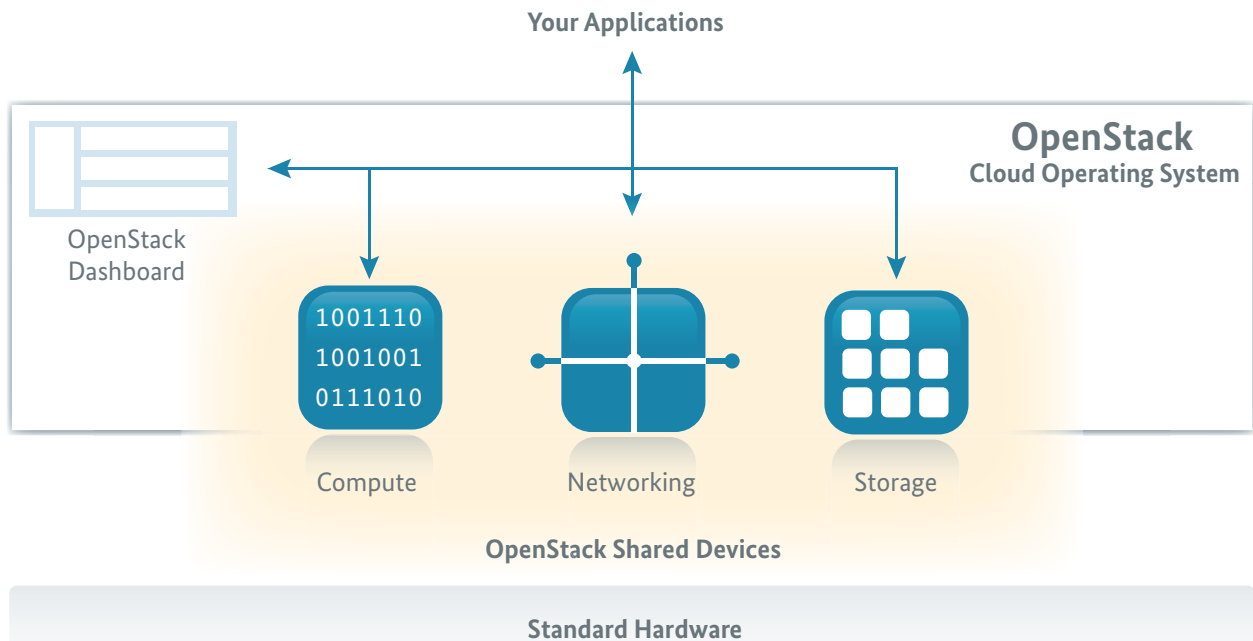
Durch die offenen und gut dokumentierten Schnittstellen (APIs) können die OpenStack-Cloud-Computing-Provider ihre Dienste als „Infrastructure as a Service“ oder auch als „Software as a Service“ Nutzern, Nutzerinnen, Entwicklern und Entwicklerinnen zur Verfügung stellen. Mit OpenStack lassen sich komplexe Public- oder Private-Cloud-Infrastrukturen problemlos entweder über ein grafisches User Interface (Dashboard) oder mittels der Befehlszeile steuern und konfigurieren.

In der Organisationsstruktur der OpenStack Foundation gibt es viele Ähnlichkeiten mit der Linux Foundation. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, sich entweder als Individual Member oder als Corporate Member in den Kategorien Platinum, Gold und Silber an der Foundation zu beteiligen.

OpenStack wird in den geschäftlichen Belangen von einem Aufsichtsrat (Board of Directors) geleitet. Acht Plätze sind an die Platinum-Mitglieder vergeben. Jeweils acht Plätze werden aus Gold- und Silber-Mitgliedern vorgeschlagen und von den jeweiligen Mitgliedergruppen gewählt.

Darüber hinaus existiert ein technisches Komitee mit 13 Plätzen, das ausschließlich aus den Reihen der individuell beitragenden Entwickler und Entwicklerinnen (Committer) vorgeschlagen, gewählt und besetzt wird. Um die Anforderungen und Wünsche aus der Nutzersicht in die weiteren Entwicklungen von OpenStack-Software einzubringen, wurde ein Nutzer-Komitee eingerichtet. Organisationen wie CERN³⁴ sind in diesem Komitee vertreten, um die Anforderungen aus der Sicht der international agierenden großen Forschungseinrichtungen zu formulieren und an die OpenStack-Entwickler/-innen weiterzugeben.

Abbildung 13: Funktionsweise OpenStack



Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an <http://www.openstack.org/software>

Tabelle 3: Platin-Mitglieder OpenStack

Land	Name	Unternehmensumsatz	
USA	AT&T	\$ 163,8 Mrd.	OpenStack
	HP	\$ 52,1 Mrd.	OpenStack
	IBM	\$ 79,92 Mrd.	OpenStack
	Intel	\$ 59,38 Mrd.	OpenStack
	Rackspace	\$ 1,79 Mrd.	OpenStack
	RedHat	\$ 2,05 Mrd.	OpenStack
GBR	Canonical (ubuntu)	\$ 65,7 Mio.	OpenStack
	SUSE (Micro Focus)	\$ 234 Mio.	OpenStack

OpenStack-Marktplatz

Um verschiedene Akteure wie Endanwender/-innen, Beratungsunternehmen und Integratoren für die Einrichtung von Cloud-Computing-Lösungen in Unternehmen oder auch Dienstleister für Schulungen miteinander zu verbinden, wurde ein OpenStack-Marktplatz eingerichtet. Die OpenStack-Community wächst und ist sehr aktiv. Viele verschiedene Versionen der Software, aber auch Softwarekomponenten, die auf der Grundlage von OpenStack laufen, müssen daher kontinuierlich auf Interoperabilität überprüft werden. Um die Interoperabilität der Hardware- und Softwarekomponenten zu gewährleisten, wurden die Merkmale „OpenStack powered“ und „OpenStack compatible“ eingeführt. „OpenStack powered“ bedeutet, dass eine voll funktionale OpenStack-Software als Grundlage für ein Produkt oder eine Dienstleistung genutzt wird. „OpenStack compatible“ sind Drittanbieter-Lösungen, die in der Lage sind, mit den OpenStack-Systemen zu kommunizieren und zu interagieren. Das OpenStack-Ökosystem stellt entsprechende Testwerkzeuge und Testbedingungen (TestSuites) zur Verfügung, welche die Eigenschaften „powered“ und „compatible“ der Systeme automatisiert überprüfen.

Umgang mit IT-Sicherheit und Qualitätssicherung

Für die Entwickler/-innen und Nutzer/-innen von OpenStack-Softwarelösungen hat die OpenStack Foundation Empfehlungen (Security Guidelines) veröffentlicht, damit die typischen IT-Sicherheitschwachstellen bereits in der Realisierung der Softwarekomponenten vermieden werden können.

Das Security Project umfasst ein Team von Experten und Expertinnen, das sich hauptberuflich um die Behandlung von Schwachstellen kümmert, die trotz hoher Sicherheits- und Qualitätsanforderungen in der Software entdeckt werden können.

Ähnlich wie die Linux Foundation stellt OpenStack im Rahmen von „Security tool development“ Werkzeuge zur automatisierten Überprüfung von Schwachstellen im Quelltext der OpenStack-Community zur Verfügung. Die Details zur IT-Sicherheit in OpenStack können dem entsprechenden Whitepaper entnommen werden (vgl. OpenStack).

5.4 FIWARE Foundation

Die FIWARE (Future Internet Ware) Foundation wurde erst im Oktober 2016 gegründet und befindet sich gerade im Aufbau, hat sich jedoch mittlerweile an ihrem neuen Hauptsitz in Berlin etabliert. Das hauptamtliche Management-Team der FIWARE Foundation besteht aus Managern und Managerinnen der vier Gründungsunternehmen und ist um Spezialisten und Spezialistinnen vom Markt ergänzt worden. Aktuell besteht das Team aus sieben Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, die eine große Entwickler-Community steuern.

Anders als die oben genannten Initiativen ist FIWARE in Europa entstanden. Die FIWARE Foundation ist aus der Future Internet Public-Private Partnership Initiative (FI-PPP)³⁵ hervorgegangen, die von der Europäischen Kommission über eine Zeitspanne von fünf Jahren, von 2011 bis 2016, mit insgesamt über 300 Millionen Euro gefördert wurde.

FIWARE adressiert primär den breit gefächerten Markt für die Technologien des Internets der Dinge (IoT – Internet of Things). Die Hauptzielsetzung von FIWARE ist die branchenübergreifende Integration von IoT-Lösungen, was sich mit der Zielsetzung des Technologieprogramms „Smart Service Welt“ stark überschneidet. Aus diesem Grund erhält FIWARE an dieser Stelle eine besondere Aufmerksamkeit und wird detaillierter behandelt.

Durch die FIWARE-Plattform sollen einheitliche offene Schnittstellen (Open APIs) sowie Datenmodelle zur Verarbeitung von Sensordaten, aber auch Steuerung von Aktuatoren (IoT) geschaffen werden. Die am meisten ausgereiften Lösungen, die überwiegend aus zahlreichen EU-Projekten entstanden sind, adressieren den Bereich Smart Cities, z. B. Lösungen zur Verbesserung der öffentlichen Verkehrsmittel und Mobilitätsdienstleistungen in Städten oder Optimierung der Prozesse in der Stadtverwaltung.

Neben Smart Cities stellt der Bereich Smart AgriFood einen weiteren Branchenschwerpunkt für die Nutzung der FIWARE-Technologien dar. Smart Farming oder Precision Farming sind Anwendungsbereiche, die auch mit Hilfe von EU-Fördermitteln weiterentwickelt werden. Allein für den Large-Scale-Pilot „Internet of Food And Farming 2020“ (IoF2020) stellt die EU in den nächsten vier Jahren weitere 30 Millionen Euro als Fördermittel zur Verfügung. Als dritter Branchenschwerpunkt wird der Bereich Smart Industry inklusive Industrie 4.0 weiter ausgebaut. Neben nationalen Initiativen wie dem Industrial Data Space³⁶ oder der Plattforminitiative Industrie 4.0 erfolgt in diesem Bereich auch eine enge Zusammenarbeit mit dem Industrial Internet Consortium aus den USA.

