



# Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien

Studie der  
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH  
in Kooperation mit dem  
Institut für Gründung und Innovation der Universität Potsdam

im Auftrag des  
Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Studienband



**VDI/VDE Innovation + Technik GmbH**

**Steinplatz 1**

**10623 Berlin**

**+49 (30) 310078-0**

Alfons Botthof

Dr. Wolfgang Domröse

Wolfram Groß

Peter Gabriel

Dr. Katrin Gaßner

Rainer Heinstejn

Dr. Monika Huber

Dr. Andreas Kerzmann

Thorsten Knappe

Helko Kögel, IABG mbH

Jörg Maas

Uwe Seidel

Dr. Hartmut Strese

Christine Weiß



**Institut für Gründung und Innovation**

**der Universität Potsdam**

**August-Bebel-Straße 89**

**14482 Potsdam**

**+49 (331) 977-45 00**

Dr. Dana Mietzner

Martin Kamprath

Berlin, Mai 2011

Titelfoto: Fraunhofer IPA

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung und zentrale Ergebnisse .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Übergreifende Trends.....</b>	<b>8</b>
2.1	Smart X: IKT-basierte Entwicklungen für smarte Produkte, Systeme und Dienste in Wirtschaft und Gesellschaft.....	8
2.2	Augmented X: Unterstützung der Interaktion zwischen Personen und technischen Systemen durch ubiquitäre Verfügbarkeit handlungsrelevanter Informationen, die durch alle menschlichen Sinne übertragen werden. ....	14
2.3	Adaption von Objekten und Systemen an menschliche Nutzer .....	17
2.4	Neue Geschäftsmodelle .....	19
<b>3</b>	<b>Analysen zu den betrachteten Themenfeldern .....</b>	<b>24</b>
3.1	Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik .....	24
3.2	Servicerobotik .....	29
3.3	Maschinenbau/Automatisierung .....	33
3.4	Interaktive Medien .....	38
3.5	Energie .....	44
3.6	Future Internet .....	48
3.7	Logistik/Internet der Dinge.....	52
3.8	Mobilität .....	56
3.9	Gesundheit & Lifestyle.....	61
3.10	IKT-Sicherheit.....	66
<b>4</b>	<b>Handlungsempfehlungen.....</b>	<b>70</b>
4.1	Übergreifende Trends.....	70
4.2	Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik .....	70
4.3	Servicerobotik.....	71
4.4	Maschinenbau/Automatisierung .....	72
4.5	Interaktive Medien .....	73
4.6	Energie .....	74
4.7	Future Internet .....	74
4.8	Logistik/Internet der Dinge.....	75
4.9	Mobilität .....	76
4.10	Gesundheit & Lifestyle.....	77
4.11	IKT-Sicherheit.....	77
<b>5</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>79</b>

# 1 Einführung und zentrale Ergebnisse

Im Jahr 2003/2004 wurde für das damalige Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit die erste Studie zur Konvergenz der elektronischen Medien erarbeitet. Diese hatte eine wichtige Orientierungsfunktion für das technologiepolitische Handeln des Auftraggebers, dem es in der Folge gelang, die Nutzung wichtiger technologischer und wirtschaftlicher Potenziale aus der Konvergenz der Informations- und Kommunikationstechnologien (konvergente IKT) mit Wirkungen auf die Wertschöpfung und den Arbeitsmarkt zu stimulieren.

Die aktuell erarbeitete Studie „Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien“ soll mit ihren hier vorgelegten Ergebnissen dazu beitragen, Erfolg versprechende Zukunftsmärkte und deren Charakteristika – im Zeitraum bis 2025 – zu identifizieren. Es werden Empfehlungen zur Förderung technologiepolitisch sinnvoller Entwicklungen und zur Überwindung technischer und nicht-technischer Innovationsbarrieren gegeben.

Die in dieser Studie betrachteten Innovationsfelder umfassen ganz unterschiedliche Anwendungsgebiete wie Smart Home, Logistik, das Internet der Dinge und Dienste, Anwendungen auf Basis eines Semantischen Web oder auch des Web 3.0 sowie die Mobil- und Breitbandkommunikation. Darüber hinaus werden auch IKT-Themen in staatlichen Vorsorgebereichen einbezogen, die beispielsweise in der Hightech-Strategie der Bundesregierung als Bedarfspotenziale benannt sind. Dazu gehört die Vernetzung von Komponenten des Energiesystems über das Internet (Internet der Energie/ E-Energy) sowie Entwicklungen bei der Mobilität, wobei beide Felder in den Zusammenhang mit dem nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung gestellt werden. Auch der Bereich der Gesundheitsprävention mit Lifestyle und Wellness sowie die Entwicklungen in der Robotertechnik und bei autonomen Systemen, sind Themenfelder, die in dieser Studie betrachtet werden.

Mit diesem breiten Themenspektrum wurde der weiter zunehmenden Bedeutung konvergenter IKT in zentralen Feldern der deutschen Forschung und Wirtschaft Rechnung getragen.

Die Analyse dieser Themenfelder kann nicht mehr nur im Rahmen eines nationalen Kontextes erfolgen, da die Einflüsse aus dem europäischen oder internationalen Umfeld zunehmen. Deshalb liefert die Studie auch eine Bewertung der Wachstumsperspektiven und Marktchancen für die deutsche Wirtschaft in den betreffenden Märkten im internationalen Wettbewerb. Vergleiche zu Entwicklungen in anderen Ländern erlauben es, Stärken und Schwächen des Standorts Deutschland herauszustellen.

Die datengestützte Berechnung der Wertschöpfungsanteile, die der konvergenten IKT zuzuordnen sind, ist durch die Globalisierung der Märkte kaum möglich. Daher sind Einschätzungen zur Dynamik der technologischen Entwicklung sowie zur zukünftigen Entwicklung der Märkte mit großen Unsicherheiten behaftet. Aus diesem Grunde wurde die Szenariotechnik, angewandt auf die Zeitfenster 2015 und 2025, als adäquates Prognoseinstrument in das Studiendesign aufgenommen.

## **Themenfelder der Studie**

1. Smart Home/Smart Building/  
Konsumelektronik
2. Servicerobotik
3. Maschinenbau/Automatisierung
4. Interaktive Medien
5. Energie
6. Future Internet
7. Logistik/Internet der Dinge
8. Mobilität
9. Gesundheit & Lifestyle
10. IKT-Sicherheit

Die Studie wurde in folgenden Schritten erarbeitet:

- Sichtung von Studien/Vorstudien und Strategiepapieren zu IKT und konvergenter IKT
- Erarbeitung einer Strukturierung nach Märkten, Kundengruppen, Wertschöpfungsketten und -netzen (Partialmodell)
- Auswahl zu vertiefender Innovationsfelder
- Szenarioanalysen der ausgewählten Themenfelder entlang der Betrachtungsebenen Technik, Ökonomie, Inhalt (Content), Politik und Gesellschaft
- Analyse der weiteren Entwicklung von Märkten der konvergenten IKT und Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen. Diskussion und Validierung im Rahmen von Experteninterviews.
- Vorstellung vorläufiger Thesen, Ergebnisse und Handlungsempfehlungen im Rahmen eines Expertenworkshops

Die Übersicht in Abbildung 1 zeigt das Vorgehen bei der Erstellung der Studie.

Die Themenfelder Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik, Servicerobotik, Maschinenbau/Automatisierung und Interaktive Medien wurden im Schwerpunkt betrachtet. U. a. wurden für diese Innovationsfelder gesonderte Szenarioanalysen durchgeführt.

Die Studie liegt nunmehr in zwei Bänden vor:

Dieser Bericht (Band 1) enthält die wesentlichsten Ergebnisse aus den Themenfeldern (Kapitel 3), teilweise in grafischer Form. Er beschreibt darüber hinaus vier übergeordnete Themen (Kapitel 2), die allen zehn Themenfeldern zuzuordnen sind. Mit den ersten beiden Themen beschreiben die Autoren zwei sich abzeichnende Technologieparadigmen, die sich aus einer querschnittlichen Betrachtung immer wiederkehrender Funktionalitäten in allen Themenfeldern ableitet:

- IKT-basierte Entwicklungen für smarte Produkte, Systeme und Dienste in Wirtschaft und Gesellschaft (Smart X) und
- Unterstützung der Interaktion zwischen Personen und technischen Systemen durch ubiquitäre Verfügbarkeit handlungsrelevanter Informationen, die durch alle menschlichen Sinne übertragen werden (Augmented X).

Die dort aufgezeigten Funktionalitäten werden ambitionierte Technologieentwicklungen induzieren, die sich in allen zehn Themenfeldern in unterschiedlicher Ausprägung wiederfinden werden. Smart X und Augmented X stehen damit exemplarisch für die in dieser Studie behandelten technologischen und wirtschaftlichen Potenziale durch konvergente IKT. Damit werden die Grundlagen für systemische Produkt- und Dienstleistungsinnovationen gelegt, die insbesondere ein künftiges Internet der Inhalte, der Dinge, der Dienste und gerade auch des Menschen prägen werden.

Zwei weitere übergeordnete Trends sind nach Analyse aller zehn Themenfelder festzustellen:

- Adaption von Objekten und Systemen an menschliche Nutzer
- Neue Geschäftsmodelle

Der Bericht fasst auch alle Befunde und vor allem die Handlungsempfehlungen zentral zusammen (Kapitel 4). Zur Erleichterung der Lesbarkeit wurde im Berichtsband weitestgehend auf Quellenangaben und sonstige Referenzen verzichtet.

Der Studienband (Band 2) enthält die Detailanalysen aller zehn Themenfelder sowie eine umfassende Darstellung der Methodik und der Ergebnisse der Szenarioanalysen.

### Zentrale Ergebnisse:

- Die Konvergenz der Informations- und Kommunikationstechnologien wird über 2015 hinaus weiter an Bedeutung zunehmen und nahezu in allen Sektoren der Wirtschaft zu wichtigen Produkt-, Prozess- und Dienstleistungsinnovationen führen. In der Folge werden sich aus den verändernden Wertschöpfungsnetzen neue Wirtschaftssektoren entwickeln, die am Markt mit innovativen Geschäftsmodellen agieren.
- Die Studienergebnisse zeigen, dass der Anteil von IKT am Umsatz mit Produkten und Dienstleistungen weiter zunimmt.
- Bereits heute umsatzstarke Wirtschaftszweige wie z. B. der Maschinen- und Anlagenbau, die Gesundheitswirtschaft oder der Energiesektor werden von konvergenter IKT (Internet der Dinge, der Dienste, der Inhalte, des Menschen) profitieren.
- Für die Bereiche Smart Home, Mobilität und Servicerobotik sind ab 2015 starke Wachstumsimpulse zu erwarten.
- In Deutschland bestehen für Wirtschaft und Wissenschaft in vielen Feldern beste Voraussetzungen, um das hohe technische und wirtschaftliche Potenzial nutzen zu können.
- Zentrale Technologieentwicklungen sind:
  - Durch multimodale, vernetzte Sensorik in Kombination mit Visualisierungstechniken (Virtuelle Realität, 3D-Bildgebung, Simulation, Semantische Technologien) werden die Übergänge zwischen realen und virtuellen Lebens- und Arbeitswelten mehr und mehr aufgelöst. Es entstehen neue Interaktionsformen zwischen Mensch und Umwelt. Produktionsprozesse, Medizinische Verfahren, Aus- und Weiterbildung und die Unterhaltungsmedien werden durch diese immersiven Technologien wichtige Impulse erhalten.
  - Technische Assistenzsysteme für den Menschen lassen einen Multimilliardenmarkt erwarten. Dazu gehören beispielsweise komplexe Servicefunktionen, die nicht nur auf das häusliche Umfeld beschränkt bleiben werden. Robotische Co-Worker in der Produktion und im Handwerk oder unterstützende bis autonome Funktionen in Fahrzeugen zu Wasser, zu Land und in der Luft, die weit über die bereits heute existierenden Hilfen hinausgehen, werden entwickelt.
  - Neue Infrastrukturarchitekturen für das Future Internet und Internet der Dinge gewährleisten die notwendige Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit, um intelligente Automatisierung und Telepräsenz in Echtzeit sowie adaptive und smarte Systeme realisieren zu können.
  - Allgegenwärtige Rechenleistung (ubiquitous computing; cloud computing) wird ergänzt werden durch allgegenwärtige Sensorik (ubiquitous sensors; cloud sensing). Es wird erwartet, dass sich hieraus innovative Geschäftsmodelle entwickeln werden.
  - Entwicklungen zu semantischen Technologien, in der Agententechnologie und bei physikalischen Avataren oder auch in der sozialen Robotik werden, unter Einbeziehung kognitionswissenschaftlicher Erkenntnisse, die „Intelligenz“ technischer Artefakte befördern, so dass die Mensch-Technik-Kooperation nicht mehr nur eine reine Mensch-Maschine-Interface-Thematik sein wird.
  - Self-X Entwicklungen, die ein hohes Maß an Selbstorganisation von autonomen Systemen erlauben. Hierzu zählen Technologien wie z. B. Selbst-Adaption (automatische Anpassung an die Umgebungsbedingungen), Selbst-Rekonfiguration (die Rekonfigurierung des Systems in einem Fehlerfall mit dem Ziel, die prinzipielle Funktionalität zu erhalten), Selbst-Synchronisation und Selbst-Optimierung (Anpassung der Systemparameter eines z. B. robotischen Systems an andere kooperierende Systeme).
- Die Konvergenz von IKT – und hier insbesondere durch die Verbindung von Hardwarekomponenten (smart objects) und Softwarelösungen (Web 3.0) – eröffnet für die deutsche Wirtschaft trotz starker internationaler Wettbewerber Wachstumsperspektiven und Marktchancen in ausgewählten Märkten.

Diese Entwicklungen lassen sich unter die Überschrift „Smarte Systeme“ oder „Multidimensionale/-modale Medien“ fassen.

Aus den betrachteten Entwicklungen leitet sich eine neue Qualität der Mensch-Technik-Beziehung ab. In diesen wird der Mensch auch künftig im Mittelpunkt stehen und über den Grad der Autonomie oder den Umfang der Nutzung von technischen Assistenzfunktionen in den verschiedenen Lebens- und Arbeitskontexten entscheiden.

Die ganzheitliche Nutzung der technischen und wirtschaftlichen Potenziale durch die Konvergenz der elektronischen Medien kann aber nur durch entsprechende transdisziplinäre Kompetenzen aufseiten aller Stakeholder gewährleistet werden. Indem die Rolle der IKT in den Anwendungsfeldern weiter zunimmt, verändern sich bestehende Wertschöpfungsprozesse und neue werden definiert. Über angepasste Geschäftsmodelle ergeben sich neue Chancen für Wertschöpfungen im Bereich der konvergenten IKT.

Die Analyseergebnisse zu den zehn Innovationsfeldern der Studie zeigen, dass die Konvergenz der elektronischen Medien in vielen Fällen ein hohes technisches und wirtschaftliches Potenzial besitzt, das zu vernachlässigen sich ein Industriestandort Bundesrepublik Deutschland nicht leisten darf.

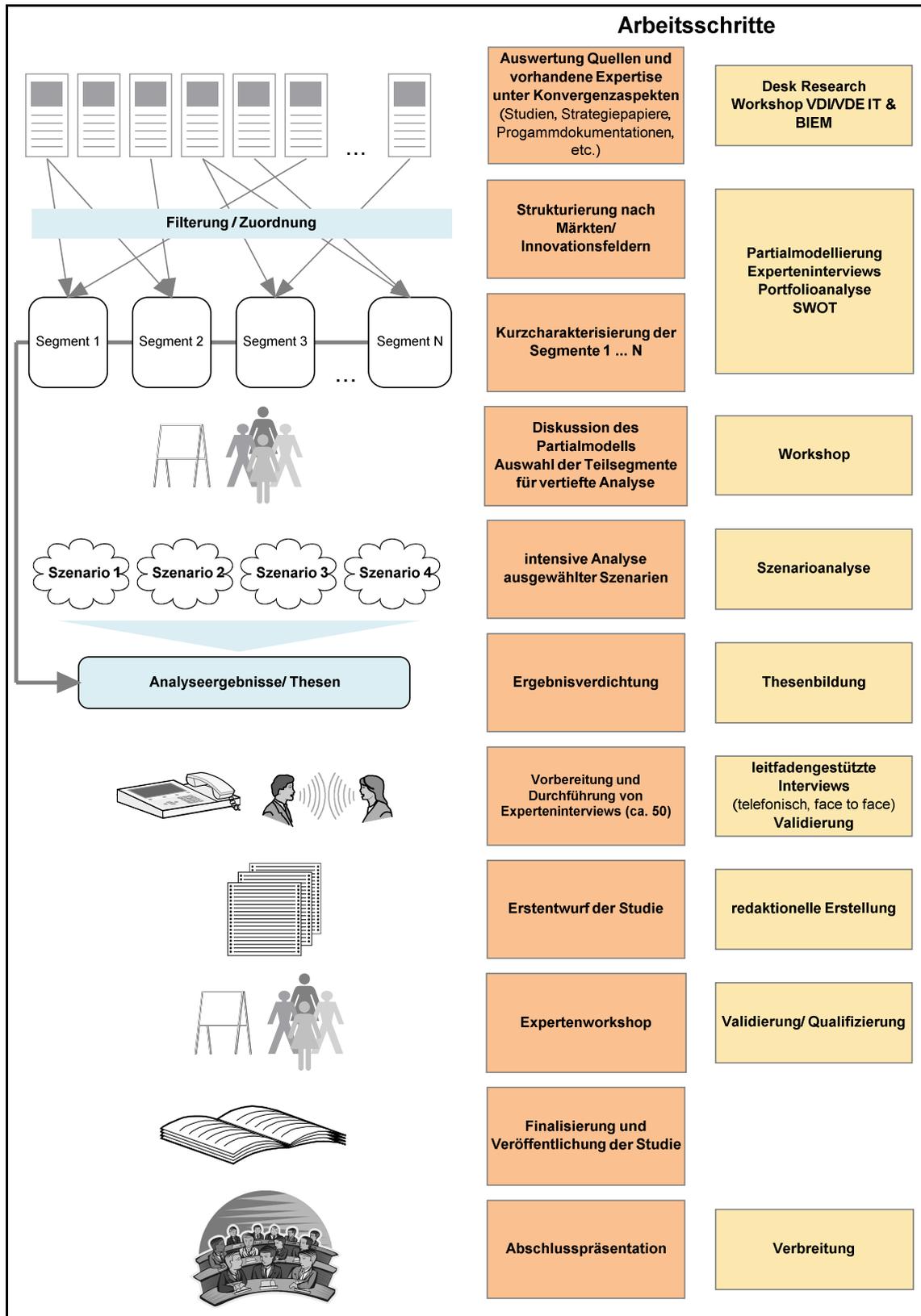


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Studie

## 2 Übergreifende Trends

### 2.1 Smart X: IKT-basierte Entwicklungen für smarte Produkte, Systeme und Dienste in Wirtschaft und Gesellschaft

Das Adjektiv „smart“ scheint gegenwärtig unverzichtbar, wenn es um die Charakterisierung innovativer Produkte und Dienstleistungen geht, die durch die Konvergenz der elektronischen Medien ermöglicht werden. Es beginnt bereits beim in den Sprachgebrauch übernommenen Anglizismus des Smart Phone und findet sich darüber hinaus in zahlreichen Begrifflichkeiten wie zum Beispiel bei Smart Home, Smart Service, Smart Grid, Smart Assistant, Smart Mobility, Smart Governance, Smart City und sogar in der Vision eines Smart Planet. In den in dieser Studie betrachteten zehn Themenschwerpunkten (Kapitel 2) zeigt sich, dass die aufgezeigten technologischen Entwicklungen von der Realisierung solcher Funktionalitäten abhängen, die technologiebasierte Innovationen intelligent, elegant, pfiffig, geschickt, sprich „smart“ werden lassen. Daher soll dieser zentrale, technologiebasierte Trend vorangestellt und einer gesonderten Betrachtung unterzogen werden.

Um diese „Smartness“ zu gewährleisten, müssen zahlreiche Funktionalitäten bereitgestellt und deren zuverlässiges Zusammenwirken gewährleistet werden. Hierzu gehören

- das ganzheitliche Erfassen der Umwelt,
- das Erkennen des eigenen und des Zustands/Status und Standorts anderer, interaktionsfähiger Objekte,
- die Aufnahme und Interpretation von eindeutigen Informationen (elektronische Daten) und unscharfen Informationen (Bilder, Geräusche) sowie
- die multimodale Interaktion und Kommunikation mit Menschen und anderen Objekten.

Zur Realisierung von Smartness kann bereits heute auf weitgehend ausgereifte Technologien zurückgegriffen werden. In absehbarer Zukunft sind Technologieentwicklungen zu erwarten, die die Funktions- und Leistungsfähigkeit (die Gesamtperformanz) von Systemen quantitativ und qualitativ noch weiter verbessern.

Solche, in den folgenden Kapiteln zu den Themenschwerpunkten adressierte Technologien sind:

- Multimodale Sensorik (Licht, Temperatur, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Druck/Vibration, Strahlung, Schall, Feuchtigkeit, Luftdruck, Stofferkennung), Sensorfusion, Sensorsysteme für das Umwelt- resp. Condition Monitoring.
- Globale Satellitennavigationssysteme, Mobilfunknetze und dynamische Netzwerke (z. B. Sensornetze) zur Lokalisierung.
- Barcode (2D/3D), (Laser-)Scanner, RFID Reader, Biometrie, (3D-)Imaging/PMD, OCR/OPR zur Identifizierung.
- Hardwareseitig eingebettete mikroelektronische Systeme, Mikrosystemtechnik, 3D-integrierte miniaturisierte Systemtechnologie (inkl. Datenverarbeitung und -speicherung, Sensorik, Aktuatorik, Sende- und Empfangseinheiten, Energiewandler und -speicher bzw. Energy-Harvesting-Komponenten) wie e-Grain oder Smart Dust.
- Softwareseitig neuronale Netze, Multiagententechnologie, semantische IKT und Sprachtechnologie (inkl. Gesten- und Mimikererkennung) für eine vorwiegend dezentrale Informationsverarbeitung.
- Machine-to-Machine-Technologien und Human-Machine-Interfaces unter Verwendung semantischer, teilweise ontologiebasierter Informations- und Kommunikationstechnik für die Mensch-Technik-Kooperation bzw. die Wechselwirkung mehrerer technischer Artefakte untereinander.

Diese Technologien versetzen ein System oder Produkt in die Lage, die Umgebung in Echtzeit<sup>1</sup> und mit hinreichender Detailliertheit wahrzunehmen, die Eindrücke kognitiv zu verarbeiten, in Beziehung

---

<sup>1</sup> Echtzeit: Aufnahme und Weitergabe von Informationen geschehen innerhalb einer Zeit, die die Funktionssicherheit und Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems nicht einschränken.

zu setzen und zu bewerten („Intelligenz“) sowie problemadäquate (Re-)Aktionen auszulösen. Entscheidend ist es, dass alle funktions- und leistungsbestimmenden „Objekte“ als Gesamtsystem zuverlässig und sicher funktionieren. Hierin ist die entscheidende Herausforderung für den wirtschaftlichen Erfolg zu sehen, um dadurch die notwendige Akzeptanz in der Industrie und beim Endkunden zu erreichen.

Dem in diesem Zusammenhang erwähnten Adjektiv „kognitiv“ kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Die Smartness eines Objekts oder Systems erfährt dann eine neue Qualität, wenn dieses dabei die Fähigkeit erhält, selbstständig Entscheidungen zu treffen, zu lernen, im Bedarfsfall zu improvisieren oder situationsadäquate Handlungen durchführen oder Handlungsoptionen vorschlagen zu können. Erkenntnisse der Kognitionsforschung, die aus der Auseinandersetzung mit biologischen Systemen gewonnen wurden und werden, erlauben die Transformation dieses Wissens auf technische Artefakte z. B. in Form von algebraischen Modellen und Algorithmen. In den USA, auf europäischer Ebene und auch in Deutschland lassen sich zunehmend Kognitionswissenschaftler identifizieren, die sich mit diesem Transformationsprozess befassen und damit nach der Ernüchterung in der KI-Forschung der 90iger Jahre einen neuen Aufbruch verheißen. Es eint alle Forscher die Überzeugung, dass zur Realisierung kognitiver technischer Objekte oder Systeme mehrere und unterschiedliche Arten der sensorischen Wahrnehmung (Multimodalität) benötigt werden. Eine wirklich neue Herausforderung wird darin bestehen, statt einer hoch aufgelösten, annähernd realen Abbildung der jeweiligen Settings die Aufmerksamkeit der sensorischen Systeme auf die relevanten Gegenstände, Aktionen und Prozesse zu fokussieren. Zur Vermeidung nicht oder zumindest nicht in Echtzeit beherrschbarer hoher Datenströme, die bei einer vollständigen Abbildung einer dynamischen Umgebung in einem Datenmodell anfallen, sind zwei Strategien denkbar:

- Dezentrale Ansätze der Informationsverarbeitung ermöglichen „Aushandlungsprozesse“ zwischen Objekten „vor Ort“. Nicht in einer Zentrale benötigte Daten entlasten das Netz, Informations„broker“ entscheiden über die Bereitstellung von Daten in einem dezentral organisierten Informationssystem.
- Durch selektive Wahrnehmung und die Fähigkeit zur Beurteilung der Relevanz von Informationen mithilfe einer „intelligenten Daten-/Signalverarbeitung“ erfolgt eine Datenreduktion, ohne die Systemperformanz zu beeinträchtigen.

Der Biophysiker Professor van Hemmen formuliert zu letztgenanntem Aspekt: „Aufmerksamkeit ist eine Datenreduktion auf das Wesentliche. Roboter müssen dies lernen, auch mit den unterschiedlichsten Sensorinformationen“. Damit werden nicht in „Echtzeit“ beherrschbare Datenmengen begrenzt und dennoch die Grundlagen für sinnvolle Handlungsempfehlungen oder autonome Handlungen gewonnen. Trotz der Überzeugung, dass die erzielten Ergebnisse der Kognitionsforschung gegenwärtig bereits an der Schwelle zur anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung stehen und in Einzelfällen auch bereits sinnvoll in Produkte, Prozesse und Dienstleistungen eingebracht werden können, existieren mangels etablierter Kooperationen zwischen Wirtschaft und Kognitionswissenschaft noch keinerlei strategische Nutzungsperspektiven oder gar „Roadmaps“. Es bleibt auszuloten, inwieweit bereits vorliegende oder in transdisziplinären Kooperationsvorhaben zu erwartende Ergebnisse aus der Kognitionsforschung dazu beitragen können, die Smartness von Objekten, Produkten oder Systemen auf eine neue Qualitätsstufe zu heben einschließlich darauf aufbauender Prozesse und Dienstleistungen.

Zur Beseitigung zentraler Innovationsbarrieren bei der Konvergenz elektronischer Medien in zahlreichen Anwendungskontexten, die auf smarten Objekten oder Systemen beruhen (smarte Produktion, Servicerobotik, Intelligent Home, etc.), sind

- eine verbesserte und funktionssichere Sensorik,
- einfache und zuverlässige Vernetzbarkeit sowie
- die Interoperabilität und Systemfähigkeit von Komponenten angesichts heterogener Architekturen, variantenreicher Systemkonstellationen und dynamisch sich verändernder Szenarien

erforderlich.

Integrierbarkeit im Sinne von Plug & Play und die Fähigkeit zur Adaption von funktions- und leistungsbestimmenden Objekten im jeweiligen Anwendungskontext sind hierfür Voraussetzung. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sind neue, technologiebasierte Ansätze notwendig. Dabei kann i. d. R. auf eine durchgängige technologische Harmonisierung verzichtet werden, da diese nur durch jahrelange, aufwändige und mit vagem Ausgang durchzuführende Standardisierungsprozesse möglich wäre. Stattdessen kann eine einfacher zu erreichende und in den meisten „use cases“ zufriedenstellende Lösung darin bestehen, intelligente, Multistandards und diverse Kommunikationsmodi beherrschende Komponenten zu realisieren, die aufgrund ihrer (Teil-)Autonomie und Befähigung zur Selbstorganisation zu wirtschaftlich attraktiven und vom Nutzer nachgefragten Produkten und Dienstleistungen führen. Diese technologische Vision wird von uns mit der Begrifflichkeit Smartes Objekt (Ebene der Komponenten) bzw. Smartes Produkt (Ebene der selbstständigen, funktionsfähigen Einheiten) bzw. Smartes System (Prozessebene) verbunden.

Ein Smartes Objekt oder Produkt „weiß“, wo es sich befindet, was es kann, welchen Nutzen es bietet, wer oder was noch in der Umgebung relevant ist. Und ebenso „kennt“ das smarte Objekt die Funktionalitäten, die diese Nachbarn zur Lösung definierter Aufgabenstellungen einbringen können; es ist in der Lage, zu diesem Kontakt aufzunehmen und zielgerichtete Kooperationen einzugehen.

Die Technologien zur Realisierung

- von Kommunikations-, Sensor- und Interaktionsfähigkeiten,
- der Fähigkeit zur Selbstorganisation in wechselnden Einsatzumgebungen, Situations-, Kontext- und Selbstbewusstsein,
- der Fähigkeit zur multimodalen Interaktion mit Menschen und zur semantischen, ontologiebasierten Kommunikation mit anderen Objekten,
- der Fähigkeit zum „Lernen“, beispielsweise von Profilen interagierender Objekte aber auch Personen,

sind einerseits soweit auf dem Wege, dass bereits heute wirtschaftliche und damit konkurrenzfähige Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden können, die künftige Lebens- und Arbeitswelten verändern werden („ready for apps“). Andererseits gilt es noch viele technologische Hürden zu nehmen, wie z. B. im Bereich des energy harvesting, um die Energieautarkie verteilter smarter Objekte zu gewährleisten.

In der Verbindung von Kognition und dem „Träger-/Plattformsystem“ Roboter in allen Ausprägungen hinsichtlich Form (humanoide Roboter, Funktionsmaschine) und Größe (Nano-Robots bis Schwermaschinenroboter) werden innovative Lösungen befördert, wie:

- Assistenz-/Serviceroboter und robotische Co-Worker
- Robotische Teams in der Produktion
- Robotische Funktionen in Logistik und Transport
- Konstruktionsroboter
- Wartungs- und Reparatur(service)-Roboter
- (Autonome) robotische Systeme für Such- und Rettungsaufgaben
- Roboter für die Erkundung und Inspektion für den Menschen schwer zugänglicher oder gefährlicher Umgebungen
- Systemüberwachung
- Roboter im Haushalt
- Robotische Systeme als Bestandteil von Lernsettings
- Robotik im Entertainmentsektor



Demonstrator: Autonom laufendes Insekt (Spinne, 8 Beine, Quelle: US Army Research Laboratory)



Justin: Mobiler zweiarmiger Serviceroboter für Anwendungen im häuslichen Bereich (Quelle: DLR Oberpfaffenhofen)

Die Technologiepolitik wird sich diesen vorgenannten Herausforderungen genauso annehmen müssen, wie sie Maßnahmen befördern sollte, die ganzheitliche systemische Innovationen ermöglichen, die gerade durch die Konvergenz der elektronischen Medien erforderlich werden. Eine quantitative Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials von Smart X ist in ähnlicher Weise inhaltlich und methodisch mit grundsätzlichen Herausforderungen verbunden, wie dies von anderen auf "enabling technologies" basierenden Innovationsfeldern bekannt ist. Hier sind Marktanalysen in dezidierten Anwendungsfeldern vorzunehmen und dabei - soweit möglich - die Smart X - induzierten Umsatz- und Wertschöpfungsanteile zu destillieren.