Durch die Beteiligung der Europäischen Kommission unterscheidet sich das Konzept der FIWARE Foundation von den bereits genannten Apache Software, Linux und OpenStack Foundations. Die Organisationsstruktur ist jedoch stark an die Struktur der OpenStack Foundation angelehnt.

Die Platinum-Mitglieder und Gründer von FIWARE, Atos, Engineering, ORANGE, Telefonica und NEC, bilden den Aufsichtsrat der FIWARE Foundation. Im Rahmen des FIWARE Open Day am 7. März 2017 konnte mit NEC das fünfte Platinum-Mitglied bekannt gegeben werden.

Tabelle 4: Platinum-Mitglieder FIWARE Foundation

Land	Name	Unternehmensumsatz	
ITA	Engineering	€ 152,9 Mio.	FIWARE
FRA	Atos	€ 12 Mrd.	FIWARE
FRA	ORANGE	€ 40,236 Mio.	FIWARE
ESP	Telefonica	€ 50,377 Mio.	FIWARE
JP	NEC	€ 24,936 Mrd.	FIWARE

35 www.fi-ppp.eu

36 <http://www.industrialdataspace.org>

Jedes Platinum-Mitglied hat automatisch einen Sitz im Board of Directors. Im Rahmen der ersten Mitgliederversammlung Anfang März 2017 haben die Gold-Mitglieder aus ihren Reihen weitere vier Mitglieder in das Board of Directors gewählt. Im Board of Directors wird die strategische Ausrichtung der FIWARE Foundation definiert. Diese Strategie stellt die Leitplanken für die operative Arbeit des Board of Officers dar.

Mittlerweile hat die FIWARE Foundation bereits über 50 Mitglieder. Finanziert wird die Foundation über Mitgliedsbeiträge und in der Anfangsphase auch über nationale und EU-Fördermittel.

Während des Förderzeitraums von FI-PPP wurde die Basis für sogenannte Generic Enabler geschaffen, welche die zentralen Komponenten der FIWARE-Plattform darstellen.

Generic Enabler

Die zentralen Komponenten, die sogenannten „Generic Enabler“, ermöglichen die nahtlose Interaktion und Kommunikation von IoT-Komponenten und -Dienstern (Services) untereinander. Dabei ist lediglich die Spezifikation der Interaktionslogik auf einer höheren Abstraktionsebene erforderlich. Die Beschaffenheit der zahlreichen, momentan überwiegend herstellerspezifischen Protokolle auf der untersten Hardwareebene bleibt in den Abstraktionsschichten (Middleware-Technologien) verborgen.

Ein Beispiel für einen Generic Enabler ist der Orion Context Broker (s. Abbildung 14).

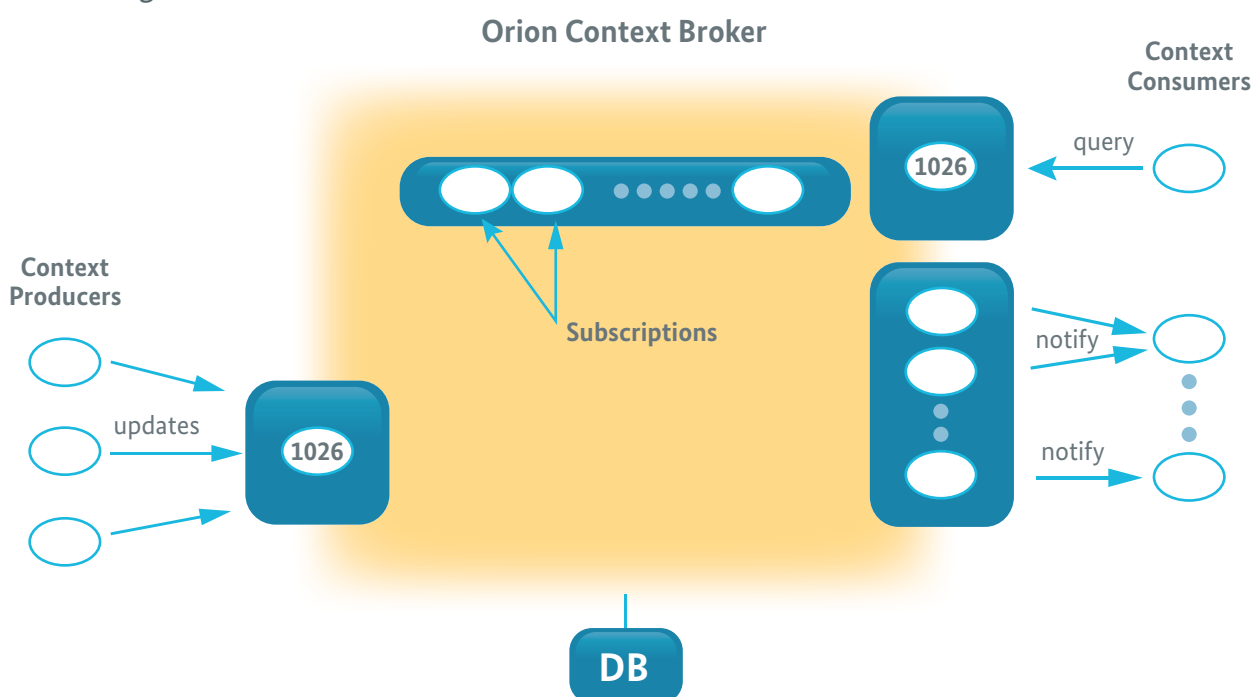
Der Context Broker stellt eine zentrale Komponente dar, welche die sogenannten Context Producers mit den Context Consumers verbindet. Context Producers stellen unterschiedliche Sensoren wie z. B. Temperatur-, Licht- oder auch Wasserqualitätssensoren dar. Die Sensoren sind über zum Teil proprietäre Schnittstellen an den Context Broker angebunden und liefern Daten, die in der Datenbank (DB) zwischengespeichert werden. Diese Daten können auch mit Hilfe von zahlreichen Analyseverfahren, unter anderem auch Big-Data-Komponenten von der Apache Software Foundation, verarbeitet werden.

Context Consumers melden sich bei dem Context Broker an, um den Zugriff auf die verfügbaren Daten zu abonnieren (sogenannte Subscriptions). Die Daten stehen sowohl synchron als auch asynchron den Context Consumers zur Verfügung. So können z. B. die Veränderungen von Werten über die Notifications automatisch an die Context Consumers weitergeleitet werden.

Visualisierungstools (Dashboards) als Generic Enabler

Es gibt eine Reihe von Visualisierungstools, welche die Inhalte des Context Brokers bzw. die über den Context Broker zugreifbaren Daten in Kombination mit weiteren heterogenen Datenquellen visuell darstellen können. Ver-

Abbildung 14: Orion Context Broker



Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an Präsentationsunterlagen zum Training FIWARE NGSI: Managing Context Information at a large scale, Fermin Galan Orion Broker dev team

schiedene Dashboards mit standardisierten Visualisierungsmöglichkeiten wie Bar Charts, Diagrammen und Grafiken können mit Hilfe von Wizards und interaktiven Tools erstellt werden.

Identity Management als Generic Enabler

Identity Management verwendet das „OAuth 2.0“-Protokoll, das zur Authentisierung von Nutzern und Diensten dient. Auch die Zugriffsberechtigungen (Credentials) können mittels dieses Protokolls an die Dienste und den Context Broker übermittelt werden. Als zentraler Mechanismus zur Authentisierung und Authentifizierung wird das „Attribute Based Access Control (ABAC)“-Verfahren verwendet. Bei dem ABAC-Verfahren werden die Attribute einer Person oder eines IoT-Systems entsprechend genutzt, um den Zugriff auf die relevanten Ressourcen (Assets) zu ermöglichen. Die Grundidee des AB-AC-Verfahrens besteht darin, dass der Aufwand für die Modifikation der Zugriffsbedingungen auf die einzelnen Ressourcen bzw. Daten minimiert wird. Die Zugriffsberechtigungen für die einzelnen Assets werden also so vergeben, dass sie z. B. beim Ausscheiden einer Person aus einem Unternehmen oder bei der Entfernung einer IoT-Komponente aus dem System nicht zusätzlich angepasst werden müssen. Dadurch wird nicht nur der Konfigurationsaufwand für die Systemadministratoren verringert, sondern es werden auch die möglichen Angriffspunkte auf die IoT-Komponenten und Ressourcen minimiert.

FIWARE Labs

Die Besonderheit des FIWARE-Ökosystems sind sogenannte FIWARE Labs, die eine geografisch verteilte, cloudbasierte Infrastruktur darstellen. Jedes registrierte Mitglied einer FIWARE-Community kann selbst eine Cloud-Instanz auf der Basis von OpenStack im Rahmen von FIWARE Lab (physikalische Server-Infrastruktur) aufsetzen. Eine ausführliche Bedienungsanleitung beinhaltet die einzelnen Schritte für die Inbetriebnahme der erforderlichen Generic Enabler: Access Management, Identity Management usw. Angestrebt wird eine einfache und benutzerfreundliche Konfiguration ohne hohen technischen Aufwand.

FIWARE Marketplace

Sowohl die Generic Enabler als auch FIWARE-basierte Lösungen und Hardware-Komponenten wie z. B. Sensoren werden auf dem FIWARE Marketplace bereitgestellt.³⁷ Die

Generic Enabler werden zunehmend extern qualifiziert und mit dem Qualitätslabel „Powered by FIWARE“ versehen, welches durch ein deutsches Institut vergeben wird. Hardware-Komponenten, die im Plug-and-Play-Verfahren in die FIWARE-Plattform eingebunden werden können, werden zukünftig mit dem Label „FIWARE Ready“ versehen.

FIWARE Mundus

Ein Ziel der FIWARE Foundation ist die Globalisierung der in Europa entstandenen FIWARE-Technologie. FIWARE Mundus ist das Mission Support Committee, welches die Globalisierung außerhalb Europas unterstützt. Die Knoten der FIWARE Foundation gibt es nicht nur in Europa, sondern auch weltweit, z. B. in Indien, Mexiko oder auch in Afrika. Kooperationen mit den lokalen Regierungen wie auch Start-ups werden aufgebaut. Geplant ist ein ganzes Netz von Unternehmen, welche die kostengünstigen FIWARE-Technologien und insbesondere Innovationen in den drei Anwendungsbranchen nutzen sollen.