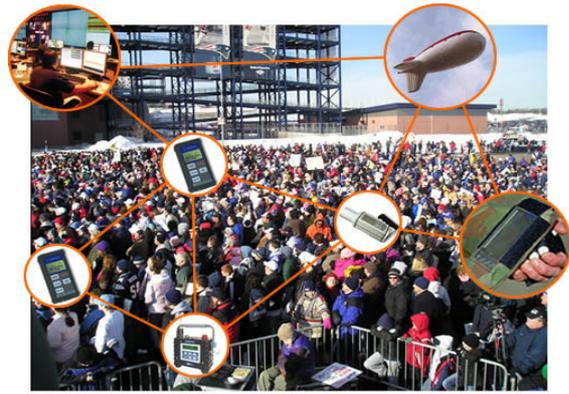
Auch wenn perspektivisch die sozio-ökonomischen Wirkungen quantitativ nur sehr schwer abschätzbar sind, kann qualitativ festgehalten werden, dass viele Produkte und Systeme ohne Weiterentwicklungen im Bereich Smart X ihre Wettbewerbsfähigkeit und damit ihr Marktpotenzial zweifelsohne verlieren. In transdisziplinären Herangehensweisen unter Einbezug der Kognitionswissenschaft ist das technologische Potenzial nach Expertenmeinung jedoch für die Zeit bis 2025 erschließbar; das wirtschaftliche Potenzial verheißt einen Multimilliarden-Markt.



Fazit: Zur Realisierung einer auf Vernetzung basierenden Gesellschaft und Wirtschaft sind - neben dem Internet für soziale Kommunikationsplattformen und dem Internet der Inhalte - ein Internet der Dinge und ein Internet der Dienste erforderlich. Voraussetzung dafür sind Forschungs- und Entwicklungsergebnisse, die zu smarten Objekten, Produkten und Systemen führen.

Smart X als technologiepolitisches Paradigma adressiert somit

- Produktinnovationen durch all die Technologien, die Komponenten, Produkte und komplexe Systeme "befähigen", im o. g. Sinne smarte Funktionen wahrzunehmen ("enabling functionality")
- technologische Konzepte zur Integration smarter Funktionalitäten (Systemintegration: Technologien, Standards in IKT-Hard- und Software)
- Prozessinnovationen durch systemische Ansätze (technologisch, organisatorisch) zur Einbettung smarter Objekte in Abläufe in Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft und Gestaltung der Rahmenbedingungen wie Governance und Datenschutz bzw. -sicherheit.
- Anpassungsprozesse bei und zwischen Wertschöpfungspartnern sowie den querschnittlich betroffenen Branchenvertretern (Konstituierungsprozesse einer neuen community of practice).



Sensor-Netzwerk zur Sicherheitsüberwachung von Großereignissen  
Bildquelle: rickerlyman.com/solutions.html (letzter Zugriff 14.12.2010)

Bei Großereignissen werden miteinander vernetzte Sensoren eingesetzt, die ein Kontrollzentrum und Sicherheitspersonal im Feld in die Lage versetzen, gefährliche Materialien wie z. B. Sprengstoff zu detektieren und zu lokalisieren.

In der Weiterentwicklung solcher Ansätze sind Geschäftsmodelle denkbar, die die immer zahlreicher werdenden, multimodalen, stationären und mobilen Sensoren als Ressource für intelligente Dienste nutzen („Cloud Sensing“).



GPS- und sensorgestützte Landwirtschaft  
Bildquelle: Bayer CropScience  
[http://www.bayercropscience.com/bayer/cropscience/cscms.nsf/id/GPSinderLandwirtschaft\\_Agro?Open&setprintmode](http://www.bayercropscience.com/bayer/cropscience/cscms.nsf/id/GPSinderLandwirtschaft_Agro?Open&setprintmode)

Mithilfe von GPS ist eine autonome, fahrerlose Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen möglich. Eine sensorische Erfassung der Bodenqualität und -beschaffenheit optimiert z. B. den Einsatz von Düngemitteln (precision farming).

Kleine mobile Maschinen können Arbeiten wie z. B. Unkrauthacken im Feld selbstständig verrichten. Auch sie orientieren sich über GPS und andere Sensoren. Location Based Services ermöglichen es, über Smart Phones oder Internet Informationen über die Arbeitsmaschine oder etwa die Bodenart abzurufen.



Smarter Medizinschrank  
Bildquelle: Accenture

Der smarte Medizinschrank berät bei der Auswahl von Medikamenten, erinnert an die Einnahme und weißt auf Ablaufdaten hin. Auch eine Online-Bestellung bei der Apotheke kann ausgelöst werden.

Im Zusammenspiel von intelligenten Etiketten und RFID-Lesegeräten sowie Internetzugang sind diese smarten Funktionen realisierbar. Das Display muss nicht integraler Bestandteil des Systems sein. Diese Funktion wird zukünftig jedes andere Display (digitaler Bilderrahmen, Fernseher, smart Phone oder Tablet-PC) übernehmen können.

## 2.2 **Augmented X: Unterstützung der Interaktion zwischen Personen und technischen Systemen durch ubiquitäre Verfügbarkeit handlungsrelevanter Informationen, die durch alle menschlichen Sinne übertragen werden.**

Das tägliche Leben ist durchdrungen von Technologie. Momentaner Kulminationspunkt dieser Durchdringung ist das Mobiltelefon, das schon lange weit mehr ist als ein Gerät zur sprachlichen Kommunikation. Das smarte Telefon befähigt den Nutzer dazu, jederzeit mit anderen über die verschiedensten Medien in Kontakt zu treten und sich auszutauschen, sei es per Videotelefonat, Kurznachrichten, Microblogs, Soziale Online-Netzwerke oder E-Mail. Durch die immer häufiger integrierte GPS-Lokalisierung erkennt das Telefon auch Kontexte und ermöglicht damit lokalisierte Dienste, wie z. B. die Empfehlung von Restaurants in der aktuellen Umgebung des Nutzers. Dabei setzen diese Dienste auf multimediale Daten, die über das Internet verfügbar sind.

Mit immer kleiner und effizienter werdenden Geräten der Informations- und Kommunikationstechnologie und bei weiterhin fallenden Kommunikationspreisen eröffnen sich heute Möglichkeiten, die die Verknüpfung von realer und virtueller (Daten-) Welt ermöglichen. Konkrete Anwendungen entstehen bereits. Die Hersteller sprechen dabei häufig von „Augmented Reality“ oder „Mixed Reality“, um den Charakter der Verschmelzung von Realität und Datenwelt zu unterstreichen.

Es gibt bereits eine Reihe prominenter Beispiele, die das Etikett „Augmented Reality“ tragen. Im Bereich der Fahrzeugfertigung gibt es Ansätze, eine „intelligente“ Bolzenschweißpistole zu entwickeln, die dem Anwender Positionen von Bolzen in ein Echtzeitbild der Karosserie einblendet, damit der Schweißvorgang an den richtigen Stellen des Fahrzeugs gemacht werden kann.<sup>2</sup> Auch in der Medizin halten AR-Systeme Einzug, beispielsweise als Assistenzsystem bei der Biopsie. Das System blendet die Anatomie zusammen mit der Position der Biopsienadel auf einen halbdurchsichtigen Monitor ein und ermöglicht damit eine punktgenaue Biopsie mithilfe des virtuellen „Röntgenblicks“.<sup>3</sup> Auch die breite Masse kommt mittlerweile in den Genuss von AR-Applikationen. Smartphones, die mittlerweile weit verbreitet sind, erlauben eine Echtzeit-Überlagerung des aktuell mit der eingebauten Kamera erfassten Bilds der Umgebung mit Daten aus dem Internet. Typische Applikationen weisen den Weg zur nächsten U-Bahn<sup>4</sup> oder liefern Bewertungen zum gerade in der Handykamera erfassten Restaurant.<sup>5</sup> Interessante Ansätze finden sich auch in der Bildung. Beispielsweise wurde untersucht, inwieweit das AR-System „Augmented Chemistry“ mit haptischer Benutzerschnittstelle für das Erlernen von molekularen Zusammenhängen von Nutzen sein kann.<sup>6</sup>

Diesen Beispielen liegt ausnahmslos das gleiche Prinzip zugrunde, nämlich die informationelle Anreicherung und Unterstützung einer zielgerichteten Tätigkeit mithilfe des Zusammenspiels verschiedener Technologien und Medien. Es geht also keineswegs alleine um die allumfassende Erweiterung der Wahrnehmung der Realität, wie der Begriff „Augmented Reality“ suggeriert, sondern um die Erweiterung und Anreicherung einer klar definierten Tätigkeit des Menschen. Das Ergebnis kann dann bezeichnet werden mit „Augmented Manufacturing“ oder „Augmented Surgery“ oder, das Prinzip im Sinne von Philip Kotler<sup>7</sup> verallgemeinernd, mit Augmented X.

---

<sup>2</sup> S. Ong, *Virtual and augmented reality applications in manufacturing* (New York: Springer, 2004), Kap. 17.

<sup>3</sup> M. Fawad Khan u. a., „Accuracy of biopsy needle navigation using the Medarpa system--computed tomography reality superimposed on the site of intervention,“ *European Radiology* 15, no. 11 (November 2005): 2366-2374.

<sup>4</sup> „acrossair | New York Nearest Subway Augmented Reality iPhone 3GS App,“ [http://www.acrossair.com/acrossair\\_app\\_augmented\\_reality\\_nearestsubway\\_newyork\\_for\\_iPhone\\_3GS.htm](http://www.acrossair.com/acrossair_app_augmented_reality_nearestsubway_newyork_for_iPhone_3GS.htm).

<sup>5</sup> „Augmented Reality Browser: Layar,“ <http://www.layar.com/>.

<sup>6</sup> Kristina Bötschi, „Evaluation von Augmented Chemistry, einem computergestützten Lernsystem für den Chemieunterricht: Eine Vergleichsstudie,“ Februar 2005, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/eserv/eth:28117/eth-28117-01.pdf/>.

<sup>7</sup> Philip Kotler, *Marketing Management* (Prentice Hall, 1969)

Dieses Prinzip ist eng an die Entwicklung smarter Objekte und des Internets der Dinge gekoppelt und birgt enormes technisches und wirtschaftliches Potenzial. Gerade im Bereich Sensorik und Aktorik ist ein weiterer Technologieschub zu erwarten, der über rein kognitive und physische Unterstützung hinausgeht. Die Einbeziehung aller Sinne und die Erweiterung des subjektiven Handlungsspielraums braucht Systeme, die sich nahtlos in die Erfahrungswelt des Akteurs einbetten. In Anlehnung an die vom National Intelligence Council formulierten Technologietrends<sup>8</sup> könnte man ergänzend von "human sensor augmentation technologies" sprechen.

Neue Nutzungspotenziale entstehen, wenn man diesen Trend konsequent weiterentwickelt. Bisher verlassen sich die existierenden Ansätze zu Augmented Reality auf statische Informationen, die den Nutzern zur Verfügung gestellt werden und eine sehr einfache Form der Erkennung eines Kontextes. Eine Dienstleistung beschränkt sich dadurch auf die Bereitstellung der Informationen aus einer Datenbank, die kontextabhängig abgefragt werden kann. Wenn der Informationsfluss bidirektional wird, entstehen jedoch gänzlich neue Anwendungen im Sinne eines Augmented X.

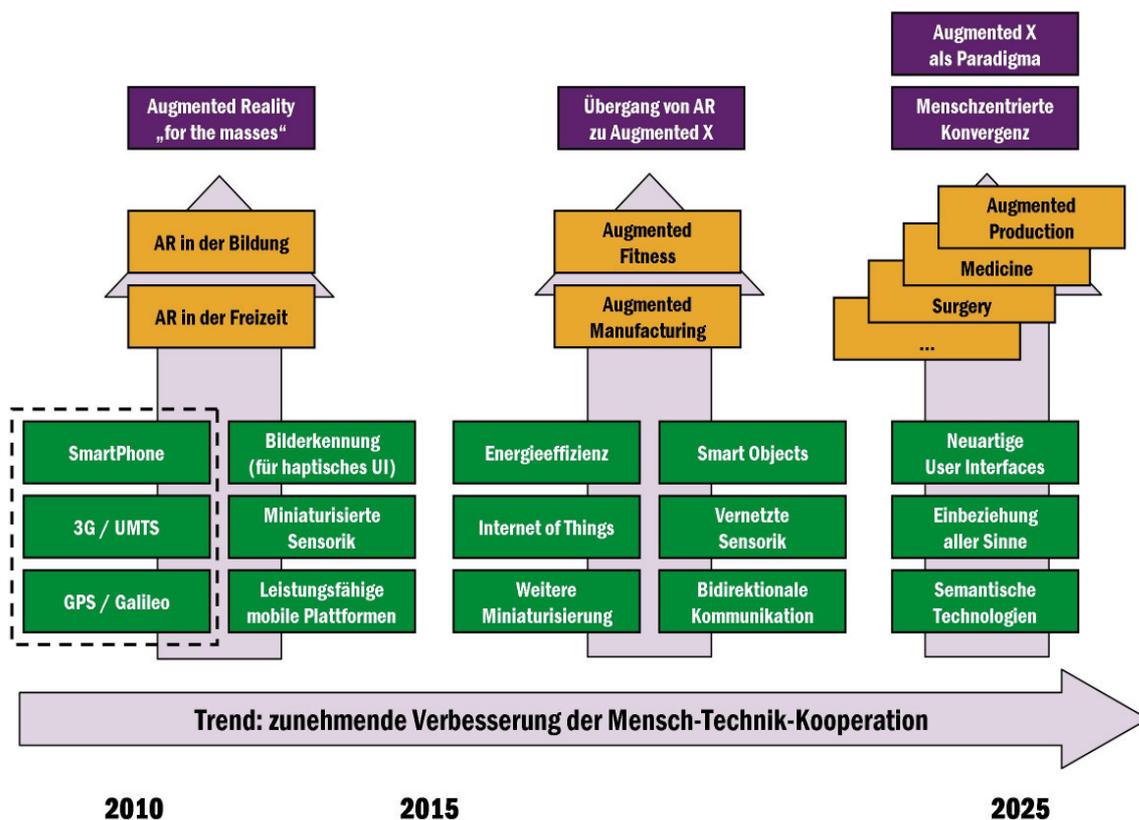


Abbildung 2: Entwicklung von „Augmented Reality“ zu „Augmented X“ (Quelle: VDI/VDE-IT)

Der aktive Dialog tritt an die Stelle des passiven Konsums von Informationen und der interaktive Informationsaustausch ersetzt die statische Information aus der Datenbank. Aus der kontextabhängigen Einblendung von Informationen entwickelt sich eine situationsabhängige Erweiterung des Aktionsradi-

<sup>8</sup> Human strength augmentation technologies involve mechanical and electronic systems that supplement human physical capabilities. They include wearable exoskeletons with mechanical actuators at hips, elbows, and other skeletal joints. At the extreme an exoskeleton could resemble a wearable humanoid robot that uses sensors, interfaces, power systems, and actuators to monitor and respond to arm and leg movements, providing the wearer with increased strength and control.

Human cognitive augmentation technologies include drugs, implants, virtual learning environments, and wearable devices to enhance human cognitive abilities. Training software exploits neuroplasticity to improve a person's natural abilities, and wearable and implantable devices promise to improve vision, hearing, and even memory. Bio and information technologies promise enhanced human mental performance at every life stage. (Quelle: National Intelligence Council: Global Trends 2025: A Transformed World; Washington 2008)

us des vernetzten Menschen – und des vernetzten Dienstleisters, der seine Kunden direkt über mobile und intelligente (smarte) Plattformen bedienen kann. Dabei kann der Dienstleister, je nach Ausgestaltung des Systems, auf die gleichen Daten zurückgreifen wie der Nutzer oder sogar auf einen Teil der Wahrnehmung seines Kunden. Dies ist ein qualitativer Sprung, der den Menschen noch stärker in seine vernetzte Umgebung integriert und insbesondere auf einer noch effektiveren Nutzung der Kommunikationskanäle und -medien aufsetzt.