Umgang mit IT-Sicherheit und Qualitätssicherung

Um die Qualität der Softwarekomponenten zu erhöhen und die Schwachstellen aufzudecken, hat die FIWARE Foundation ein „Bounty Programm“ ins Leben gerufen. Das Programm vergibt monetäre Preise an externe Entwickler/-innen. Wer zuerst eine Schwachstelle oder einen Fehler in der Implementierung der Generic Enabler entdeckt, erhält eine monetäre Belohnung, die mit der Komplexität der Komponente zusammenhängt und zwischen 75 Euro und 750 Euro liegt.

Ausbau der FIWARE-Community

Mehrere Accelerator-Programme (IMPACT Growth³⁸ und Frontiercities-2³⁹) sorgen dafür, dass junge Unternehmer/-innen und Start-ups, die FIWARE-Technologien, Open APIs sowie die Infrastruktur der FIWARE nutzen, eine finanzielle Unterstützung in Form von Stipendien (Grants) erhalten. Hierfür stehen in den nächsten zwei Jahren ca. 5 Millionen Euro zur Verfügung. Durch zusätzliche Vernetzungsmöglichkeiten organisiert die FIWARE Foundation auch einen Zugang zu weiteren Investitionen, z. B. über Venture-Capital-Gesellschaften oder Business Angels. Als Gegenleistung verpflichten sich die geförderten Unternehmen, über ihre Erfahrungen mit den FIWARE-Komponen-

37 <http://www.fiware.org/marketplace>

38 <http://www.impact-accelerator.com>

39 <http://www.fi-frontiercities.eu/frontiercities-2>

ten zu berichten. So konnte die FIWARE Foundation über die Qualitätsmängel in der Implementierung der Komponenten von den Endanwendern und Endanwenderinnen informiert werden. Die entdeckten Mängel konnten dadurch erfolgreich behoben werden. Auf der Grundlage der Rückmeldungen wurde eine qualitative Bewertung der Open-Source-Komponenten vorgenommen. Als Qualitätsmerkmale wurden z. B. die erfolgreiche Durchführung von funktionalen Tests und eine hinreichende Dokumentation definiert.

5.5 Die Open-Source-Ökosysteme im Vergleich

Tabelle 5 fasst die organisatorischen Prozesse und Maßnahmen in den offenen Ökosystemen für die Etablierung der IT-Sicherheit und die Erhöhung der Softwarequalität zusammen.

Die Apache Software Foundation bietet mit dem Inkubator-Programm einen relativ schnellen Einstieg in das Ökosystem für weitere Open-Source-Projekte. Allerdings setzen die Prozesse und die Organisation der Softwareentwicklung eine hohe Selbstverantwortung und Kompetenz der Community-Mitglieder voraus. Im Rahmen des Inkubator-Programms werden die neuen Projektkandidaten und -kandidatinnen mit Hilfe der Community-Mitglieder an die organisatorischen Prozesse herangeführt. Die Apache Software Foundation ist ein Beispiel für ein selbstorganisierendes Ökosystem, das nach dem Meritokratie-Prinzip, getrieben von leistungsorientierten und hochkompetenten Individuen, über viele Jahre hinweg erfolgreich funktioniert. Die Softwareprojekte wie Apache Webserver, Apache Tomcat, Apache Solr und viele weitere wurden nicht nur in zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten, sondern auch in den praktischen Anwendungen weltweit eingesetzt. Allerdings bleibt unklar, ob die Security-by-Design-Prinzipien systematisch und projektübergreifend zum Einsatz kommen.

Die Core Infrastructure Initiative (CII) der Linux Foundation ist im Vergleich führend im Umgang mit der IT-Sicherheit und Anwendung von Security-by-Design-Prinzipien in Open-Source-Projekten und -Komponenten. Im Rahmen von CII werden Lösungen zur Verbesserung der Softwarequalität und Erkennung von IT-Sicherheitslücken bereitgestellt und entwickelt, wie z. B. der Kriterienkatalog und Werkzeuge für automatisierte Tests. CII ist verglichen mit den anderen Foundations am weitesten entwickelt im Hinblick auf das Sicherheitsbewusstsein, Metriken für die Feststellung der IT-Sicherheitslücken und auch die Entwicklung von Werkzeugen (Tooling), welche die Realisierung des Security-by-Design-Prinzips vorantreiben.

Auch die OpenStack Foundation ist auf gutem Weg, die Softwareentwicklungsprozesse sicherer zu gestalten. Das Angebot von Tools zu automatisierten IT-Sicherheitstests ist momentan sehr überschaubar. Es ist aber davon auszugehen, dass sich OpenStack weiterentwickelt und auch weitere Tools zur Qualitätssicherung in der Zukunft der Community bereitgestellt werden. Hervorzuheben sind die Kompatibilitäts- und Interoperabilitätstests, welche die Austauschbarkeit der Komponenten sowie eine plattformübergreifende Kommunikation und Interaktion zwischen den Komponenten sicherstellen.

Verglichen mit den bereits genannten Ökosystemen ist FIWARE relativ jung. Die FIWARE Foundation muss zahlreiche Prozesse auch im Hinblick auf die Handhabung von IT-Sicherheitslücken organisieren. Sie hat aber durch die geplante Kooperation gute Voraussetzungen, von den bereits etablierten Foundations wie OpenStack zu lernen und die Best Practices zu übernehmen.

Tabelle 5: Ökosysteme im Vergleich

Foundation	Security-by-Design (Guidelines, Best Practices, Tools)	Schwachstellenanalyse (Reviews)	Schwachstellenmanagement (Meldung und Reaktion auf Sicherheitslücken)	Tests
Apache	projektspezifisch	projektspezifisch, oft erst bei der Anwenderin bzw. beim Anwender	projektübergreifend	projektspezifisch
Linux (CII)	Open Source Maturity Model, Katalog mit Metriken und Best-Practice-Beispielen, Tools für automatisierte Tests	Census-Projekt: externe Reviews für ausgewählte Projekte	projektspezifisch	Interoperabilität Kompatibilität
OpenStack	Guidelines, Tools für automatisierte Tests	„Security“-Team	projektübergreifend	Interoperabilität Kompatibilität
FIWARE	keine genannt	„Bounty“-Programm	keine genannt	FIWARE Ready

5.6 Die treibenden Akteure in den Ökosystemen

Tabelle 6 zeigt die Haupttreiber und die Organisationen, die in verschiedenen Konsortien der Ökosysteme involviert sind. Die Übersicht enthält zusätzlich zu den Open-Source-Ökosystemen die Beteiligungen an dem Industrial Internet Consortium (IIC), das mit der nationalen Initiative Plattform Industrie 4.0 intensiv kooperiert. Viele deutsche Unternehmen wie Bosch und SAP sind auch am IIC beteiligt. Bis jetzt betreiben diese Unternehmen keine völlig offenen Open-Source-Ökosysteme. Sowohl Bosch als auch SAP haben aber ihre eigenen Ökosysteme mit Open APIs (Closed Source) aufgebaut, die ebenfalls erfolgreich sind.⁴⁰

Die USA sind Haupttreiber der Open-Source-IT-Landschaft. Und doch ist gerade im Fall der Apache Foundation eine differenziertere Betrachtung erforderlich. Viele europäische und auch deutsche Firmen und insbesondere Entwickler/-innen aus Forschungsinstituten und Einrichtungen sind an den Apache-Projekten beteiligt. Die Übersicht ist beschränkt auf die Platinum-Mitglieder bzw. Hauptsponsoren der Open-Source-Foundations. Eine detailliertere Betrachtung der weiteren Mitgliedsunternehmen wäre erforderlich, um ein vollständiges Bild über die weltweiten Aktivitäten zu erhalten.

Unter den Hauptsponsoren der zentralen Ökosysteme sticht die Firma IBM besonders heraus, weil sie an den meisten Konsortien, namentlich Apache, OpenStack, Linux, Core Infrastructure Initiative und auch am Industrial Internet Consortium, beteiligt ist.

Ein eingängiges Nutzungsbeispiel und den Mehrwert der Open-Source-Ökosysteme demonstriert die Bluemix-Plattform⁴¹, die von IBM im Jahr 2014 auf den Markt gebracht wurde. Die Bluemix-Plattform stellt Systementwicklern und Systementwicklerinnen kostenpflichtig zahlreiche Open-Source-Komponenten, selbstentwickelte IBM-Komponenten und auch Software der Drittanbieter auf der Basis der OpenStack-Cloud-Infrastruktur zur Verfügung. Die einzelnen Softwarepakete sind in der cloudbasierten Infrastruktur vorkonfiguriert und können ohne hohe Hardwareinvestitionen und Administrationsaufwand gerade von jungen Unternehmen (Start-ups) nach Bedarf genutzt werden. IBM agiert als Anbieter einer leistungsfähigen physikalischen Hardware- und Softwareinfrastruktur, welche die Entwicklung und das Hosting von Anwendungen für die Service-Entwickler und Dienstleister gewährleistet.

40 <http://www.bosch-iot-suite.com>

41 console.ng.bluemix.net

42 <http://www.smartorchestra.de>

5.7 Die Ökosysteme in der Smart Service Welt

Im Rahmen des Technologieprogramms „Smart Service Welt“ beschäftigen sich vier Projekte mit zentralen Querschnittstechnologien für Smart Services. Dazu gehören offene und sichere Plattformlösungen, Ökosysteme und Online-Marktplätze zur Zusammenführung und Vermarktung neuer Dienstleistungen, Services und Datenquellen.

ENTOURAGE: Ein offenes Ökosystem für intelligente, sichere und vertrauenswürdige Assistenzsysteme im Internet of Things

Geräte jeder Art – von der Heizung bis zum Connected Car – bieten heute eine digitale Steuerung an. Die Verbindung dieser vernetzten Dinge mit intelligenten Algorithmen ermöglicht leistungsfähige Assistenzfunktionen für die Nutzerin bzw. den Nutzer. Aktuell findet die Integration aber fast ausschließlich über Smartphones und die zugehörigen Plattformen statt. ENTOURAGE entwickelt ein neuartiges offenes Ökosystem, in dem unterschiedlichste Geräte, Plattformen und Dienste gleichberechtigt zusammenarbeiten können. Durch eine technische und organisatorische Architektur entsteht ein Marktplatz für datenschutzfreundliche Assistenten, auf dem auch kleine und mittlere Unternehmen ihre Dienste anbieten können.

SmartOrchestra: Smart-Service-Plattform zur sicheren internetbasierten Integration, Orchestrierung und Vermarktung intelligent vernetzter Systeme

Das Ziel von SmartOrchestra⁴² ist der Aufbau einer offenen und multistandardkonformen Service-Plattform sowie eines Marktplatzes auf der Basis von FIWARE. Der Marktplatz stellt Datenquellen und Services bereit. Die Services sollen dann die unterschiedlichen Datenquellen nutzen und verarbeiten. Mit Hilfe der Plattform sollen herstellereinspezifische Insellösungen mit weiteren Datenquellen und Applikationen verknüpft werden können. Dadurch soll sowohl Unternehmen als auch einzelnen Nutzern ein zentraler Zugriff auf aufbereitete Daten ermöglicht werden. Der Hauptanwendungsbereich von SmartOrchestra ist die Integration von Smart-Home- und Smart-Building-Anwendungen, die momentan von vielen verschiedenen Sensorik-Herstellern mitgeliefert werden. Ziel ist es, verschiedene Schnittstellen zu den IoT-Komponenten (Sensoren und Aktoren) auf der SmartOrchestra-Plattform zu integrieren und Smart Services und anschließend Möglichkeiten zur

Tabelle 6: Beteiligung von weltweit agierenden Unternehmen an den zentralen Ökosystemen

Land	Name	1	2	3	4	5
USA	IBM	OpenStack	Linux	IIC	CII	Apache
	Intel	OpenStack	Linux	IIC	CII	
	HP	OpenStack	CII	Apache		
	Microsoft	Linux	CII	Apache		
	Bloomberg	CII	Apache			
	Cisco	Linux	CII			
	Dell	IIC	CII			
	Facebook	CII	Apache			
	Google	CII	Apache			
	Qualcomm	Linux	CII			
	Rackspace	OpenStack	CII			
	Amazon	CII				
	AT&T	OpenStack				
	Cloudera	Apache				
	Comcast	Apache				
	General Electric	IIC				
	Hortonworks	Apache				
	NetApp	CII				
	Oracle	Linux				
	PhoenixNAP	Apache				
	Pivotal	Apache				
	RedHat	OpenStack				
	Salesforce	CII				
	VMWare	CII				
	Yahoo	Apache				
NLD	Leaseweb	Apache				
KOR	Samsung	Linux				
JPN	Fujitsu	Linux	CII			
	Hitachi	Linux	CII			
	NEC	Linux	CII			
ITA	Engineering	FIWARE				
GBR	ARM	Apache				
	Canonical (ubuntu)	OpenStack				
	SUSE (Micro Focus)	OpenStack				
FRA	Atos	FIWARE				
	ORANGE	FIWARE				
	Schneider Electric	IIC				
ESP	Telefonica	FIWARE				
DEU	Bosch	IIC				
	SAP	IIC				
CHN	Huawei	Linux	IIC	CII		

Analyse und Weiterverarbeitung der Daten zu schaffen. Als einheitliche Schnittstelle zu den einzelnen hersteller-spezifischen IoT-Komponenten kommt die OpenMTC-Plattform zum Einsatz. OpenMTC abstrahiert herstellere-spezifische Protokolle über einheitliche Schnittstellen und verbindet die IoT-Systeme mit dem Orion Context Broker des FIWARE-Ökosystems. Momentan wird OpenMTC unabhängig von FIWARE entwickelt. Es wird aber geplant, OpenMTC der Community als eine Open-Source-Komponente im Rahmen von FIWARE Foundation zur Verfügung zu stellen.

IoT-T: Testlab und Testware für das Internet of Things, Innovatives Testen von Geräten und Software für das Internet der Dinge

Die Anforderungen an Sicherheit und Interoperabilität sind bei der Entwicklung von Geräten und Anwendungen für das Internet of Things (IoT) hoch. Im Projekt IoT-T wird eine Testplattform entwickelt, die Entwicklern, Entwicklerinnen Anwendern und Anwenderinnen umfangreiche Erprobungsmöglichkeiten von Software und Geräten für das IoT ermöglicht und damit Entwicklungszeiten verringern kann.

Symphony: Ein digitaler Marktplatz für Informations- und Telekommunikationsdienste

Mit der Plattform Symphony soll ein digitaler Marktplatz für IKT-Dienste geschaffen werden, der sich gezielt an kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) wendet. Über den Online-Marktplatz können KMU künftig IKT-Dienste vergleichen, auswählen, kombinieren, buchen und verwalten. Die dazugehörigen Geschäftsvorfälle müssen dann nicht mehr mit jedem einzelnen Anbieter separat abgewickelt werden (One Face to the Customer).

Weitere Beispiele für die neuen Wertschöpfungsbeziehungen in der Plattformökonomie in verschiedensten Smart Service Welt-Bereichen wie Logistik, Condition Monitoring, Planung von Produktionsprozessen, aber auch im Bereich Mobilität zur Verkehrsflussoptimierung sind im „Wegweiser Smart Service Welt: Smart Services im digitalen Wertschöpfungsnetz“ von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech zu finden⁴³.

43 <http://www.acatech.de/de/publikationen/publikationssuche/detail/artikel/wegweiser-smart-service-welt-smart-services-im-digitalen-wertschoepfungsnetz.html>

6 Die übergreifenden Themen in der Smart Service Welt

6.1 Rechtliche Herausforderungen

Die Smart Service Welt-Vision hängt maßgeblich davon ab, wie die Projekte die Prinzipien Privacy by Design, Data Protection By Design, zweckgebundene Datennutzung sowie Datensparsamkeit umsetzen werden, die in der aktuellen europäischen Datenschutzgrundverordnung fest verankert sind. Der Erfolg der entstehenden Serviceplattformen, Online-Marktplätze und Ökosysteme wird von der rechtskonformen Nutzung und dem Umgang mit personenbezogenen oder auch -beziehbaren Daten abhängig sein.

Diese sensiblen Daten werden vor allem in IoT-Systemen durch Sensoren oder eingesetzte Hardware (z. B. GPS-, Feuchtigkeits- oder Bewegungssensoren) erhoben. Die Zusammenführung und intelligente Analyse dieser Daten ermöglichen maßgeschneiderte, kundenindividuelle Dienste.

Durch die Offenlegung der Schnittstellen zu den Service-Plattformen und Ökosystemen werden neue kreative Potenziale der Entwickler-Communitys aktiviert, die sich nun an der weltweiten Wertschöpfung beteiligen können. Die Smart Services und die Komponenten für die Erfassung und Analyse von Sensordaten werden nun nicht von einer einzelnen Firma, sondern von einer globalen Entwickler-Community auf einer Plattform oder in einem Ökosystem gemeinsam entwickelt.

Dem Ansatz, möglichst viele Datenquellen zu Smart Services zu kombinieren und zu verwerten, stehen allerdings die Grundsätze der Zweckbindung und der Datensparsamkeit aus der europäischen Datenschutzgrundverordnung entgegen. Daher besteht eine der Hauptherausforderungen darin, das Dilemma der Gewährleistung des Datenschutzes einerseits und die Nutzung des kreativen Potenzials der Entwickler-Community andererseits aufzulösen. Nur so können sich datenverarbeitende Technologien und darauf basierende smarte Services die Akzeptanz der Endanwender/-innen nachhaltig sichern. Ohne Vertrauen in den Schutz der informationellen Selbstbestimmung und der Sicherheit von Daten entwickelt sich kein Markt für Smart Services.

Dem **Querschnittsthema „Rechtliche Herausforderungen“** kommt daher eine wesentliche Bedeutung innerhalb der Begleitforschung Smart Service Welt zu. Nach der ersten Sitzung der Arbeitsgruppe Recht konzentrieren sich die juristischen Herausforderungen der Projekte weniger auf die Rechtsgebiete „gesetzliche und vertragliche Haftung“

und „Strafrecht“. Vielmehr stehen Fragen des Ordnungsrahmens für digitale Plattformen, von Dateneinsatz, Datenschutz und Dateneigentum, des Wettbewerbs sowie der Privatautonomie für Nutzer/-innen von Plattformen im Vordergrund des Interesses. Hierbei sind jeweils auch die Vorgaben für den Eintritt in europäische Märkte von Relevanz. Es ist abzuschätzen, dass es auf europäischer Ebene gelingen kann, einen einheitlichen Rechtsrahmen für Plattformökonomie zu definieren. Auch der Vergleich mit der US-amerikanischen Rechtslage wird bedeutsam sein. Mögliche Handelshemmnisse für grenzüberschreitende, datenbasierte Dienstleistungen müssen identifiziert und konkret benannt werden.

Es gelten die Grundsätze:

- Neue Produkte und Services werden nur dann am Markt erfolgreich sein, wenn sie auch rechtliche Rahmenbedingungen erfüllen.
- Mögliche juristische Problemfelder müssen möglichst frühzeitig identifiziert werden, um
 - das Leistungsangebot normkonform zu gestalten oder
 - auf eine Änderung der normativen Vorgaben hinwirken zu können.

Besonders im Fokus steht das Datenschutzrecht und folgender Grundsatz: Personenbezogene Daten dürfen nur dann erhoben, verarbeitet oder gespeichert werden, wenn der Betroffene dem zustimmt oder eine gesetzliche Regelung es erlaubt. Es werden Themen wie das Verbot mit Erlaubnisvorbehalt, Zweckbindung, Transparenz und Sicherheit der Verarbeitung sowie der besondere Schutz von Gesundheitsdaten bearbeitet.

In der zukünftigen Begleitung der Arbeitsgruppe werden neben dem Datenschutz auch die zivilrechtliche und strafrechtliche Haftung behandelt. Der europäische Ordnungsrahmen für digitale Plattformen wird ebenfalls breiten Raum einnehmen. Dabei wird es um vergleichbare Ausgangsbedingungen für die europäische Durchsetzung digitaler Dienste und das verantwortungsvolle Management von Online-Plattformen zum Schutz von Grundwerten wie Transparenz und Fairness gehen. Ziel sind offene und diskriminierungsfreie Märkte in einer datengesteuerten Wirtschaft.