Interessant wird dann auch die Einbeziehung weiterer Sinne in die Anreicherung der Wahrnehmung. Schon heute existieren Touchscreens, die vibrieren, wenn der Finger des Nutzers eine bestimmte, von der Software definierte Stelle berührt. Es entsteht damit der Eindruck, dass man eine virtuelle Taste auf dem Display „erfühlen“ kann. Diese Methode lässt sich auch auf andere Sinnesorgane übertragen, beispielsweise durch Wärme- oder Kälteentwicklung. Man stelle sich zum Beispiel den Techniker vor, der mit einem Sensorhandschuh eine Maschine berührt und damit den haptischen und wärmeabhängigen Eindruck an einen Spezialisten in der Herstellerfirma direkt weitergeben kann. Dieser Spezialist kann also auf den gleichen Sinneseindruck zurückgreifen, wie der Techniker vor Ort und diese „Daten“ in seine Betrachtung einbeziehen. Denkbar sind auch Warnsysteme, die über Sinneseindrücke Gefahr vermitteln („Achtung! Heiß!“), bevor ein Unfall entstehen kann.

Semantische Systeme können dem Nutzer helfen, wenn das zugrunde liegende System aus vielen verfügbaren Informationsquellen Daten kontextsensitiv entnimmt und sinnvoll miteinander kombiniert. Das System muss in der Lage sein, die verschiedenen Informationen aus der aktuell verfügbaren Sensorik und verschiedensten Datenbanken und Dienstleistungsschnittstellen sinnvoll miteinander in Beziehung zu setzen, um in der jeweiligen Situation dem Nutzer brauchbare Ergebnisse zu liefern. Mit Hilfe von Ansätzen aus der Kognitionsforschung ließe sich darüber hinaus erreichen, dass die Daten nicht nur kontextsensitiv gesammelt und ausgewertet, sondern auch dem Nutzer sinnvoll präsentiert werden. Die Anreicherung soll schließlich handhabbar und auf das Relevante beschränkt bleiben und nicht in unüberschaubaren Informationsfluten enden.

Verleiht man dem System zusätzlich die Möglichkeit, selbst zu lernen und sich an den Nutzer anzupassen, so entsteht ein virtueller, intelligenter Helfer, der sowohl eine sich ständig verbessernde Nutzerschnittstelle bietet, als auch ein immer nützlicher werdendes Werkzeug in der Verrichtung komplizierter Tätigkeiten werden kann. Darüber hinaus kann das System auch etwas über die tatsächlichen, momentanen Fähigkeiten und Grenzen des Benutzers lernen und beispielsweise beim Autofahren vor Gefahren warnen, die der Fahrer selbst z. B. aufgrund von Übermüdung gar nicht als solche einschätzt.

Die hier entwickelten Visionen weitreichender, technologischer Unterstützung zielgerichteter Tätigkeiten sind zum Teil schon greifbare Realität, zum überwiegenden Teil aber auch noch Gegenstand aktueller Forschung und weit entfernt von einer konkreten Umsetzung. Erfolgreiche Entwicklungen im kurz- bis mittelfristigen Zeithorizont werden in den Bereichen erwartet, in denen eine weitere Verschmelzung von Technologien und Dienstleistungen reale Mehrwerte liefern kann. Gerade der Bereich Gesundheit und Life Style kann von integrativen Entwicklungen vergleichsweise schnell profitieren.

Die Technologiepolitik ist in Teilaspekten bereits initiativ und gibt durch die Förderung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten überwiegend in Fachprogrammen des BMBF und BMWi Anreize für die (Weiter-) Entwicklung komplexer Systeme. Aber auch von der Industrie werden bereits erste marktfähige Anwendungen erwartet. Hier sind sowohl von politischer, als auch von wirtschaftlicher Seite weitere Anstrengungen notwendig, um dieser Zukunftstechnologie tragfähige Fundamente zu verleihen.

Langfristig sind noch zahlreiche, schwierige Herausforderungen zu meistern, bis sich das Potenzial von „Augmented X“ in der Breite in Anwendungen etablieren kann. Jedoch ist davon auszugehen, dass dieses Paradigma in der Lage ist, Tätigkeiten in den verschiedensten Bereichen des Arbeits- und

Privatlebens eine völlig neue Qualität zu geben und große Potenziale der technologischen Evolution und der wirtschaftlichen Nutzung zu entfalten.

Die aktuell wahrnehmbare Entwicklung lässt die These zu, dass „Augmented X“ von einer fortschreitend miniaturisierten IKT, immer „smarter“ werdenden Geräten und fallenden Kommunikationskosten sehr stark profitieren wird. Applikationen aus dem Bereich der Augmented Reality „für die Hosentasche“ waren vor zehn Jahren schlicht nicht denkbar – heute sind sie Realität zum Herunterladen. In 15 Jahren kann die Funktionalität „Augmented“ bei Tätigkeiten in Lebens- und Arbeitswelten des Menschen schon Normalität sein.

### **2.3 Adaption von Objekten und Systemen an menschliche Nutzer**

Um technische Systeme nutzen zu können, musste sich ein Nutzer bisher mit allen Funktionen des betreffenden Systems vertraut machen, um die volle Leistungsfähigkeit z. B. in einem Fertigungsprozess zu erreichen. Dies bedeutete, dass ein Bediener nur mit einer entsprechenden Qualifikation diese Systeme nutzen konnte. Qualifizierung oder aber auch Einarbeitung sind mit hohem Zeitaufwand und Kosten verbunden. Fehlerhafte Bedienungen bergen zudem Risiken hinsichtlich (Daten-) Sicherheit oder Gefahren für Personen und Umwelt. Mit innovativen Technologien und Methoden kann diesen Nachteilen und Gefahren begegnet werden.

In der langen Geschichte technischer Entwicklungen wurde und wird daher immer wieder an der Verbesserung der sog. Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) gearbeitet. So sind wesentliche Innovationen verbunden mit dem Übergang von der rein mechanischen Bedienung (über Hebel, Pedale, Stellräder, etc.) in eine elektrische (mittels Tasteneingabe) bis hin zur sprachlichen Bedienung bei der Steuerung von Maschinen und Anlagen.

Ein wesentlicher Moment ist dabei die Rückmeldung der Maschine auf die steuernde Aktion des Menschen. Bei den klassischen Bedienelementen sind dies z. B. die erforderliche Kraft beim Umlegen eines Hebels, die an einem Drehzahlmesser ablesbare Veränderung der Drehzahl oder die Verzögerung eines Fahrzeugs. Bei den haptischen und sprachlichen Eingaben kann die Rückmeldung u.a. optisch (Display) oder auch sprachlich erfolgen.

Um einen barrierefreien Zugang zu technischen Funktionen und Systemen zu schaffen, ist darüber hinaus aber die Fähigkeit des betreffenden technischen Systems zur vollständigen und automatischen Anpassung (Adaptivität) an die Anforderungen des Menschen wünschenswert. Zukünftig wird erwartet, dass das technische System dabei jederzeit erkennt, was genau bei einer Anforderung durch den Menschen zu tun ist.

Ein Beispiel soll dies verdeutlichen. An einem 150 kg schweren Stahlblock soll auf der schmalsten Seite mittig ein Loch gebohrt und darin ein Gewinde geschnitten werden.

Bislang wird dies so umgesetzt, dass ein Arbeiter mit einem Handkran den Stahlblock auf eine robuste Arbeitsunterlage hievt. Durch nochmaliges Umlagern und Fixieren mithilfe des Krans zeigt nun die schmalste Seite nach oben. Nach dem händischen Anreißen bohrt der Arbeiter mittig ein Loch und schneidet dann das Gewinde.

Die Zukunftsvision einer Umgebung mit Objekten und Systemen, die an den Menschen angepasst sind, lässt den Arbeitsablauf wie folgt vermuten: Der Arbeiter sagt seinem robotischen Co-Worker: „Ich möchte an diesem Stahlblock an der schmalsten Seite mittig ein Loch bohren und darin ein Gewinde schneiden“. Der (z. B. zweiarmige) Co-Worker greift den Stahlblock mit beiden Armen und dreht ihn mit der schmalsten Seite zum Arbeiter hin. Der Arbeiter korrigiert die Position, indem er an einer Seite des Stahlblocks leichten Druck in die richtige Richtung ausübt. Nach einem Kommando wie z. B. „So passt es!“ markiert der Roboter den Mittelpunkt mit einem Laser, bohrt das Loch und schneidet das Gewinde mit den vorhandenen Werkzeugen.

In diesem Beispiel passt sich der Serviceroboter an die Ergonomieerfordernisse des Arbeiters und an den Arbeitsprozess an, ohne dass der Arbeiter komplexe technische Eingaben zur Steuerung des Roboters tätigen muss. Die Anpassung des Systems an die Anforderungen des Nutzers erfolgt hier vollkommen automatisch.

Wesentlich für die Adaptionfähigkeit von Objekten und Systemen an die Anforderungen des Menschen ist die Fähigkeit des expliziten Erkennens einer Anforderung unter Berücksichtigung des Kontextes. Um dies zu erreichen, müssen adaptive Systeme über ein Mindestmaß an Intelligenz verfügen. Zusätzlich muss mindestens eine bestimmte Anzahl von Handlungsmustern bekannt sein, um den Kontext einer möglichen Aufgabe erfassen zu können. Diese Handlungsmuster können z. B. fest programmiert sein, d. h. sie sind im Repertoire des Systems generisch vorgegeben. Ist das System in Grenzen lernfähig, also mit kognitiven Fähigkeiten ausgestattet, so kann es sich bei wiederkehrenden gleichen oder ähnlichen Prozessen oder Anforderungen immer besser auf die zu lösende Aufgabe anpassen. Dazu muss allerdings, wie beim Menschen auch, ein sog. Korrektiv als „Feedback“ wirken können, dies wird i. d. R. der Mensch bzw. menschliches Handeln sein.

Vorausgesetzt, dass es sich bei den nachfolgend beschriebenen Klassen immer um autonom agierende Systeme handelt, kann grundsätzlich zwischen drei Systemklassen unterschieden werden:

- Lokale, an verschiedenen Stellen ortsfest installierte Systeme  
Systeme, die z. B. Messdaten wie Temperatur, wichtige Ereignisse (eingegangene E-Mails, Telefonate, u.s.w.), Zustand der Lebensmittel im Kühlschrank mitteilen; ortsfest installierter Assistenzroboter, usw.
- Temporär ortsfest installierte Systeme  
Diese Systeme können sowohl temporär ortsfest auf einem mobilen System oder auf einer teilmobilen Komponente (LH-Frachtcontainer) montiert werden; oder Systeme eines FTS, die den Beladungszustand und die Art der Beladung mitteilen; Systeme die zur Lösung einer bestimmten Aufgabe temporär platziert werden, z. B. um eine Geländemarke zu signalisieren; teilmobile Assistenzsysteme, die temporär zur Lösung einer bestimmten Aufgabe an dem betreffenden Einsatzort verbleiben (flexible und modifizierbare robotische Fertigungsstationen); bestimmte am oder im Patienten befindliche medizinische Sensor-/Aktorsysteme usw.
- Mobile Systeme  
Mobile Wachroboter, Floor Cleaner, autonome Unterwasserfahrzeuge, autonome Baumaschinen, mobile Assistenzroboter, kooperierende mobile Systeme usw.

Wie zu erkennen ist, sind viele dieser Systeme an einen fest vorgegebenen Kontext gebunden. Auch muss innerhalb des festgelegten Kontextes nicht immer eine Änderung der Funktionalität erfolgen. Insofern bleibt die Adaptionfähigkeit der betreffenden Systeme auf ein notwendiges Mindestmaß reduziert. Die betreffenden HMI sind daher auch eher einfach gestaltet. Soll allerdings ein entsprechendes System oder Objekt mit dem Menschen interagieren, muss abhängig von der Komplexität der Aufgabe ein allgemein verständlicher Dialog zwischen dem Menschen und dem System oder Objekt stattfinden. Um dies zu erreichen, sind an die Eigenschaften und Fähigkeiten des HMI höhere Anforderungen zu stellen.

Bisher wurde davon ausgegangen, dass für ein leistungsfähiges HMI vor allem die für die Erfassung der Schlüsselparameter erforderlichen Sensoren und geeignete Feedback-Möglichkeiten vorhanden sein müssen. Orientiert man sich an den Fähigkeiten des Menschen, sind dies das menschliche Sehen (3D), Hören (Stereo zur Auflösung der Richtung), Fühlen (kalt-schwer, warm-leicht), Riechen und Schmecken. Insbesondere das Sehen, Hören, Kraft- und Temperaturempfinden sind für zeitgemäße HMI von Bedeutung. Als Möglichkeit für eine Rückmeldung stehen bildgebende Systeme (Displays), akustische Systeme (Sprache), aber auch sog. Force-Feedback-Systeme zur Verfügung. Um nun geeignete Reaktionen zu erwirken, bedarf es einer in Grenzen leistungsfähigen Systemintelligenz. Hierdurch wird die Repräsentation durch eine autonome Interaktion mit der Umwelt möglich und hilft, den Eindruck von „Intelligenz“ zu vermitteln. Auch dies ist eine wichtige Eigenschaft für die flexible Anpassungsfähigkeit an die vom Nutzer vorgegebenen Aufgabenstellungen. Demnach kann ein auto-

nomes und adaptives System entsprechend dem o. g. Paradigma nur dann kontextsensitiv agieren, wenn nachfolgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Wissen über die eigenen Fähigkeiten und Funktionalitäten (z. B.: speicherbasiertes Gedächtnis, in dem die jeweils zur Durchführung von verschiedenen Prozessen erforderlichen Handlungsmuster gespeichert sind).
- Robuste Erkennung der Umwelt.
- Kommunikationsfähigkeit.
- Entwicklung von Konzepten.
- Interne Simulation und Fähigkeit zur Prädiktion.
- Spracherwerb und Sprachverstehen.

Die Anforderungen richten sich gleichermaßen sowohl an sensorische Fähigkeiten als auch an die Fähigkeit, Daten von Sensoren in Erkenntnisse zu transformieren und daraus Strategien und Konzepte zu entwickeln. Methoden zur Wahrnehmung der Umwelt sowie zur Kommunikation mit dieser stehen seit Jahren im Fokus der Forschung. Unter Umwelt werden dabei sowohl die physikalische Umgebung der Systeme und Objekte selbst, evtl. vorhandene kooperierende Systeme (z. B.: Serviceroboter) und nicht zuletzt der kooperierende Mensch verstanden.

Die adäquate Reaktion von Systemen (Kontextsensitivität) auf die Umwelt ist ein Schwerpunkt der heutigen Forschung und wird es zukünftig in verstärktem Maße sein, wobei vor allem informationstechnische Aspekte der Software wie auch umfangreiche Hardwareentwicklungen erforderlich sind.

Aus den oben aufgeführten technologischen Voraussetzungen für kontextsensitive Systeme, die sich automatisch an die Anforderungen von menschlichen Nutzern anpassen, lassen sich eine Reihe von Enabling Technologien benennen:

- Kognitionstechnologien
- Artificial Intelligence
- Schwarmtechnologien, Smart Objekte
- Bio Inspired Methoden und Verfahren
- Internetgestützte Technologien und Simulation
- Interfacetechnologien

Eine systemische Forschung, die die vorhandenen Technologien im Sinne von sich an den Menschen anpassenden Objekten und Systemen nutzt, steht erst am Anfang.