Das im März 2017 veröffentlichte „Weißbuch Digitale Plattformen“ des BMWi überprüft die derzeitigen gesetzlichen Grundlagen hinsichtlich der Anpassungsnotwendigkeit

rechtlicher Rahmenbedingungen zur Sicherung eines Level Playing Field zwischen analogen, digitalen und hybriden Geschäftsmodellen. Die Zielkonflikte von Datennutzung zu Datensicherheit und Datensouveränität müssen produktiv aufgelöst werden.

Die Begleitforschung unterstützt die Projekte mit den Informationen zu den relevanten Veranstaltungen, der Organisation von Workshops, dem Informationstransfer und auch mit dem gezielten Austausch zu den relevanten Themen zwischen den Projekten.

6.2 Sichere Plattformarchitekturen

Aus der bisherigen Diskussion mit den Teilnehmern und Teilnehmerinnenn im Umfeld des Technologieprogramms Smart Service Welt kristallisiert sich das Thema Rechtskonformität als eine der größten Herausforderungen heraus. Dies gilt insbesondere mit Hinblick auf die Nutzung von Daten, die Kombination von Daten und Services und dadurch die Veränderung der Nutzungsaspekte oder auch Sensibilität der Daten sowie Schutz und Vertraulichkeit der Dienste und Daten. Eine solide rechtliche Grundlage ist zwingend erforderlich für die Gestaltung von erfolgreichen Plattformarchitekturen. Technisch ist zwar vieles möglich, doch die rechtlichen Rahmenbedingungen schränken viele Analyse-, Einsatz- oder Kombinationsmöglichkeiten der potenziellen Dienste ein.

Datenschutz/Datennutzung

Die wesentlichen Herausforderungen bei der Datennutzung bestehen in dem Konflikt, dass mit der Entwicklung eines Smart Service einerseits beabsichtigt wird, diesen möglichst selbstständig in der Ausführung seines Dienstes und der Nutzung der Daten agieren zu lassen, andererseits ist jedoch eine gewisse Kontrollierbarkeit der Datenverwendung gewünscht, um sowohl Missbrauch als auch Rückschlüsse auf persönliche Informationen zu vermeiden.

Im Gegensatz zu bilateralen Vereinbarungen gibt es in Ökosystemen und Serviceplattformen keine direkten Verträge zwischen Nutzern, Nutzerinnen und Serviceanbietern. Dadurch kann zum einen nicht auf individuelle Wünsche oder Forderungen der Nutzer/-innen und Anbieter eingegangen werden, zum anderen ist eine Qualitätskontrolle der Dienste und der zur Verfügung gestellten Daten ebenfalls sehr schwierig.

Verantwortlichkeiten in der Nutzung von Daten stellen eine weitere offene Fragestellung dar. Bei einer fehlerhaften oder ungewollten Datennutzung durch den Service ist momentan unklar, wer zur Verantwortung gezogen werden soll: Datenlieferanten, Serviceanbieter oder die Plattformbetreiber?

Die technologischen Ansätze zur rechtskonformen Datennutzung bzw. Kontrolle der Zweckbindung sind ein Gegenstand der aktuellen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, wie es z. B. in der Studie „Die Zukunft des Datenschutzes im Kontext von Forschung und Smart Data“ veranschaulicht wird (vgl. Smart Data 2016). In der Smart Service Welt erreichen diese Herausforderungen jedoch eine weitere Komplexitätsstufe, da die Geschäftsbeziehungen zwischen den Serviceanbietern, Plattform Providern und Endanwendern gerade in offenen Open-Source-Ökosystemen noch nicht einheitlich und eindeutig definiert sind.

Identitätsmanagement

Das Identitätsmanagement dient zur Identifizierung, Authentifizierung und Autorisierung von Nutzern einer Anwendung, eines Dienstes oder einer Plattform. Als Nutzer/-innen sind hierbei Personen, Geräte oder Maschinen sowie zusammenfassend auch Gruppen dieser Nutzer/-innen anzusehen.

Wesentliche Anforderungen beim Identitätsmanagement sind Benutzungs- bzw. Zugriffskontrolle sowie ein Rechtemanagement mit differenzierter Sicherheit und ggf. dynamischer Rechtevergabe. Die Authentifizierung und Autorisierung kann über verschiedene Ebenen oder Anwendungen (kontextbezogen) erfolgen und Mechanismen wie attributbasierte oder 2-Faktor-Authentifizierung beinhalten.

Insbesondere im Zusammenhang mit dem Internet of Things (IoT) spielt die Echtheit von Diensten, Datenquellen und Sensoren eine große Rolle. Hier sind die Vertrauenswürdigkeit, sicherheitskritische Funktionen und zulässige Verbindungen genau zu prüfen.

Service- und plattformübergreifende Identifizierungs- und Authentifizierungsverfahren sind momentan ein Gegenstand der Forschung. So veröffentlichte die Connecting Europe Facility der Europäischen Kommission eine öffentliche Ausschreibung zur Entwicklung von Standards und einheitlichen Rahmenwerken für grenzübergreifende elektronische Identifikationsverfahren eID und weitere elektronische Identifizierungs- und Authentifizierungsmechanismen wie z. B. eSignature, eDelivery, eInvoicing, eTranslation. Die einheitlichen Schnittstellen für die Identifizierungs- und Authentifizierungsdienste sollen in erster Linie europaweit Bürger/-innen und Dienstleister in den öffentlichen Verwaltungsbehörden miteinander verbinden. Ziel der Connecting Europe Facility ist es, einen einheitlichen europäischen digitalen Markt (Single Digital Market) zu schaffen, auf dem sowohl die kommunalen Einrichtungen, aber auch Wirtschaftsunternehmen vertrauensvoll und sicher miteinander kommunizieren und operieren können.

Integration von komplexen Services und Testautomatisierung

Die Schnittstellen zu den IoT-Plattform-Providern sind meistens über herstellerspezifische Protokolle zugänglich. Die Vereinheitlichung der Schnittstellen, Sprachunabhängigkeit und generische Adapter sind für die Etablierung von neuen Dienstleistungen und Smart Services auf dem Markt unabdingbar. Insbesondere sollen die Testumgebungen und Szenarien für die Integration der Dienste so spezifiziert werden, dass der Aufwand für die Service-Anbieter möglichst gering ist.

Auch „nicht funktionale“ Aspekte wie die Reaktionszeiten, Skalierbarkeit, Interoperabilität und Kompatibilität bei nahezu beliebigen Kombinationen von Komponenten sind für Plattformökonomie in offenen Ökosystemen von großer Bedeutung.

Weitere Herausforderung für die Plattformbetreiber stellen die Service Provider mit verschiedenem IT-Sicherheitsbewusstsein dar. Standardisierte und anerkannte Prozesse für die Überprüfung der Schwachstellen in Softwarekomponenten müssen geplant, definiert und umgesetzt werden.

Die organisatorischen Prozesse für die Entwicklung von Softwarekomponenten und Qualitätssicherung durch z. B. automatisierte Tests in den bereits etablierten offenen Ökosystemen werden im Innovationsbericht im Kapitel „5.5 Die Open-Source-Ökosysteme im Vergleich“ thematisiert.

Die Begleitforschung unterstützt die Projekte gezielt mit dem Aufzeigen von Hindernissen, der Bereitstellung von Informationen zu den relevanten Enabler-Technologien sowie der Herstellung von Kontakten zu den relevanten Akteuren wie z. B. Plattform Industrie 4.0, FIWARE Foundation oder Industrial Data Space. Darüber hinaus organisiert die Begleitforschung Workshops zum gezielten fachlichen Austausch und Wissenstransfer zwischen den Projekten.

6.3 Digitale Geschäftsmodelle/ Plattformökonomie

Die voranschreitende Digitalisierung transformiert alle Bereiche der Wirtschaft. Die Digitalisierung von Gütern, Dienstleistungen und Produktionsprozessen führt zu einer zunehmenden Verschmelzung von Gütern und Dienstleistungen zu hybriden Produkten und eröffnet neue Möglichkeiten der Kundenorientierung und Individualisierung der Leistungen. Sogenannte „X as a Service“-Ansätze versuchen möglichst vieles als Dienstleistungen anzubieten – so etwa bei der Idee des „Production as a Service“, bei dem produzierende Unternehmen nicht mehr eigene Maschinen vorhalten müssen, sondern die benötigte Produktionskapazität flexibel anmieten können. Neue datenbasierte Dienstleis-

tungen, sogenannten Smart Services, verschmelzen internetbasierte und physische Dienstleistungen zu einem nutzerzentrierten smarten Dienstleistungsangebot (vgl. acatech 2015) und schaffen so neue Wertschöpfungspotenziale.

Die digitale Transformation bietet insbesondere auch der deutschen Industrie viele Chancen und Wachstumspotenziale. Dabei zeigt jedoch eine aktuelle repräsentative Erhebung bei deutschen und amerikanischen Großunternehmen, dass sich deutsche Unternehmen bei der Digitalisierung noch deutlich schwerer tun als US-amerikanische Firmen. Bei 31 Prozent der Großunternehmen in Deutschland geben Führungsmitarbeiter/-innen an, ihr Unternehmen sei zu unflexibel und zu langsam bezüglich der Anforderungen der digitalen Transformation – in den USA sind dies nur sieben Prozent. Und während sich in den USA 85 Prozent der Unternehmen „gut“ oder „sehr gut“ auf die Transformation vorbereitet sehen, sind es in Deutschland lediglich 35 Prozent. 63 Prozent der deutschen – aber nur 14 Prozent der US-amerikanischen – Großunternehmen sehen „fehlende Erfahrung bei nutzerzentriertem Vorgehen“ als Haupthemmnis ihrer Digitalisierung an (vgl. etventure 2017).

Erfolgreiche digitale Geschäftsmodelle stellen konsequent die Nutzerperspektive in den Mittelpunkt und entwickeln davon ausgehend ein Angebot, das die digitalen Technologien optimal für möglichst flexible und nutzerfreundliche digitale bzw. digitalisierte Güter und Dienstleistungen einsetzt. Dabei gilt es, die spezifischen Besonderheiten digitaler Märkte zu beachten:

Internetbasierte digitale Angebote zeichnen sich durch Netzwerkeffekte, eine hohe Skalierbarkeit und Reichweite aus. Anders als bei physischen Angeboten spielt bei digitalen internetbasierten Diensten der Raum als Kostenfaktor keine Rolle – geografische Grenzen bestehen hier nur im Sinne von kulturellen, sprachlichen und juristischen (unterschiedliche Rechtssysteme) Hürden. Die für eine schnelle mengenmäßige Ausweitung des Angebotes (Skalierung) notwendige zusätzliche Rechenkapazität kann schnell und flexibel eingesetzt werden. So kann ein neues, innovatives Angebot, welches zunächst nur von einer kleinen Gruppe genutzt wird, sehr schnell neue Kunden gewinnen, bis es von (nahezu) allen Nutzern und Nutzerinnen im Markt verwendet wird. Hinzu kommt, dass in digitalen Märkten in der Regel Netzwerkeffekte eine große Rolle spielen: Angebote werden umso nutzbringender, je mehr andere Akteure dieses Angebot ebenfalls nutzen, also je größer das Netzwerk der Nutzer/-innen ist. Dies führt dazu, dass in internetbasierten Märkten Schnelligkeit eine besondere Rolle spielt und sich oft in relativ kurzer Zeit dominierende Anbieter oder gar Monopole herausbilden.

In allen digitalen Märkten spielen Daten eine zentrale Rolle. Der Austausch von Daten – und damit Fragen der

(In-)Kompatibilität und Interoperabilität – ist für digitale Systeme zentral. Vor allem aber ermöglicht die Auswertung der erfassten bzw. generierten Daten, den spezifischen Mehrwert zu generieren, der digitale Angebote auszeichnet. Hier besteht ein Spannungsfeld zwischen möglichen Analyseerkenntnissen und Datenschutzfragen – insofern gibt es hier eine Überschneidung mit dem im Abschnitt „6.1 Rechtliche Herausforderungen“ dargestellten Querschnittsthema.

Hinzu kommt, dass neue digitale Märkte typischerweise von digitalen Plattformen geprägt sind. Eine Plattform im ökonomischen Sinne ist ein zentraler Akteur, der verschiedene Gruppen im Markt miteinander verknüpft, die ohne die Plattform nicht oder nicht so effizient interagieren könnten. Eine solche Plattform kann ein digitaler Marktplatz sein, der Angebot und Nachfrage zusammenführt und so Markttransaktionen ermöglicht. Das bekannteste Beispiel für eine solche transaktionszentrierte digitale Plattform im Konsumentenbereich ist eBay. Durch eine digitale Plattform kann aber auch ein datenbasiertes Gesamtsystem geschaffen werden, in dem komplementäre Produkte zu einem Gesamtsystem verknüpft werden. Die beiden bekanntesten Beispiele für eine solche datenzentrierte digitale Plattform sind die beiden Betriebssysteme für Smartphones und Tablets, iOS und Android.

Anbieter neuer digitaler Plattformen – egal ob im Endnutzer- oder im Business-to-Business-Bereich – stehen vor besonderen Herausforderungen. Zu Beginn müssen digitale Plattformen das sogenannte Henne-Ei-Problem lösen: Anbieter gehen nur dann auf einen digitalen Marktplatz, wenn genügend Nachfrager vorhanden sind. Gleichzeitig besuchen Nachfrager einen digitalen Marktplatz nur dann, wenn genügend Anbieter darauf zu finden sind. Ein datenbasiertes Gesamtsystem ist für potenzielle Nutzer/-innen nur dann attraktiv, wenn genügend komplementäre Produkte vorhanden sind. Unternehmen werden aber nur dann Produkte für ein solches System produzieren, wenn dieses bereits von vielen Endnutzern und Endnutzerinnen eingesetzt wird. Digitale Plattformen müssen daher geeignete Strategien zur Überwindung des Henne-Ei-Problems entwickeln.

Transaktionszentrierte und datenzentrierte Plattformen unterscheiden sich hinsichtlich des passenden Leistungsbündels (vgl. Engelhardt et al. 2017). Für den Erfolg eines Internet-Marktplatzes sind zum Beispiel eine gute Suchfunktion, ein passender Angebotsmechanismus (z. B. Auktion) und ein Bewertungsmechanismus wichtig. Für den Erfolg eines datenzentrierten Gesamtsystems sind hingegen die Qualität und die Usability bei der Nutzung aller

Systemkomponenten sowie die Interoperabilität der eingebundenen Komponenten wichtig. Zudem kann es sinnvoll sein, Elemente des jeweils anderen Plattfortmtyps mit aufzunehmen – so zum Beispiel wenn eine datenzentrierte Plattform einen Marktplatz für mit dem System kompatible Produkte (Hardware, Software, Daten) betreibt. Um das passende Leistungsangebot der Plattform identifizieren zu können, ist es daher wichtig, zunächst zu klären, zu welchem der beiden Idealtypen (transaktionszentriert oder datenzentriert) die Plattform schwerpunktmäßig zuzuordnen ist, um dann in einem zweiten Schritt der weiteren Konkretisierung des Leistungspakets ggfs. bewusst Elemente des anderen Plattfortmtyps mit aufzunehmen.

Generell sind Plattformen bzw. plattformbasierte digitale Geschäftsmodelle stark im Kommen. Laut einer im März 2017 veröffentlichten Analyse des Investitionsverhaltens von besonders erfolgreichen Venture-Capital-Firmen⁴⁴ waren 92,1 Prozent der zwischen 2010 und 2016 finanzierten Start-ups mit dem Begriff der Plattform verknüpft (vgl. CB Insights 2017). Dabei entfielen die meisten Risikokapital-Investitionen (Anzahl der „Deals“) auf den Bereich „Business Intelligence, Analytics & Performance Management“. Der Bereich „Marketplace“ liegt hier zwar noch an zweiter Stelle, allerdings weisen 87,3 Prozent der Start-ups das Schlagwort „Data“ in ihrer Unternehmensbeschreibung auf, aber nur 26,4 Prozent das Schlagwort „Products“. Die Schlagwortanalyse zeigt zudem einen überproportionalen Anstieg von Start-ups, die Technologien der künstlichen Intelligenz und Versicherung nutzen. Aus diesen Beobachtungen lässt sich ableiten, dass transaktionszentrierte digitale Plattformen zwar nach wie vor wichtig sind, digitale Geschäftsmodelle aus dem Bereich der datenzentrierten Plattformen aber zunehmend an Bedeutung gewinnen. Auch die Smart Service Welt-Projekte sind überwiegend dem Bereich der datenzentrierten digitalen Plattformen zuzuordnen.

Die Herausforderung bei der Entwicklung erfolgreicher neuer digitaler Geschäftsmodelle besteht zusammenfassend darin, die jeweilige Kernidee durch den Einsatz geeigneter digitaler Technologien möglichst benutzerfreundlich umzusetzen und dabei den Besonderheiten der digitalen (Plattform-)Märkte Rechnung zu tragen. Die Begleitforschung unterstützt die Smart Service Welt-Projekte hierbei.

6.4 Normung und Standardisierung

Normung und Standardisierung spielen im Bereich der internetbasierten Dienste eine entscheidende Rolle. So schaffen beispielsweise standardisierte Schnittstellen Kom-

44 CB Insights Research hat 24 Venture-Capital-Firmen anhand der Kombination von Portfoliobewertung und Investment-Ergebnis als „beste“ Firmen ausgewählt und deren Investments analysiert

patibilität und Interoperabilität und bilden somit einen Rahmen für neue und innovative digitale Geschäftsmodelle. Normen und Standards zur sicheren, effizienten und flexiblen Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Auswertung und Nutzung von Daten tragen zur Sicherheit von Transaktionen, Vertrauen in Geschäftsbeziehungen und Akzeptanz auf Seiten der Verbraucher/-innen bei. Standardisierte, sichere Plattformarchitekturen, die im Idealfall sektorenübergreifend Anwendung finden, sichern nicht nur Interoperabilität, sondern auch Übertragbarkeit und Erweiterbarkeit und tragen zur Reduktion oder sogar Vermeidung von Transaktionskosten bei.

Die Bandbreite der Normung und Standardisierung umfasst sowohl Themen, die horizontal über alle Anwendungsfelder hinweg relevant sind, wie Kommunikation, Konnektivität, (semantische) Interoperabilität, Schnittstellen, (Daten-) Sicherheit, Architekturen und Infrastrukturen, als auch vertikale Themen, also solche, die für einzelne Anwendungsfelder wie Produktion, Mobilität oder Gesundheit relevant sind. Beispiele für solche vertikalen Themen sind Automatisierung, Sensorik oder Aktorik.

Für die Projekte aus dem Technologieprogramm Smart Service Welt ergeben sich im Zusammenhang mit Normung und Standardisierung einige wesentliche Herausforderungen, in denen die Begleitforschung Unterstützung bietet.

So ist die Standardisierungslandschaft gerade auf der primär durch die Akteure anvisierten internationalen Ebene stark fragmentiert. Die Vielzahl von Organisationen und Konsortien sowie die vielen von diesen erarbeiteten konkurrierenden Standards und die Unterschiede bzgl. Marktposition, Ausrichtung, Beteiligungsmöglichkeiten, Erarbeitungsprozessen, Verfügbarkeit und Verbreitung erschweren es den Projektteilnehmern und -teilnehmerinnen, auf dem jeweils neuesten Stand zu bleiben. Zudem hindert diese sie, fundierte Entscheidungen darüber zu treffen, welcher Standard angewendet werden soll, ob und welcher Grad der Offenheit (Open Access, Open Source, Open Content) als richtig erachtet wird, an welchen laufenden Standardisierungsaktivitäten sich aktiv beteiligt werden sollte oder ob ggf. sogar die Bildung eines neuen Gremiums oder die Erarbeitung neuer Normen oder Standards erforderlich sind.