## 2.4 Neue Geschäftsmodelle

Die Entwicklung konvergenter IKT führt letztendlich auch zur Entstehung neuer Geschäftsmodelle. Die Ausschöpfung der immer weiter wachsenden Möglichkeiten, die die rasch voranschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien generiert, fordert dies geradezu heraus. Grundsätzlich neue Prozesse, Funktionen und Workflows, die sich aus dem zunehmenden Einsatz von IKT ergeben, aber auch die Neugestaltung bekannter Applikationen und deren Anreicherung durch neue und noch leistungsfähigere Funktionen, bieten eine gute Basis für neue, flexible und effiziente Geschäftsmodelle. Innerhalb der betrachteten Wertschöpfungsprozesse ergeben sich neue Aufgaben und Rollen. Traditionell festgelegte Rollen und Funktionen der am Prozess Beteiligten müssen hinterfragt werden und verändern sich. Neue „Player“, für die in traditionellen Workflows bisher kein Platz war, nehmen zunehmend Schlüsselrollen ein. So entscheidet sich neu, wer dem Endkunden gegenübertritt, um eine Leistung anzubieten und zu vermarkten. Dienstleister, die marktverfügbare Leistungen kombinieren, um daraus an der Kundennachfrage orientierte Angebote mit hohem Ser-

vicegrad zu schaffen, und zunehmend auch die Anbieter der innovativen IKT-Lösungen übernehmen zentrale und für die zukünftige Entwicklung in den Märkten Trends setzende Rollen.

Die aufgrund der dynamischen Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnik zunehmenden Interaktionsmöglichkeiten zwischen Nutzer und Anbieter einer Leistung, zwischen Mensch und technischen Systemen, verändern die Märkte. Neuartige Dienstleistungen entstehen, die auch in ganz traditionellen Prozessen wie dem Einkauf für den täglichen Bedarf zu massiven Veränderungen führen. Bereits seit einiger Zeit werden mit wachsendem Erfolg Konzepte entwickelt und dem Konsumenten auch schon zur Verfügung gestellt, die es ihm ermöglichen, einen Qualitäts- und Preisvergleich auf einer ihm vertrauten Plattform, dem Mobiltelefon, vorzunehmen und daraus sogar, frei von Medienbrüchen, seine Kaufentscheidungen (über das Internet) zu treffen.

Aus dem innovativen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in konvergenten Prozessen ergeben sich also eine Reihe von technischen und organisatorischen Veränderungen, die damit Grundlage für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle werden. Diese sollen nachfolgend betrachtet werden.

In den in der vorliegenden Studie behandelten Themenschwerpunkten wird deutlich, dass bereits heute in vielen Anwendungsbereichen der konvergenten IKT auf netzartige Betriebs- und Geschäftsmodelle gesetzt wird. Erkennbar wird dabei eine Entwicklung, in der aus Wertschöpfungsketten zunehmend (deutlich komplexere) Wertschöpfungsnetze werden. Die folgenden Beispiele mögen das verdeutlichen:

- **Smart Grid, Energie**  
Es entsteht ein Netzwerk aus Stromanbietern, Netzbetreibern, Dienstleistern (z. B. für das Metering) und Endkunden. Das Spektrum reicht vom Aufbau und dem Betrieb von Virtuellen Kraftwerken, der Integration von Speichern für elektrische Energie bis zu der zentralen Aufgabe, über eine intelligente Erfassung von Verbräuchen und Einspeisungen auf der Verteilebene zu einer besseren Auslastung der Netze und damit hoher Versorgungssicherheit zu kommen.  
Daneben entstehen daraus die Grundlagen, um neue dezentrale Infrastrukturen wie Micro-Grids aufzubauen und zu betreiben, also teilautonome Energiekonzepte zu realisieren.
- **RFID/Logistik: Netzwerk aus Produzenten (selbst schon ein Netzwerk), Logistikdienstleistern, Handel, Endkunden**  
Zulieferketten werden intelligent gemacht, um Komponenten zum richtigen Zeitpunkt in der benötigten Menge in der erwarteten bzw. garantierten Qualität bereitzustellen. Der Workflow schließt sich, indem die Komponente im Betrieb weiter beobachtet werden kann, damit Ausfallursachen auf die Produktionsstufe zurückgeführt werden können, in der sie entstanden ist. Der Zyklus schließt sich, wenn das Teil recycelt wird und über das entstandene Feedback an die Entwickler eine neue verbesserte Produktgeneration entsteht. Die in verschiedenen Branchen bereits in der Einführung begriffenen Betreibermodelle werden so auf eine stabile Informations- und Kommunikationsbasis gestellt.
- **Vernetzter Autoverkehr: Netz aus Autos, Telematiksystemen, Diensteanbietern (Staumelder, Wetternachrichten, ...)**  
Stationäre und mobile Sensornetze bieten verbesserte Voraussetzungen für ein Verkehrsmanagement in Echtzeit, das auf einer belastbaren Datenbasis dazu beiträgt, Verkehrsströme optimal zu lenken. Neben Wetterdaten (Glatteis, Schnee, Nebel) können die Bewegungsdaten einer zunehmenden Zahl von Fahrzeugen ausgewertet und für die Verkehrslenkung genutzt werden. Die mit geeigneten „Sensor“-Netzwerken erfassten Daten wurden in einer „Sensor Cloud“ (anonymisiert) verfügbar gemacht, um daraus die notwendigen Entscheidungen abzuleiten.

Solche „Sensor Clouds“ stehen zudem für weitere Applikationen zur Verfügung. Interessenten können solche Datendienste buchen, um auf Basis verdichteter (und anonymisierter) Daten eigene Auswertungen vornehmen zu können. So liegen Anwendungen wie die Routenplanung im Logistikgewerbe nahe. Letztlich wird es aber eine Vielzahl von Bedarfen geben, die zu neuen Geschäftsmodellen führen oder bestehende Prozesse und Workflows optimieren können.

Infrastrukturelle und funktionale Basis dieser Konzepte sind leistungsfähige IKT-Netzwerke, hierarchisch organisiert. Wie bereits im Kapitel zu „Smart X“ ausgeführt, bestehen hier noch erhebliche Po-

tenziale, unter anderem durch den Einsatz von kognitiven Methoden, um Informationen geeignet zu verdichten und zu bewerten und um die an zentralen Stellen zusammen laufenden Datenmengen möglichst gering zu halten.

Internet-Standards und Internet-Strukturen haben sich als zweckmäßig erwiesen, um solche Netzwerke aufzubauen und zu organisieren. Die Diskussionen, die im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Future Internet geführt werden, insbesondere die Einführung von IPv6, weisen darauf hin, dass die Voraussetzungen zum Aufbau solch komplexer Infrastrukturen weitgehend schon geschaffen wurden. Es ist aber noch nicht ausgemacht, dass die technischen Netzwerke für konvergente IKT-Anwendungen, wie sie hier exemplarisch beschrieben werden, immer auch auf das offene Internet abgebildet werden. Es gibt unterschiedliche Gründe für das Aufsetzen geschlossener, separater Netzwerke: Betriebs- und Datensicherheit spielen in Anwendungsfeldern wie der Stromversorgung, im Gesundheitswesen und der Medizin oder im Verkehr eine gewichtige Rolle. Andererseits spielt der Wunsch nach Ausübung einer Kontrollfunktion über die Nutzung des Netzes eine große Rolle. Rein technisch geht es darum, Dienstqualitäten leichter garantieren zu können (heutige Telefonnetze, aber zunehmend auch VoIP). Wenn es um neue Geschäftsmodelle geht, spielt dabei aber auch eine entscheidende Rolle, Dienstleistungen besser und wirkungsvoller vermarkten zu können, sich vom Wettbewerb abzugrenzen oder auch Marktmacht aufzubauen und die eigene Marktposition zur Wirkung zu bringen.

Um Netzeffekte realisieren zu können (gemeinsame Infrastruktur senkt Installations- und Betriebskosten), wird aber ein Druck entstehen, möglichst viele konvergente IKT-Anwendungen doch über das offene Internet zu betreiben. Wie der Zielkonflikt zwischen separaten Netzen mit garantierten Qualitäten einerseits und dem öffentlichen Internet mit geringen Kosten und leichtem Zugang andererseits zukünftig gelöst werden wird, ist heute noch weitgehend unklar. Es wird in hohem Masse von den Anwendungen selbst und den Konzepten der dahinter stehenden Betreiber abhängen, wie sich die Netze und deren Nutzung entwickeln werden.

### **Verfügbarkeit, Sicherheit**

Das Internet wird zweifelsohne zu einer wesentlichen und unverzichtbaren technischen Basis für die Entwicklung neuer Märkte, neuer Dienstleistungen und neuer Geschäftsmodelle der konvergenten IKT. Damit wachsen auch die Anforderungen an das Internet und an die anwendungsspezifischen Dienste, wie z. B.:

- Keine digitale Spaltung, sondern Zugang für alle Bürger, Unternehmen und gesellschaftlichen Gruppen. Damit gekoppelt: Es müssen auch in ausreichender Zahl IP-Adressen bereitstehen (IPv6).
- Ein hohes Maß an IT-Sicherheit, funktionaler Sicherheit und Zuverlässigkeit ist notwendig, wenn tatsächlich geschäftskritische Prozesse abgewickelt oder Aufgaben der Grundversorgung des Bürgers über das Netz bereitgestellt werden. Heutige Internet-Standards und -Strukturen bzw. Architekturen sind dafür nur bedingt geeignet. Die strukturellen Sicherheitsmängel bei E-Mail und eine fehlende QoS sind Beleg dafür.
- Offene Standards werden benötigt, um eine geeignete technische Basis für die Realisierung offener und flexibler IKT-Anwendungen zu bereiten.
- Lösungen und Konzepte der Informations- und Kommunikationstechnik werden benötigt, um die Voraussetzungen dafür zu schaffen, die Echtheit von Informationen und Produkten, deren Herkunft und Unversehrtheit, das (erfolgreiche) Durchlaufen einer Prozesskette nachweisen zu können.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss eine Governance-Struktur konzipiert und aufgebaut werden. Dabei sind zwei Aspekte zu berücksichtigen:

- Das Internet ist eine Infrastruktur. Freier Zugang, Versorgungssicherheit und Haftung müssen von den Betreibern und Diensteanbietern gewährleistet werden.

- Das Internet ist ein Marktplatz: Für alle Marktteilnehmer muss ein freier Zugang möglich sein; Monopole sind zu vermeiden (gleich auf welcher Ebene: Infrastruktur, Basisdienste, Anwendungsdienste).

Die Aufsicht über die Einhaltung dieser Regeln ist ganz wesentlich Aufgabe der öffentlichen Hand und kann auf bestehende Strukturen abgebildet werden (Wettbewerbsrecht, Kartellrecht, Datenschutzrecht, ...). Erforderliche Standardisierungen sind dagegen Aufgabe der Industrie selbst. Die Öffentliche Hand kann bei eigenen Beschaffungen beispielsweise durch Vorgabe von Standards Impulse setzen oder FuE-Projekte fördern, deren Ergebnisse in offene Standards umgesetzt werden müssen.

### **Individualisierung**

Einen entscheidenden Einfluss üben konvergente Entwicklungen auf Grundlage von Informations- und Kommunikationstechnik bei der Individualisierung von Produkten und Diensten bzw. Dienstleistungen aus. Dabei geht es um individualisierte Informationsmedien von der Tageszeitung bis IPTV, von neuen Ansätzen und Methoden des Direktmarketing bis hin zur Ausschaltung von Intermediären. Besonders deutlich wird dies bereits im Mediensektor. Noch nie war es für einen Neueinsteiger so einfach möglich, seine Werke, seine Musik, einer sich entwickelnden Community, meist zum Download, zur Verfügung zu stellen. Individualisierte Tageszeitungen, besonders wenn sie über einen E-Book Reader konsumiert werden können, beginnen sich durchzusetzen.

Die individuelle Ansprache von Kunden, die Berücksichtigung ihrer Interessen und Vorlieben bei der Ansprache und Präsentation von Angeboten, wird vom Konsumenten zunehmend erwartet und ist Basis für einen verbesserten Markterfolg auf der Anbieterseite. Social Networks werden inzwischen mit Erfolg von Firmen genutzt, um die Kommunikation mit Mitarbeitern und Kunden auf eine neue, intensivere und individuelle Ebene zu bringen. Immer neue und innovative Konzepte, die den Markt erreichen, machen deutlich, dass diese Entwicklung weiterhin an Dynamik zunimmt.

Andererseits bietet die Informationstechnik immer bessere und effektivere Konzepte für neue Formen der Zusammenarbeit. Kollaborative Entwicklung, über Firmengrenzen hinaus, in projektspezifischen Teams, ist ein Thema mit hohem Potenzial. Auch hier werden die bestehenden Möglichkeiten bisher nur zu einem geringen Teil ausgeschöpft.

### **IKT-Anbieter in Schlüsselrollen von Wertschöpfungsprozessen**

Die im Rahmen von konvergenten Prozessen von der Informations- und Kommunikationstechnik in die Weiterentwicklung und Verbesserung von bestehenden Prozessen oder in den Aufbau neuer Workflows eingebrachten Leistungsmerkmale versetzen IKT-Anbieter vielfach in die Situation, neue und stabile Rollen in den betrachteten Wertschöpfungsketten einnehmen zu können. Aktuelles Beispiel ist das Thema Smart Grid, in dem durch IKT-Anbieter die wesentlichen neuen Instrumente eingebracht werden, um die Abläufe entscheidend zu verbessern. Eine aktuelle Befragung von Branchenvertretern<sup>9</sup> bestätigt dies. Die Befragten sind sich einig, dass „Branchenfremde Wettbewerber den größten Bedeutungszuwachs erfahren werden. Ihnen werden besonders hohe Innovationskraft und Schnelligkeit beim Markteintritt zugeschrieben“. Es handelt sich dabei um Unternehmen aus den Bereichen IKT und Automobilindustrie. Hervorgehoben wird dabei die erwartete Entwicklung u. a. beim Smart Metering. Ähnliches gilt für den Maschinenbau und den Automobilbereich, in denen der Anteil der IKT an der Wertschöpfung kontinuierlich zunimmt.

### **Implikationen neuer, verteilter IKT-Konzepte**

Zwei Entwicklungstrends in der Informations- und Kommunikationstechnik treffen aktuell zusammen. Das Konzept der verteilten Intelligenz verfolgt das Ziel, auf Basis von Embedded Systems am Ort, in der Situation jeweils die benötigte Intelligenz zur Verfügung zu stellen, um über Sensorik Umweltfaktoren zu erfassen, diese zu verarbeiten und Prozesse am Laufen zu halten. Die realisierten Systeme

---

<sup>9</sup> Trendstudie Energiewirtschaft, bdew und CTG, 2010

agieren zunächst autonom, können aber über die Vernetzung der Teilsysteme in einem Bottom-Up-Ansatz komplexe Problemstellungen lösen helfen. Dem gegenüber stehen, wie an anderer Stelle bereits ausführlich beschrieben, Bestrebungen, die Intelligenz (hohe Verarbeitungsleistung) und die zugehörige Datenhaltung zentral zu installieren. Hierfür stehen Begriffe wie Cloud Computing oder SaaS.

Beide Ansätze entwickeln sich sehr positiv und haben gute Zukunftsperspektiven. In der intelligenten Kombination der beiden Ansätze ergeben sich allerdings erhebliche Potenziale, um zukünftig noch leistungsfähigere Lösungen erstellen und anbieten zu können, noch komplexere Angebote und Systeme realisieren zu können.