Hinzu kommt die Herausforderung, sich sowohl vertikal als auch horizontal mit relevanten Akteuren zu vernetzen und auszutauschen, Synergien zu nutzen sowie gemeinsame Strategien bzgl. Normung und Standardisierung zu diskutieren, Entscheidungen zu treffen, entsprechende Aktivitäten zu initiieren und Kooperationen einzugehen. Hierbei sind unterschiedliche Dimensionen und Faktoren zu berücksichtigen, beispielsweise die jeweiligen betriebswirtschaftlichen Sichtweisen der beteiligten Organisationen, die gesamtwirtschaftliche und die industriepolitische Perspek-

tive, sowohl national als auch im internationalen Kontext, die Abwägung, ob und zu welchem Zeitpunkt in der F&E-Phase Normung und Standardisierung relevant werden und inwieweit sie als Teil einer Vermarktungs- oder Verwertungsstrategie einbezogen werden sollten, und nicht zuletzt auch die Endnutzer- bzw. Verbraucher-Perspektive.

Die Begleitforschung unterstützt die Projekte daher gezielt mit an den Herausforderungen ausgerichteter Beratung zu Prozessen, Strukturen, Akteuren, Beteiligungsmöglichkeiten und Ergebnissen der Normung und Standardisierung in den relevanten Themenfeldern sowie allgemein zu Wirkungsweisen, Vorteilen und strategischen Aspekten von Normung und Standardisierung. Vor diesem Hintergrund werden zudem der fachliche Austausch und die Vernetzung der Projekte gefördert.

Eine erste Analyse der Projekte hat ergeben, dass einige Standards und Normen von den Projekten derzeit häufig genutzt werden. Dazu gehören u. a.:

- OPC UA, Unified Architecture der OPC Foundation (industrielles M2M-Kommunikationsprotokoll, Veröffentlichung auch als IEC-Normenreihe IEC 62541)
- TCDP, Trusted-Cloud-Datenschutzprofil für Cloud-Dienste (Prüfstandard für die Datenschutz-Zertifizierung von Cloud-Diensten)
- ISO/IEC 27000er Reihe (Informationstechnik – IT-Sicherheitsverfahren – Informationssicherheits-Managementsysteme)

Bedarfe für Standardisierungsaktivitäten bestehen derzeit hauptsächlich in den eher individuellen Themenbereichen der Projekte, so z. B. auf folgenden Gebieten:

- Standardisierung von Schnittstellen (z. B. im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs)
- Kommunikation von Wartungsfenstern, Austauschformate von maschinengetriebenen Meldungen (z. B. zur smarten Techniker-Einsatzplanung)
- Cloud Security, ISO/IEC 27017 (z. B. zur datenschutzkonformen Nutzung von Automobildaten)
- Standards zu E-Health und E-Health-Datenschutz (bzgl. der digitalen Kommunikation zwischen behandelnden Ärzten und Ärztinnen sowie Patienten und Patientinnen)
- Standardisierung von Wearables/intelligenten Textilien

Die Analyse laufender Normungs- und Standardisierungsaktivitäten, Strategien und standardisierungspolitischer Entwicklungen auf der nationalen und internationalen Ebene, in relevanten horizontalen Themen wie Interoperabilität, Schnittstellen, Architekturen, (Daten-)Sicherheit sowie in ausgewählten vertikalen Themen lieferte relevante Ergebnisse für die geförderten Projekte sowie allgemein für das Förderprogramm.

- Für den Bereich der Normung und Standardisierung bestehen enge Zusammenhänge und Synergien mit dem Querschnittsthema Sichere Plattformarchitekturen, da Plattformarchitekturen Gegenstand einer Vielzahl von Normungs- und Standardisierungsaktivitäten und die Akteure vielfach dieselben sind.
- Was die Standardisierungspolitik auf europäischer Ebene betrifft, so ist die IKT-Standardisierungsstrategie für den Digitalen Binnenmarkt relevant, in der Cloud Computing, Internet of Things (IoT), 5G, Cyber Security und (Big) Data als thematische Prioritäten sowie E-Health, Smart Energy, Smart Cities, Intelligent Transport Systems/Connected & Automated Vehicles und Advanced Manufacturing als Kernanwendungsfelder hervorgehoben werden (vgl. European Commission 2016), denn viele dieser Themen und Felder stehen auch im Fokus der Projekte von Smart Service Welt. Für jede der thematischen Prioritäten werden in der IKT-Standardisierungsstrategie Maßnahmen definiert. Für das Thema Internet of Things beinhalten die Maßnahmen unter anderem einheitliche Referenzarchitekturen, Protokolle, Schnittstellen, APIs, die Förderung von Implementierungsszenarien und die Erarbeitung fehlender Interoperabilitätsstandards. Für das Thema Cyber Security sollen unter anderem Praxisleitfäden zu IoT, 5G, Cloud, Big Data und Smart Factories erarbeitet werden und globale Interoperabilität sowie lückenlose, vertrauenswürdige Authentifizierungsmechanismen unterstützt werden.
- Spezielles Augenmerk gilt dem Thema Internet of Things, da für Smart Services viele der hier vorhandenen Normen und Standards relevant sind. Die Special Task Force 505 „IoT Standards Landscaping & IoT LSP Gap Analysis“ von ETSI (European Telecommunications Standards Institute) hat jüngst sowohl eine Analyse der Standardisierungslandschaft (vgl. ETSI 2016a) als auch eine Gap-Analyse (vgl. ETSI 2016b) veröffentlicht. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wurden 329 relevante Normen und Standards in den jeweils sieben betrachteten Themen- und Anwendungsfeldern identifiziert. Die drei wichtigsten Themenfelder sind Kommunikation und Konnektivität, Integration und Interoperabilität sowie IoT-Architekturen. Die drei wichtigsten Anwendungsfelder sind Smart Mobility, Smart Living und Smart Manufacturing, was sich mit den Schwerpunkten der Projekte von Smart Service Welt deckt. In diesem Zusammenhang ist auch AIOTI⁴⁵ (Alliance for Internet of Things Innovation) zu nennen, ein Zusammenschluss von Akteuren aus Industrie und Forschung, die in derzeit 13 Arbeitsgruppen organisiert sind. Neun Arbeitsgruppen befassen sich mit vertikalen Themen wie beispielsweise Wearables, Smart Mobility, Smart Manufacturing, Smart Energy, Smart Cities. Die übrigen vier Arbeitsgruppen befassen sich mit horizontalen Themen, wobei die Arbeitsgruppe IoT Standardisation die größte und aktivste ist und eng mit der oben genannten Special Task Force 505 zusammenarbeitet.
- Was vertikale Themen betrifft, so sind im Bereich der Produktion die Aktivitäten zu Industrie 4.0 zu nennen, bei denen Normung und Standardisierung über das Standardisation Council Industrie 4.0 in ein Gesamtkonzept zusammen mit der Plattform Industrie 4.0 und dem Labs Network Industrie 4.0 eingebunden sind. Hier findet die Vernetzung der Akteure über die Plattform statt, die Normungs- und Standardisierungsaktivitäten werden über das Standardisation Council koordiniert und die Validierung erfolgt über das Labs Network.

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Apache Software Foundation (Platin Sponsors)	32
Tabelle 2: Platinum-Mitglieder der Linux Foundation	33
Tabelle 3: Platin-Mitglieder OpenStack	35
Tabelle 4: Platinum-Mitglieder FIWARE Foundation	36
Tabelle 5: Ökosysteme im Vergleich	39
Tabelle 6: Beteiligung von weltweit agierenden Unternehmen an den zentralen Ökosystemen	41

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Marktentwicklung im Bereich vernetzte Fahrzeuge (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an PwC 2016a)	4
Abbildung 2: Verkehrstelematik per LTE (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an c't 21/2016, S. 180)	7
Abbildung 3: Intelligente Parkplatzsuche (Quelle: TomTom)	8
Abbildung 4: Nutzung unterschiedlicher Verkehrssysteme per eTicket	10
Abbildung 5: Umsatzpotenzial im Bereich Smart Home (Quelle: eigene Darstellung, basiert auf Statista 2014)	13
Abbildung 6: Architekturbild des Projekts Guided AL (Quelle: Guided AL)	15
Abbildung 7: Wirtschaftsindex DIGITAL 2015 (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an bvitg e.V. 2016b)	15
Abbildung 8: Datenaustausch zwischen Patient, Hausarzt und Krankenhaus (Projekt MACSS)	18
Abbildung 9: Analyse der gewerblichen Wirtschaft nach Digitalisierungsgrad (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an BMWi 2016a, Daten: TNS Infratest, repräsentative Unternehmensbefragung „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2016“)	25
Abbildung 10: Aufbau der OpenServ4P-Plattform (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an BMWi 2016a, Daten: TNS Infratest, repräsentative Unternehmensbefragung „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2016“)	26
Abbildung 11: Überblick der IT-Architektur – Mobile Devices und Digitale Fabrik (Quelle: Siemens AG)	29
Abbildung 12: Linux Foundation (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an www.linuxfoundation.org/about)	33
Abbildung 13: Funktionsweise OpenStack (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an www.openstack.org/software)	35
Abbildung 14: Orion Context Broker (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an Präsentationsunterlagen zum Training <i>FIWARE NGSI: Managing Context Information at a large scale</i> , <i>Fermin Galan Orion Broker dev team</i>)	37

9 Literaturverzeichnis

acatech (Hg.) (2015): *SMART SERVICE WELT*.

Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht Langversion. Unter Mitarbeit von Henning Kagermann und Frank Riemensperger, zuletzt geprüft am 13.04.2017.

BMI (Hg.) (2015): *Staat 4.0 – Digital, Souverän, Innovativ*.

IT-Gipfelpapier der Plattform digitale Verwaltung und öffentliche IT zum Nationalen IT-Gipfel 2015.

BMWi (2016a): *AUTONOMIK für Industrie 4.0*. Ergebnisse.

Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Online verfügbar unter http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Autonomik-leitfaden1.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 30.01.2017.

BMWi (Hg.) (2016b): *Monitoring-Report Wirtschaft*

DIGITAL 2016, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

BMWi (2016c): *Smart Service Welt – Internetbasierte*

Dienste für die Wirtschaft. Ein Technologieprogramm des Bundeswirtschaftsministeriums für Wirtschaft und Energie.

Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Online verfügbar unter http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/smart-service-welt-broschuere_final.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 04.01.2017.