### **Bereitstellung von Wissen**

Aus der Aufbereitung und dem Verfügbarmachen des Wissens der Menschheit, aber auch der gezielten Be- und Auswertung der täglich neu entstehenden Daten ergibt sich eine der wichtigsten Aufgaben der Informations- und Kommunikationstechnik. Projekte wie das „Google Buchsuche-Bibliotheksprogramm“, in dem urheberrechtsfreie Publikationen verfügbar gemacht werden sollen, sind nur ein Beispiel für Aufgaben, die bereits in Angriff genommen wurden. Erheblicher Aufwand wird noch geleistet werden müssen, um grundsätzlich verfügbares Wissen flexibel nutzbar bereitstellen zu können. Mit Hilfe von Methoden des Web 3.0, des Semantic Web, können diese Inhalte verfügbar, können Informationen in Hinblick auf die von Anwendern formulierten Fragestellungen zusammengeführt werden. Das IKT-Forschungsprogramm THESEUS des BMWi leistet in diesem Sinne bereits gute Entwicklungsarbeit. Neue Geschäftsmodelle werden daraus entstehen.

Andererseits spielen aber auch die Sozialen Netzwerke des Web 2.0 eine wesentliche Rolle, wenn es darum geht „user generated knowledge“ zu erzeugen und nutzbar zu machen. Das reicht vom viralen oder auch Empfehlungsmarketing, bei dem der Konsument in die Rolle des „Werbers“ schlüpft, bis hin zur kollektiven Gestaltung neuer Produkte und Dienstleistungen durch die zukünftigen Kunden selbst, lange bevor das Produkt selbst marktverfügbar ist.

Schließlich sorgen Informations- und Kommunikationstechnik mit geeigneten Hardware- und Softwarekomponenten dafür, dass Informationen/Wissen ubiquitär, orts- und situationsspezifisch, im benötigten Detaillierungsgrad und, den Bedürfnissen des Nutzers entsprechend, geeignet verknüpft, zur Verfügung stehen.

Daraus ergeben sich mannigfaltige Ansätze für die Gestaltung und erfolgreiche Umsetzung neuer Geschäftsmodelle. Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind damit ein maßgeblicher Treiber, um zusätzliche Wirtschaftskraft aufzubauen und im internationalen Wettbewerb erfolgreich zu bestehen.

### 3 Analysen zu den betrachteten Themenfeldern

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse aus den zehn betrachteten Themenfeldern zusammenfassend dargestellt. Dabei wird die gleiche Reihenfolge gewählt, wie im Studienband. Allerdings werden die zentralen Ergebnisse der Szenarioanalyse in diesem Bericht in die Kapitel zu den Themenfeldern integriert, während sie im Studienband in einem eigenen Kapitel 5 zwischen den Darstellungen der vier Schwerpunktthemen und den übrigen Themenfeldern erscheinen. Die Zuordnung von Kapiteln aus diesem Bericht zu den korrespondierenden, umfassenden Abhandlungen zu den Themenfeldern im Studienband zeigt die nachfolgende Tabelle:

Kapitel in diesem Bericht	Kapitel im Studienband
3.1 Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik	1
3.2 Servicerobotik	2
3.3 Maschinenbau/Automatisierung	3
3.4 Interaktive Medien	4
3.5 Energie	6
3.6 Future Internet	7
3.7 Logistik/Internet der Dinge	8
3.8 Mobilität	9
3.9 Gesundheit & Lifestyle	10
3.10 IKT-Sicherheit	11

Für die vier Schwerpunktthemen werden als Ergebnis der umfassenden Szenarioanalyse die wahrscheinlichen oder aber erstrebenswerten Szenarien für die Jahre 2015 und 2025 kurz dargestellt. In der vollständigen Analyse (Kapitel 5 des Studienbandes) werden neben diesen Leitszenarien auch weitere Szenarien entwickelt, um Chancen und Risiken bei der Umsetzung beurteilen und daraus Handlungsempfehlungen ableiten zu können.

Für alle Themenfelder werden Einschätzungen zu der Entwicklung des deutschen Marktes (nach Umsätzen) und den Wertschöpfungsanteilen deutscher Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für die Jahre 2010 bis 2025 abgegeben. Diese Prognosen beruhen auf Experteneinschätzungen zu den Entwicklungen, die bis zum Jahr 2025 in dem jeweiligen Themenfeld zu erwarten sind. Als weitere Kenngröße wird der zu erwartende Einfluss von IKT-Technologien im Zeitverlauf für die einzelnen Themenfelder abgeschätzt.

#### 3.1 Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik

Die Themenfelder Smart Building, Smart Home und Konsumelektronik wachsen immer enger zusammen. Der Begriff Smart Building umschreibt die Gebäudeautomation und wurde zunächst von Betreibern von Gebäuden, analog zur Fabrikautomation, eingeführt. Smart Building schließt ein breites Spektrum von Aufgaben ein. Ziel ist das weitgehend automatisierte und damit kosten- und energieeffi-

ziente Betreiben von Gebäuden. Dieses Thema wird seit gut 25 Jahren vorangetrieben und ist weitgehend etabliert. Daraus entwickelte sich der Begriff des Smart Home, bei dem einige Aufgaben der Gebäudeautomation wie Heizungs- und Klimaregelung übernommen und um Aufgaben der Haushaltsautomation ergänzt werden. Inzwischen steht der Begriff Smart Home für die zunehmende Konvergenz von Gebäude- und Haushaltsautomation einerseits und der Konsumelektronik andererseits, einschließlich der Netzwerke, die mit dazu beitragen, diese Welten miteinander zu verbinden.

Ein generell zu erkennender Technologietrend ist die zunehmende Ablösung von Hardware-Lösungen durch Software. Entweder werden Funktionen und Dienste online bereitgestellt oder es werden neue Funktionen auf einer bestehenden „Universal“-Hardware wie einem PC oder neuen funktional aufgewerteten Geräten mittels einer reinen Software-Lösung verfügbar gemacht. Es entwickeln sich in Verbindung damit immer komplexere Geschäftsmodelle; die Verzahnung von Lösungen, bei denen Anbieter sich auf andere am Markt verfügbare Angebote beziehen, indem sie dies zum Nutzen der eigenen Applikation einbinden, nimmt zu.

Konvergente Entwicklungen realisieren sich aber auch durch die zunehmende Integration von Funktionen in einem Gerät. Mobile Geräte wie Laptops oder das iPad und Entwicklungen wie das eBook zielen darauf ab, klassische Medienformen wie Buch, Zeitung, Zeitschrift, Prospektmaterial, Kataloge, Dokumente zu substituieren. Displays, die zwischen verschiedenen Modi umschaltbar sind und damit die Anforderungen erfüllen, die einerseits an das Display eines PC (Notebooks) gestellt werden mit Farbdarstellung und schneller Seitenaufbaurrate, andererseits an ein eBook gestellt werden, also quasi-statische Anzeige mit hoher Energieeffizienz, sind schon in naher Zukunft verfügbar. Das Mobiltelefon integriert eine Kamera (inzwischen schon bis zu 12 MP(Megapixel)), Navigation, IPTV, Schrittzähler, MP3-Player etc. Speziell das iPhone von Apple lebt von Applikationen, sogenannten Apps, unter denen, mithilfe der eingebauten Sensorik, sogar die Funktion einer Wasserwaage zu finden ist. TV und PC werden zur „Zentralstation“ für Medientechnik und Entertainment (Home Cinema), Haustechnik und generell Anwendungen des Smart Home.

Benutzerschnittstellen (Human Machine Interface – HMI) bleiben auch in Zukunft ein spannendes Thema. Die Herausforderungen sind groß: Benutzerschnittstellen müssen über Plattformen hinweg gleichartig aufgebaut sein; ob der Nutzer seine Applikationen über ein mobiles Device oder über ein Plug-in für z. B. iPad oder PC bedienen will, darf keinen Unterschied machen. Neue Fähigkeiten der HMI wie das Verstehen umgangssprachlicher Anweisungen in vollständigen Sätzen, Gestenerkennung oder Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) werden zukünftig dazu beitragen, intuitive und ergonomische Lösungen zu schaffen.

Zunehmend werden also Geräte für die Nutzung durch den privaten Konsumenten entwickelt, die ein völlig neues Nutzungskonzept mitbringen. Neben Hardware (HW), Firmware und der korrespondierenden Software (SW), um die vorgesehenen Nutzfunktionen aktivieren zu können, enthalten diese einen vollständigen Be-/Verarbeitungs-Workflow, sind also weitgehend autonom einsetzbar. Die Geräte bieten damit breite und umfassende Nutzungsmöglichkeiten für Jedermann.

Die Konzepte erfordern kein oder nur minimales Fachwissen. Die dem Konsumenten vertraute Vorgehensweise, zunächst am eigenen PC eine ganze Reihe von Applikationen aus unterschiedlichen Quellen installieren zu müssen, um vollständige Bearbeitungsworkflows aufzubauen, wird obsolet. Die Anwendung funktioniert immer, auf jedem PC, an jedem Ort. Die viele Jahre immer wieder diskutierte Strategie, Geräte und Softwarelösungen funktional so anzulegen, dass es neben einem Anfänger immer auch einen Experten-Modus gibt, wird bei zunehmender Durchsetzung solcher Konzepte nicht mehr gebraucht.

Sowohl im Bereich Konsumelektronik als auch bei der Home Automation werden Geräte, Komponenten und Dienste immer billiger, dabei auch leistungsfähiger und komplexer. Neue Lösungen führen nur kurzzeitig zu einer vertretbaren und stabilen Marge. Es entsteht ein hoher Marktdruck, vor allem Massenlösungen haben eine Chance. Der ROI ist zunehmend infrage gestellt; nur wer in sehr kurzer Zeit

einen großen Markterfolg erzielt, hat gute Chancen. FuE-Kosten steigen dabei enorm an. Kundenspezifische Chiplösungen oder komplexe Embedded Systemlösungen mit der Möglichkeit, die Wiederverwendbarkeit von funktionsbestimmenden Modulen zu verbessern und damit Einfluss auf die entstehenden Kosten zu nehmen, sind erforderlich, um vom Markt geforderte Fähigkeiten wie Funktionalität oder Mobilität zu erzielen und diese zu einem möglichst frühen Zeitpunkt und zu marktgerechten Preisen zur Verfügung zu stellen. Es wird außerdem immer schwerer, Komponenten und einzelne Geräte allein abzusetzen. Die Kunden verlangen in immer stärkerem Maße nach integrierten Produkt-/Service-Lösungen.

### **Szenarioanalyse**

Die Szenarioanalyse (Kapitel 5.2 des Studienbandes) zeigt, dass im Jahr 2015 voraussichtlich die Themen Energieeffizienz und Ambient Assisted Living (AAL) die zentralen Treiber für Entwicklungen im Anwendungsbereich Smart Home sind. Kunden sind zu diesem Zeitpunkt durch Pilotanwendungen von den Vorteilen der Smart Home-Lösungen überzeugt. So werden beispielsweise Smart Meter flächendeckend eingeführt, weil die Einsparmöglichkeiten für private Nutzer nachgewiesen sind.

Auch bei der Entwicklung vernetzter AAL-Produkte für altengerechtes Wohnen werden Telekommunikationsunternehmen, Energieversorgungsunternehmen, Wohnungsbaugesellschaften, IT-, Sicherheits- und Pflegedienstleister mit neuen vielversprechenden Produkten und Dienstleistungen als Treiber für Smart-Home-Lösungen fungieren.

In der Vorausschau auf das Jahr 2025 wird von einem Szenario ausgegangen, in dem sich durch weitreichende Kompatibilität und Interoperabilität ein stabiler Konsumelektronik/Smart Home-Markt entwickelt hat, der noch weiter wächst und sich durch branchenübergreifende Kooperationen auszeichnet. Durch offene Innovationsprozesse sind neue Produkte und Dienstleistungen entstanden, die auch technologische Entwicklungen aus der Robotik nutzen. Der Markt wird durch große Systemanbieter dominiert, deren Ziel es ist, eine hohe Kompatibilität und Einfachheit der Anwendungen sicherzustellen. Das Smart Home ist technologisch so als Plattform ausgelegt, dass auch KMU als Anbieter von Smart Home-Anwendungen und -Dienstleistungen auf Basis von Apps eine Chance am Markt haben. Der Haus- oder Wohnungsbesitzer wird so zum Systemintegrator. Brüche bei der Bereitstellung von kontextadäquaten Diensten beim Verlassen des Hauses sind weitgehend vermieden.

### **Marktentwicklung**

Deutsche Hersteller nehmen eine traditionell führende Rolle sowohl bei Haustechnik als auch in der Gebäudeautomation ein. Ein Konsortium aus deutschen/europäischen Unternehmen hätte die Chance, Standards zu setzen und eine anerkannte Plattform für die Hausvernetzung/-automatisierung zu etablieren. Auch in dem für das Smart Home relevanten angrenzenden Bereich der Medizintechnik mit möglichen Anwendungen in Telemedizin, häuslicher Pflege und Rehabilitation, sowie auch im Bereich Fitness und Wellness sind deutsche Hersteller gut aufgestellt.

Dagegen ist im Bereich Konsumelektronik kaum auf eine bessere Positionierung der deutschen Industrie zu hoffen. Es gibt selbst in Europa immer weniger Unternehmen, die erfolgreich am Markt operieren. In Deutschland sind im High End-Bereich bei TV-Geräten Loewe und Metz zu nennen, bei Navigationsgeräten Harman/Becker, und Firmen wie Kathrein oder TechniSat bei Satellitenempfangsanlagen.

Noch weniger Chancen bestehen im Bereich PC-Hardware und -Software sowie Vernetzung. Firmen wie Apple, HP, IBM/Lenovo; Microsoft, Google oder Yahoo bzw. Cisco, Huawei u.a. beherrschen den Markt. Lediglich als Zulieferer, so die Merck KGaA bei Flüssigkristalldisplays, sind deutsche Firmen beteiligt.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt ein (Abbildung 3). Eine zusammenfassende SWOT für das Themenfeld Smart Home zeigt Abbildung 4.

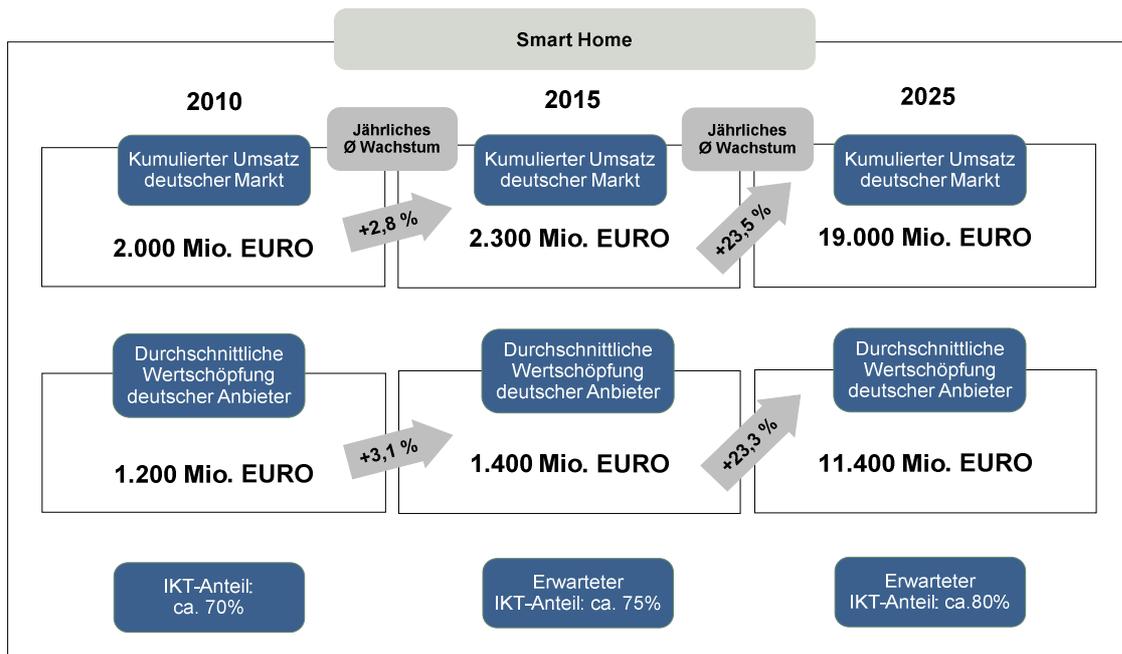


Abbildung 3: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Smart Home

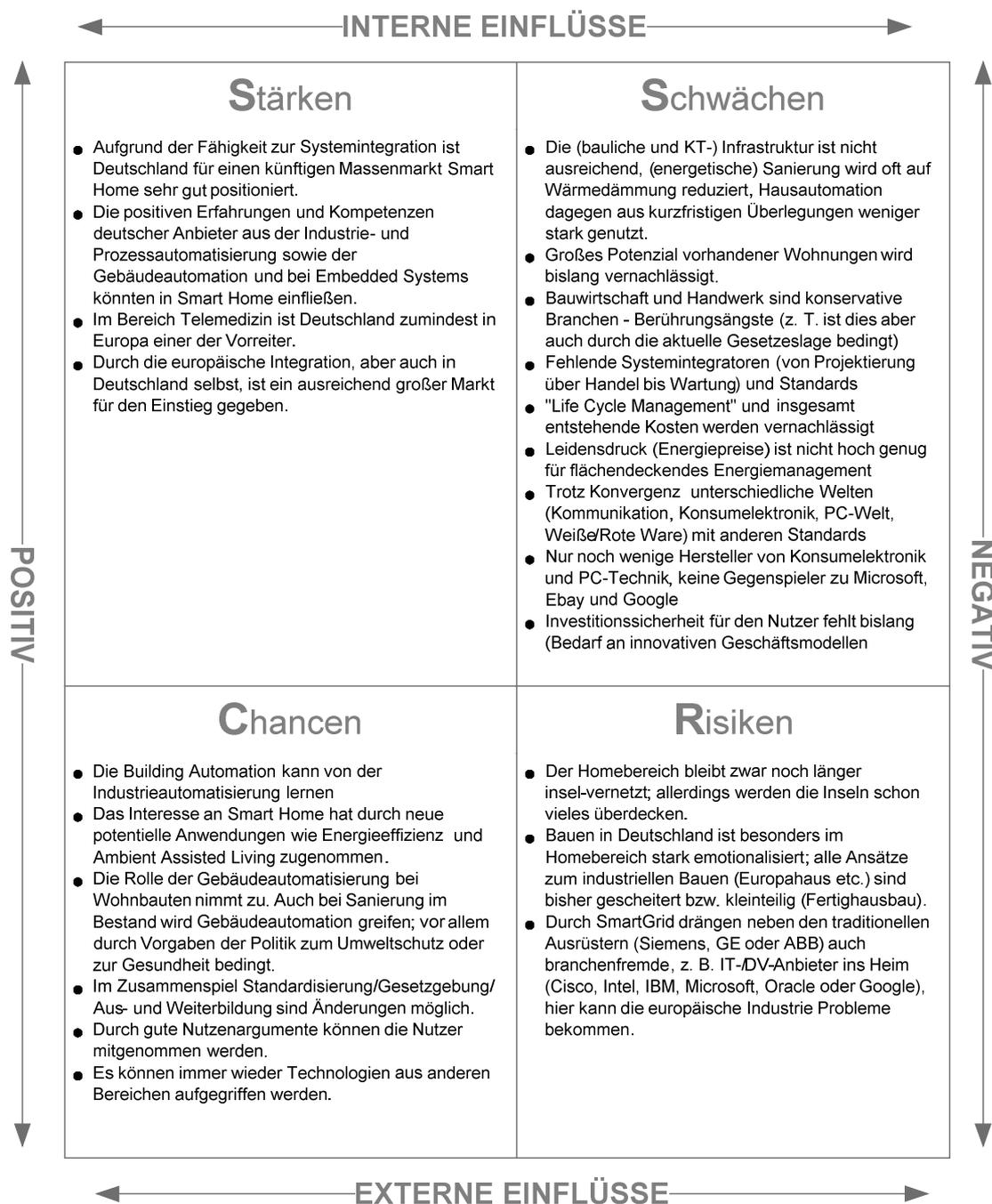


Abbildung 4: SWOT für das Themenfeld Smart Home

### 3.2 Servicerobotik

Mit dem Begriff Servicerobotik werden im Rahmen dieser Studie robotische Systeme bezeichnet, die nicht wie bei der Industrierobotik nahezu ausschließlich industriell im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt werden, sondern als Folge ihrer Alltagstauglichkeit in vielen Anwendungsfeldern innovative Prozesse und Dienstleistungen ermöglichen.

Die Servicerobotik bietet im Gegensatz zur Industrierobotik Funktionalitäten, die von heutigen Industrierobotern nicht erreicht werden. So können u. a. eigentlich schwer automatisierbare Arbeitsabläufe, wie z. B. Arbeiten, die einen verstärkten manuellen Einsatz erfordern, durch robotische Assistenz wesentlich unterstützt werden.

Technische Entwicklungen und Kenntnisse sind am Standort Deutschland reichlich vorhanden, um mittelfristig erste Produkte der Servicerobotik marktreif machen zu können. Dies kann bis 2015 geschehen. Unter der Voraussetzung dass nötige Standardisierungsprozesse vorangebracht werden, ist bis 2020 mit dem Entstehen einer durchaus spezifischen Zulieferindustrie zu rechnen. Im Erfolgsfall kann sich die Servicerobotik insbesondere in Anwendungsszenarien für Co-Worker und autonom agierenden Servicerobotern (siehe Kapitel 2 des Studienbandes) zu einer eigenständigen Industrie entwickeln. Dies wird voraussichtlich nicht vor 2025 geschehen. Bis dahin ist auch zu erwarten, dass eine ganze Reihe neuer Anwendungsfelder für robotische Systeme erschlossen werden können. Diese werden zunächst jedoch kaum im Bereich der Massenfertigung liegen, sondern sich eher auf die kleine Serienfertigung bis hinunter zur Herstellung von Einzelstücken beschränken. Gelingt dies, wird auch die wirtschaftliche Relevanz der Robotik insgesamt weiter zunehmen.

Dabei wird heute von den in Europa in der Robotik tätigen Akteuren aus Forschung und Herstellerindustrie angenommen, dass die wesentlichen Impulse zur Entwicklung und zum Einsatz der Servicerobotik nicht von Anwendungen im privaten Bereich, sondern wesentlich von industriell und wirtschaftlich sinnvollen Applikationen ausgehen und erst dann allmählich in den privaten Sektor diffundieren.

Um Lösungen für eine Vielzahl von Anwendungen für kommerzielle und private Dienstleistung anbieten zu können, müssen Themen wie die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK), aber auch das automatische („intelligente“) Erfassen und Ausführen bestimmter Aufgabenstellungen, intensiv vorangetrieben werden. Hier steht eindeutig die Assistenzfunktion im Vordergrund. So wird vermutet, dass es bis 2025 möglich sein wird, schwierige und komplexe Aufgaben im Arbeitsumfeld zusammen mit einem robotischen Co-Worker zu bewältigen. Aber auch autonom agierende Serviceroboter werden selbstständig individuelle und komplexe Arbeiten im Bereich Überwachung, Exploration, Inspektion und Wartung verrichten können. Solche Möglichkeiten sind gerade für kleine und mittlere Unternehmen von hohem wirtschaftlichem Interesse.

Bereiche mit hohem Entwicklungspotenzial können Überwachungsaufgaben, Reinigungs- und Wartungsaufgaben sein, die zukünftig von miteinander kommunizierenden und agierenden Serviceroboterschwärmen durchgeführt werden könnten. Vorstellbar sind aber auch Funktionen, die den Menschen in seinen Bewegungsfunktionen unterstützen (Exoskelett) oder Systeme, die personenbezogene Dienste übernehmen (Rehabilitation, Personal Trainer, etc., siehe auch Abbildung 33).

Schließlich können Serviceroboter auch Aufgaben in Gefahrenbereichen übernehmen, die bisher vom Menschen erledigt werden. Hier werden die Wirtschaftlichkeit und der Nutzen robotischer Lösungen nicht mehr angezweifelt. Entscheidend sind dabei vor allem Fähigkeiten wie Interoperabilität, Lernfähigkeit, Umfelderkennung und -beurteilung, Autonomie und Mobilität sowie Robustheit.

Eine wesentliche gesellschaftliche Randbedingung für die Schaffung einer erfolgreichen Servicerobotik-Industrie am Standort Deutschland ist der Ausbau des Sachverstands und eine enge Vernetzung von Zulieferern, Herstellern und Kunden. Dazu wird es im Gegensatz zu anhaltenden Entwicklungen in der Automobilindustrie nötig sein, sich gemeinsam dem Trend der Auslagerung in Billiglohnländer zu widersetzen. Bestrebungen, die eigene Fertigungstiefe wieder zu erhöhen, um die inzwischen hohe

Abhängigkeit von Zulieferunternehmen zu reduzieren, stehen jedoch oft im Widerspruch zur Vorgabe, konkurrenzfähige Produkte anbieten zu können.

Nach Untersuchungen des Fraunhofer IPA könnte sich heute u. U. bereits der Einsatz des am IPA entwickelten Care-O-Bot, eines noch vergleichsweise einfachen Service-Roboters für Aufgaben im Pflegedienst, volkswirtschaftlich rechnen. Bislang dient der FhG IPA Care-Robot als Entwicklungsplattform für die unterschiedlichsten Anwendungen (u. a. Plattform zum Robo-Cup). Das vom FhG IPA und Partnerunternehmen angebotene System ist jedoch für KMU kaum erschwinglich. Ähnlich verhält es sich mit der von KUKA angebotenen Plattformlösung, die Entwicklern für unterschiedliche Robotik- und Servicerobotik-Projekte eine Alternative liefern soll. Für Anwendungen im individuellen bzw. privaten Bereich gibt es in Deutschland kaum Produkte. Die stattfindenden Diskussionen ranken sich weitgehend um die aus den USA und vor allem aus Asien stammenden Demonstrationen. Einige Produkte im Bereich Spiele können hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Wirkung als „door opener“ betrachtet werden.

### **Szenarioanalyse**

Die Analyse möglicher Szenarien für die zukünftigen Entwicklungen (Kapitel 5.3 des Studienbandes) lässt für 2015 erwarten, dass erste marktfähige Produkte für die Servicerobotik entwickelt sind. Die Treiber dieser Entwicklung sind vorrangig Hersteller von etablierten Industrierobotern, die damit neue Märkte in Anwendungsbereichen Smart Home, der Medizin und der Sicherheitstechnik erschließen.

Infolge der positiven Marktentwicklungen kommt es verstärkt auch zu Neugründungen von Unternehmen, die sich speziell auf Entwicklungen der Servicerobotik konzentrieren. Die zunehmende Zahl der Player zwingt die Unternehmen zu einer Einigung auf technische Standards, mit denen die Entwicklung der Servicerobotik weiter beschleunigt wird.

Für das Jahr 2025 darf erwartet werden, dass die Servicerobotik zum zentralen Element in Wertschöpfungsketten wird und einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil für die deutsche Wirtschaft darstellt. Dabei ist Servicerobotik mehr als eine Kombination vorhandener Disziplinen wie etwa der IKT oder Mechatronik. Es entsteht vielmehr ein eigenständiges Technologiefeld, das allgegenwärtig ist und sich im Bereich der Forschung auf spezielle Institute mit dem Schwerpunkt Servicerobotik an den Technischen Universitäten stützt.

Deutschland ist in der Servicerobotik technologisch führend. Dennoch sind die Unternehmen einem starken Wettbewerb ausgesetzt, der insbesondere von den USA ausgeht, wo Servicerobotik im Bereich des Militärs und der Sicherheit sehr weit entwickelt ist.

Für die Robotik hat sich bis 2025 eine Zulieferindustrie etabliert, die auch einen großen Teil der speziellen Komponenten für die Servicerobotik liefert.

### **Marktentwicklung**

Der Vergleich einschlägiger Studien zeigt ganz allgemein einen durchweg wachsenden Markt für die Servicerobotik. Es ist jedoch nicht zu erkennen, wie die jeweiligen Daten erhoben wurden. Die gegenseitige Referenzierung und die durchweg hohe Euphorie der Autoren, insbesondere der wissenschaftlichen Einrichtungen, können zu erheblichen Unsicherheiten hinsichtlich der Zuverlässigkeit der prognostizierten Daten führen. Andererseits gibt es eine Reihe belastbarer Zahlen bezüglich bestimmter indikativer Servicerobotikanwendungen, die einen verhaltenen Optimismus rechtfertigen. Im Vordergrund stehen hier die Zahlen für Servicerobotikprodukte im Bereich Militär, Sicherheit, Überwachung, Cleaning und mobile Plattformen. Hieraus kann zumindest für Serviceroboter zur Überwachung und Intervention sowie autonom agierende Serviceroboter ein für die nächste Dekade spürbares Wachstum des Marktes abgeleitet werden.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt ein (Abbildung 5). Eine zusammenfassende SWOT für das Themenfeld Servicerobotik zeigt Abbildung 6.