BMWi (2016d): *SmartHome2Market*. Marktperspektiven für die intelligente Heimvernetzung – 2016. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Online verfügbar unter http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/smarthome-broschuere.pdf?__blob=publicationFile&v=9, zuletzt geprüft am 30.01.2017.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hg.) (2014): *ICS-Security-Kompodium*. Testempfehlungen und Anforderungen für Hersteller von Komponenten.

Online verfügbar unter https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/ICS/ICS-Security-Kompodium-Hersteller.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 03.04.2017.

Bundesgesundheitsministerium (Hg.) (2017): *E-Health-*

Initiative zur Förderung von Anwendungen in der Telemedizin. Online verfügbar unter

<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/e-health-initiative-und-telemedizin/e-health-initiative.html#c2848>, zuletzt aktualisiert am 10.04.2017.

bvity e.V. (2016a): *Austausch von Gesundheitsdaten –*

Datenschutzrechtliche Anforderungen an Datenaustauschplattformen im Gesundheitswesen. Hg. v. bvity e.V., gmds, IHE, GDD.

bvity e.V. (2016b): *Zukunft.Gesundheit.Digital*. „Die Chancen der Digitalisierung für das Gesundheitswesen nutzen“.

Trendbrief Nr. 01/2016. Hg. v. bvity e.V.

CB Insights (Hg.) (2017): *Industries Of The Future: The*

Trends, Companies, And Categories The Top VC Firms Are Betting On. Online verfügbar unter <https://www.cbinsights.com/blog/smart-money-startup-funding-trends/>,

zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Core Infrastructure Initiative (Hg.) (2017): *Badge Program*.

Online verfügbar unter <https://www.coreinfrastructure.org/programs/badge-program>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Deloitte (Hg.) (2016): *Head Mounted Displays in deutschen*

Unternehmen. Ein Virtual, Augmented und Mixed Reality Check, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Engelhardt, Sebastian von; Wangler, Leo; Wischmann,

Steffen (2017): *Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen*. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie,

zuletzt geprüft am 10.04.2017.

ETSI – European Telecommunications Standards Institute

(Hg.) (2016a): *SmartM2M; IoT Standards landscape and future evolutions*. Technical Report. ETSI TR 103 375 V1.1.1.

Online verfügbar unter http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103300_103399/103375/01.01.01_60/tr_103375v010101p.pdf, zuletzt geprüft am 31.03.2017.

ETSI – European Telecommunications Standards Institute

ETSI (Hg.) (2016b): *SmartM2M; IoT LSP use cases and standards gaps*. Technical Report. ETSI TR 103 376 V1.1.1.

Online verfügbar unter http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103300_103399/103376/01.01.01_60/tr_103376v010101p.pdf, zuletzt geprüft am 31.03.2017.

eventure (Hg.) (2017): *Digitale Transformation und*

Zusammenarbeit mit Startups in deutschen und US-amerikanischen Großunternehmen.

European Commission (Hg.) (2016): *ICT Standardisation Priorities for the Digital Single Market*. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. COM(2016) 176 final. Brüssel. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=15265, zuletzt geprüft am 31.03.2017.

Evans, Peter C.; Gawer, Annabelle (2016): *The Rise of the Platform Enterprise*. A Global Survey. The Emerging Platform Economy Series. Hg. v. The Center for Global Enterprise. Online verfügbar unter http://thecge.net/wp-content/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf, zuletzt geprüft am 16.03.2017.

heise online (Hg.): *Heartbleed – der GAU für Verschlüsselung im Internet*. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/thema/Heartbleed>.

Hoymann, Christian; Meyer, Michael (2016): *Mobile Großbaustelle*. LTE-Advanced Pro: Der Weg zu 25 GBit/s und zum Internet of Things. In: c't – Magazin für Computertechnik (21), S. 178–183.

INRIX, Cebr (2014): *Verkehr kostet deutsche Wirtschaft 33 Milliarden Euro im Jahr 2030*. Press Releases. Gräßer, Silke; Haane, Lavinia, Silke.graesser@hotwirepr.com, Lavinia.haane@hotwirepr.com. Online verfügbar unter <http://inrix.com/press-releases/verkehr-kostet-deutsche-wirtschaft-33-milliarden-euro-im-jahr-2030/>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hg.) (2015): *CEO OUTLOOK: Transformation ist Chefsache*. Studienergebnisse einer Befragung von 125 deutschen CEOs, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hg.) (2016): *Global Manufacturing Outlook*. Competing for growth: How to be a growth leader in industrial manufacturing, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Linux Foundation (Hg.) (2016): *Amended and Restated Bylaws of THE LINUX FOUNDATION*. Online verfügbar unter <https://www.linuxfoundation.org/about/bylaws>.

OpenStack (Hg.): *Securing OpenStack Clouds*. Online verfügbar unter <https://www.openstack.org/assets/securing-openstack-clouds/OpenStack-SecurityBrief-letteronline.pdf>, zuletzt geprüft am 03.04.2017.

Peters, Sara (2015): *OpenSSL To Undergo Major Audit*. Hg. v. Dark Reading. Online verfügbar unter <http://www.darkreading.com/penssl-to-undergo-major-audit/d/d-id/1319392>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Pfeffer, Matthias (2017): *Potenziale und Trends im 3D-Druck*. Von Rapid Prototyping zur Serienfertigung – 3D-Druck von Heute. Hg. v. IPL Magazin. Online verfügbar unter <http://ipl-mag.de/ipl-magazin-rubriken/scm-daten/536-potenziale-und-trends-im-3d-druck>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Pietras, Jake (2017): *CES: OPCOM Farm GrowBox – Der Gemüsegarten fürs Wohnzimmer*. Hg. v. Übergizmo. Online verfügbar unter <http://de.ubergizmo.com/2017/01/08/ces-opcom-farm-growbox-der-gemuesegarten-fuers-wohnzimmer.html>, zuletzt geprüft am 10.04.2017.

Pisula, Michael; Knaut, Konstantin (2016): *Spark versus Flink. Rumble in the (Big Data) Jungle*. Hg. v. heise online. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/developer/artikel/Spark-versus-Flink-Rumble-in-the-Big-Data-Jungle-3264705.html>.

PwC (Hg.) (2016a): *Connected car report 2016*. Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles. Online verfügbar unter <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Connected-car-report-2016.pdf>, zuletzt geprüft am 30.03.2017.

PwC (Hg.) (2016b): *Digital Trend Outlook 2016 – Virtual Reality: Nimmt der Gaming-Markt eine Pionier-Rolle ein?*

Sansone, Roland (2015): *informed: Digitalisierung in der Medizintechnik*. Herstellerneutrale Anbindung von Medizingeräten an klinische Informationssysteme. Expertenbeitrag. Hg. v. Forum MedTech Pharma e.V.

Schreiber, Manuel (2017): *Google Home*. Erschreckend smarte KI. Hg. v. Chip.de.

Smart Data (Hg.) (2016): *Die Zukunft des Datenschutzes im Kontext von Forschung und Smart Data*. Datenschutzgrundsätze im Diskurs. Eine Veröffentlichung der Fachgruppen „Rechtsrahmen“ und „Sicherheit“ der Smart-Data-Begleitforschung. FZI Forschungszentrum Informatik. Online verfügbar unter http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/smart-data-brosch%C3%BCre_zukunft_datenschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=7, zuletzt geprüft am 04.01.2017.

Spiegel Online (Hg.) (2014): *Fehler in Verschlüsselungssoftware bedroht viele Webserver*. OpenSSL. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/openssl-sicherheitsluecke-in-verschluesselungssoftware-a-963140.html>.

Statista (Hg.) (2014): *Prognose zum Umsatz mit Smart-Home-Systemen und -Services weltweit von 2012 bis 2017*. (in Milliarden US-Dollar). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/318059/umfrage/prognose-zum-smart-home-umsatz-weltweit/>.

Statista (Hg.) (2016): *Worin sehen Sie konkrete Bedarfe an intelligenten Lösungen im Produktionsalltag?* Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/605169/umfrage/bedarf-an-intelligenten-loesungen-im-produktionsalltag-im-deutschen-mittelstand/>, zuletzt geprüft am 18.04.17.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2017): *Güterverkehr 2016: Neuer Höchststand beim Transportaufkommen*. Pressemitteilung Nr. 057 des Statistischen Bundesamtes vom 17.02.2017. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_057_463.html, zuletzt aktualisiert am 17.02.2017, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Strese, Hartmut; Seidel, Uwe; Knappe, Thorsten; Botthof, Alfons (2010): *Smart Home in Deutschland*. Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Hg. v. iit Berlin.

T-Systems International GmbH (Hg.) (2016): *IT-Sicherheit für das vernetzte Fahrzeug*. White Paper. Online verfügbar unter <https://www.t-systems.com/de/de/ueber-uns/unternehmen/newsroom/news/news/white-paper-car-security-459382>, zuletzt geprüft am 04.04.2017.

UN-Habitat (Hg.) (2016): *UN-Habitat launches the World Cities Report 2016, Urbanization and Development: Emerging Futures*. Online verfügbar unter <https://unhabitat.org/un-habitat-launches-the-world-cities-report-2016/>, zuletzt geprüft am 18.04.17.

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e. V. (Hg.) (2016): *Studie Mobilität 2025: Koexistenz oder Konvergenz von IKT für Automotive?* Anforderungen der vernetzten Mobilität von morgen an Fahrzeuge, Verkehrs- und Mobilfunkinfrastruktur. im BMWi Förderprogramm IKT für Elektromobilität II: Smart Car – Smart Grid – Smart Traffic. Unter Mitarbeit von Patrick Ester. Online verfügbar unter <http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/IKT-EM/ikt2-studie-mobilitaet-2025.html>, zuletzt geprüft am 04.04.2017.

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Hg.) (2016a): *Additive Fertigungsmethoden – Entwicklungsstand, Marktperspektiven für den industriellen Einsatz und IKT-spezifische Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung*. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Hg.) (2016b): *Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien*. Studienband.

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) (Hg.) (2016): *VDV-Statistik 2015*. Online verfügbar unter <https://www.vdv.de/statistik-2015.pdf?forced=true>, zuletzt geprüft am 06.04.2017.

VKU (Hg.) (2016): *Infrastrukturerhalt maßgebliche Herausforderung für die Zukunft*.

Wikipedia (2017): *Apache Cassandra*. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Apache_Cassandra.