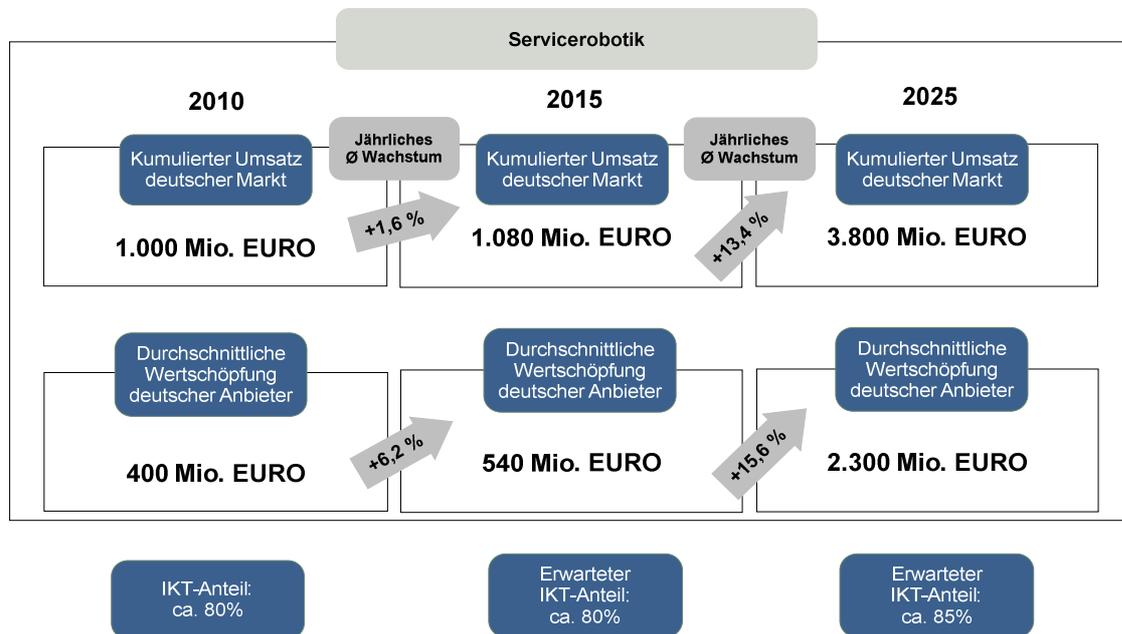


Abbildung 5: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Servicerobotik

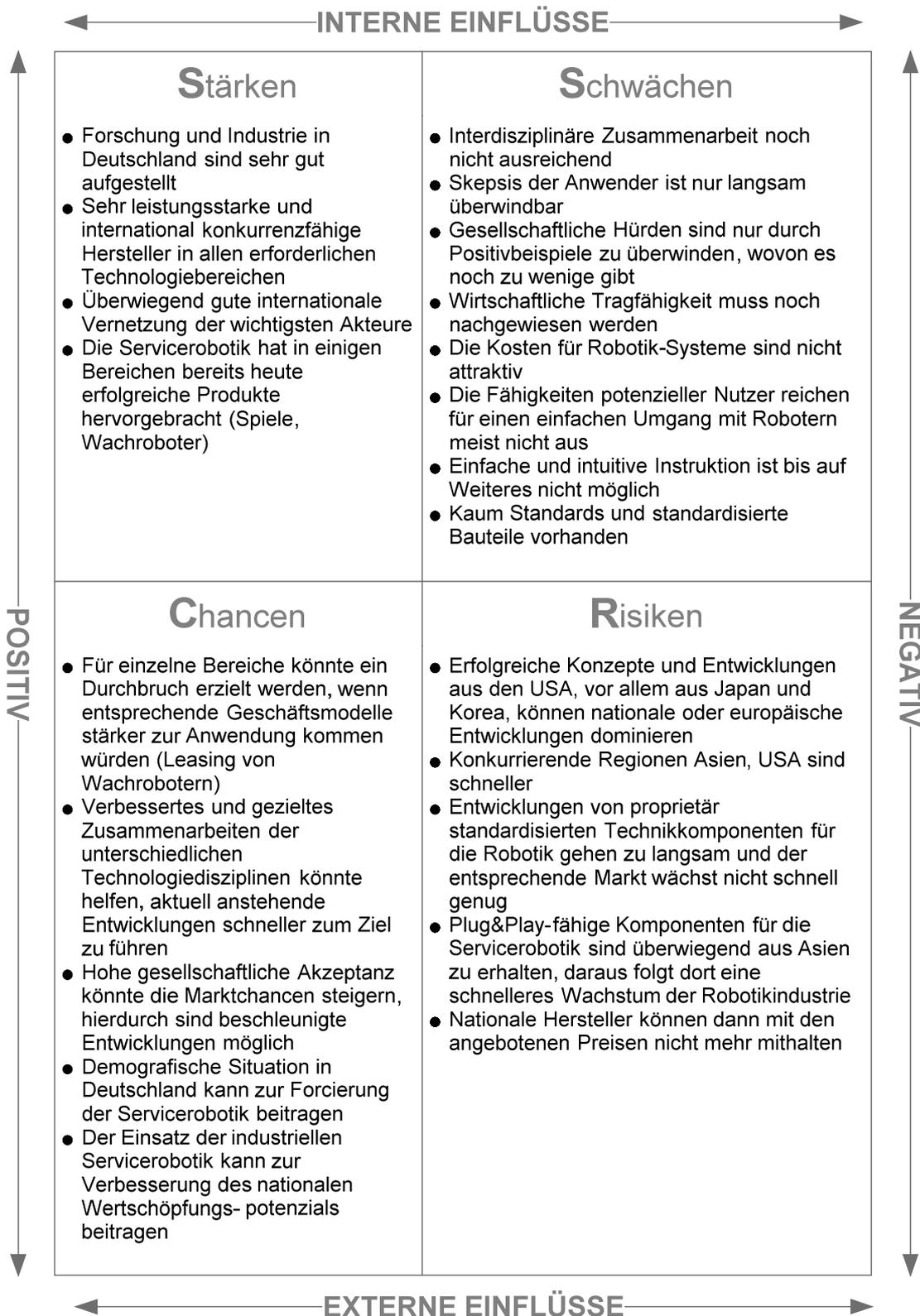


Abbildung 6: SWOT für das Themenfeld Servicerobotik

### 3.3 Maschinenbau/Automatisierung

Der Maschinenbau ist eine tragende Säule des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland und ein wesentlicher Garant für hohe Exportwerte der deutschen Industrie auf den globalen Märkten. Die Chancen des deutschen Maschinenbaus bestehen in der Innovation der Produkte, der Prozesse und den Geschäftsmodellen der Branche. Hybride Leistungsbündel, die sich kundenindividuell aus flexibel kombinierbaren Produkt- und Service-Modulen zusammenstellen lassen, eröffnen interessante Zukunftsperspektiven für kleine und mittlere Unternehmen.

Der Energiesektor besitzt als Zielmarkt für deutsche Maschinenbauer, vor allem im Hinblick auf die zunehmende Nutzung regenerativer Energieformen, ein hohes globales Wachstumspotenzial.

Für die Maschinenbau-/Automatisierungsbranche stellt die Einführung der Elektromobilität Chance und Risiko dar. So erwarten Experten langfristig strukturelle Veränderungen in der Produktion und der Wertschöpfungskette. Die Herstellung und das Recycling von Elektromotoren und Batterien bieten großes weltweites Wachstumspotenzial.

Die Konvergenz von Maschinensteuerungen und Mobilfunknetzen (M2M) führt ebenfalls zu Chancen für deutsche Unternehmen. So ist eine Erweiterung ihres Portfolios um innovative Serviceleistungen im Hinblick auf Fernwartungen und sichere Datenübertragung möglich.

Chancen ergeben sich auch aus der Bildung von Allianzen zwischen Maschinenbauunternehmen und Software-Anbietern des Bereichs Energiemanagement. Diese Geschäftsbeziehungen schaffen gute Voraussetzungen, um weltweit führend auf dem Gebiet der ressourceneffizienten Produktion sein zu können.

Die Integration der Informationstechnik bzw. Software (Embedded Systems) in Produkte, Werkstückträger und Maschinen ermöglicht Chancen für intelligente, selbstorganisierende bzw. selbstoptimierende Herstellungsabläufe und stellt die Basis für das Internet der Dinge dar.

Die zunehmende Produkt- und Prozesskomplexität sowie die verstärkte Einbindung von kleinen und mittleren Unternehmen in Kooperationsnetze erfordern den Einsatz neuester IT-Werkzeuge für Planung, Entwicklung, Produktion und Kollaboration sowie nachhaltiges Life Cycle-Management. Bei der Anwendung von IT-Methoden und Werkzeugen im Engineering-Bereich steht nach wie vor die intensive Nutzung von 3D-CAD (Computer Aided Design), FEM (Finite Elemente Methode), CAM (Computer Aided Manufacturing), DMU (Digital Mock Up), PDM (Product Data Management) und PLM-Lösungen im Vordergrund.

Die zukünftigen Entwicklungen bis 2025 umfassen aus technischer Sicht weiterhin folgende Aspekte: Vernetzte, digitale Umgebungen unterstützen den Menschen bzw. Maschinen in fast allen Entwicklungs- und Produktionsprozessen. Neben dem Future Internet als die globale, zuverlässige Plattform für alle Dienste (Service Grids) ermöglicht das Peer-to-Peer Networking den Informationsaustausch ohne zentrale Instanz. Intelligente Software-Agenten übernehmen Routineaufgaben. Selbstorganisation reduziert die Komplexität und erhöht die Zuverlässigkeit. Sicherheit bzw. proaktive Sicherheit bei der Nutzung von Diensten und Maschinen wird zu einer Grundvoraussetzung für deren Anwendung und Akzeptanz. Semantische Technologien verwandeln Informationen zu Wissen. Konsequentes Wissensmanagement ist die Basis des Erfolgs von Unternehmen. E-Processes erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit durch internetbasierte Geschäftsprozesse. IKT sorgt für Energieeffizienz und Versorgungssicherheit. Intuitive Bedienparadigmen werden die Nutzung des Internets für alle erleichtern. Bis 2025 werden intuitive Bedienparadigmen zur Nutzung des Internets sowie eine veränderte Mensch-Maschine-Schnittstelle in Form künftiger Bedienpanels mit Sprachsteuerung und Haptik-Funktion neue Anwendungen und Prozesse in der Planung und Produktion ermöglichen.

Ferner gewinnen für Maschinen- und Anlagenbauer das Kunden- bzw. Prozessmanagement zum Aufbau ihrer Dienstleistungen, die Steigerung der Kundenzufriedenheit und die Sicherung langfristiger

Geschäftsbeziehungen eine immer größere Bedeutung. Hierbei wird bis 2015 ein Trend im B2B-Bereich zur Konvergenz zwischen Web 2.0-Ansätzen und kollaborativem CRM zum sogenannten Enterprise 2.0 mit Multichannel-Management erwartet. Einerseits geht es darum, den Kunden interaktiv in die Prozesse mit einzubeziehen. Kollaboratives CRM greift aber andererseits über die Unternehmensgrenzen hinaus und integriert beispielsweise externe Lieferanten, Vertriebskanäle oder Dienstleister in die Zusammenarbeit. Web 2.0-Anwendungen wie Communities mit Blogs, Foren, Wikis, Webinaren, Web-Konferenzen und virtuelle Messen verändern die Kommunikation zwischen Kunden und Unternehmen wesentlich. Über unternehmenseigene Communities, sogenannte Brand Communities, ergibt sich für die Unternehmen die Möglichkeit des direkten Dialogs mit dem Kunden: vom zielgruppengerichteten und individuell personalisierten Marketing mit Feedback-Aktionen über die interaktive Einbeziehung des Kunden in die Produktentwicklung (u.a. Social Communities mit „User Generated Content“) bis hin zu öffentlich zugänglichen Erfahrungsberichten.

Die uneingeschränkte, durchgängige Nutzbarkeit computerinterner Informationen für Entwicklung und Produktion innerhalb der digitalen Fabrik erfordert die Sicherstellung von 100%-Systemverfügbarkeit, breitbandigen Kommunikationsinfrastrukturen und neuen multimodalen Interaktionstechniken. Verteilte, dezentrale, virtualisierte IT-Infrastrukturen (Server, Speicher, Cloud-Computing) in Verbindung mit einem energieeffizienten IT-Betrieb (Green IT) sowie Outsourcing-Strategien werden in den nächsten Jahren je nach Unternehmen bzw. Produkten im Maschinen- und Anlagenbau zum Einsatz kommen. Langfristige IT-Sicherheit und Verfügbarkeit der Daten sowie Systeme werden ebenfalls über eine Lebenszyklusanalyse betrachtet werden.

Kommende Entwicklungen auf den Gebieten der virtuellen, erweiterten Realität führen bis 2025 zu einer virtuellen Fabrik in Echtzeit. Dies umfasst vor allem Simulations- und Steuerungs-Software eines intelligenten, vernetzten Energiemanagements für die nachhaltige Energie- bzw. Ressourceneffiziente Produktion.

Technologien zur Erfassung und Verarbeitung von 3D-Daten (3D-Stereoskopie, 3D-Kameratechnik, 3D-Bildverarbeitung bis hin zum 3D-Internet) werden bereits bis 2015 erhebliche Entwicklungsschritte durchlaufen.

Insgesamt spielt die ubiquitäre Nutzung des Internets und seiner Dienste als Basistechnologie in fast allen Themenblöcken eine wesentliche Rolle. Sehr hohe Bedeutung zur Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit besitzen daher der Ausbau sowie die Realisierung einer flächendeckenden modernen IKT-Infrastruktur und Vernetzung (u. a. Industrial-Ethernet, Industrial Wireless Ethernet). Insbesondere die Zukunftsfähigkeit der Kommunikationsinfrastruktur, d.h. skalierbare und ausbaufähige Netze, ist eine der zentralen Herausforderungen. Dies lässt sich auf die IT-System- und Anwendungsebene übertragen. Künftige Generationen der IT-Systeme im Maschinen- und Anlagenbau erfordern offene und flexible Architekturen, die eine schnelle und unkomplizierte Anpassung der Prozesse erlauben, z. B. durch Serviceorientierte Architekturen.

## Szenarioanalyse

Für das Jahr 2015 zeigt die Szenarioanalyse (Kapitel 5.4 des Studienbandes) den deutschen Maschinenbau weiterhin als Technologieführer im weltweiten Wettbewerb. Dabei hat sich die Branche aber durch ein nachhaltiges Innovationsmanagement weiter entwickelt zu Anbietern für umfassende Produkt-Service-Systeme. Durch die Einbindung branchenfremder Anbieter und Dienstleister sowie durch die intelligente Integration von Maschinen, Services und Netzwerken (z. B. Energie, Kommunikation) gibt es eine Vielzahl an neuen hybriden Geschäftsmöglichkeiten.

Die Basis für diese Entwicklung sind technisch hoch qualifizierte Arbeitskräfte sowie eine IuK-Hochgeschwindigkeits-Infrastruktur. Auch Embedded Software und diverse Internetdienste sind Ausgangspunkt für neue Geschäftsmöglichkeiten im Maschinen- und Anlagenbau. Virtuelle Methoden unterstützen die Planung von Fabriken durch Simulation; und im Bereich der Fertigungstechnologien kann ein Technologiesprung durch neue High-Performance-Bearbeitungsverfahren sichergestellt werden. Die Entwicklung neuer Technologien für ein sicheres und zuverlässiges Produzieren im Hochleistungsbereich ist erfolgt. Es kommen Hochleistungsmaschinen sowie Roboter als Bearbeitungsmaschinen zum Einsatz.

Intuitive Bedienung über innovative Mensch-Maschine-Schnittstellen ermöglicht die sichere, barrierefreie und effiziente Anwendung der Systeme. Sie wird realisiert durch neu entwickelte taktile Sensoren, Spracherkennung sowie mechatronische Systeme. Darüber hinaus wird die Einhaltung der Sicherheit durch flexible Schutzsysteme und selbstlernende Sicherheitstechnik erreicht.

Bis zum Jahr 2025 wird der Maschinenbau in Deutschland insgesamt durch autonome selbstoptimierende Systeme in vernetzten Geschäftsmodellen gekennzeichnet sein. Die Produkte des Maschinenbaus sind integriert in das Internet der Dinge. Die intelligenten, funktionsorientierten, modularen Maschinenbau-Produkte kommunizieren in selbstorganisierenden Netzen und sind als Plug & Produce-Komponenten die Basis für adaptive, vernetzte, unternehmensübergreifende Fertigungsprozesse. Adaptive, intelligente Systeme sind somit etabliert und Maschinen können selbst Fehler beheben. Die Maschine-Maschine-Kommunikation erleichtert das nachhaltige Wissensmanagement über alle Lebenszyklusphasen hinweg und ermöglicht eine effiziente Aufbereitung und den effizienten Abruf von Informationen. Maschinen und Anlagen können Lösungen für Probleme aus zentralen Datenbanken selbstständig abrufen. Semantische Vernetzungen ermöglichen eine gezielte Suche in einem riesigen Wissensbestand. Die Verschmelzung von Realität und Virtualität im „Augmented Engineering“, ist etabliert und Standard im Maschinenbau.

## Marktentwicklung

Der Maschinen- und Anlagenbau befindet sich als Schlüsselindustrie bzw. Motor der Wirtschaft für Innovationskraft und technologische Leistungsfähigkeit des Standortes Deutschland in einer starken Position. Für die Mehrheit der Branchensegmente ist der globale Markt der relevante Markt. Wesentlichen Einfluss hierauf hat das Auslandsgeschäft, insbesondere auch mit den Schwellenländern. Maschinen „Made in Germany“ genießen international einen sehr guten Ruf. Im Gegensatz hierzu stagniert der Inlandsabsatz. Effizientere Entwicklungs- und Produktionsverfahren sowie zunehmende Produktionsverlagerungen ins Ausland führen zu einer rückläufigen inländischen Beschäftigung. So wird bis 2015 ein Anstieg der Wertschöpfung in Verbindung mit einem geringen Beschäftigungswachstum erwartet.

Eine entscheidende Voraussetzung für den zukünftigen Erfolg der Branche ist, dass die deutschen Unternehmen auch weiterhin neue, innovative Marktsegmente, wie z. B. alternative Energien oder Umwelttechnologie, erfolgreich erschließen. So könnte Deutschland 2025 die Führerschaft in Märkten für Spitzentechnologie und wissensintensive Dienstleistungen anstreben. Innovation „Created in Germany“ wird im Maschinenbau zu Deutschlands Kernkompetenz.

Wir gehen davon aus, dass es dem deutschen Maschinen- und Anlagenbau in den kommenden 15 Jahren gelingt, durch die Umsetzung möglicher Prozess- und Produktinnovationen (Konvergenz zwischen Web 2.0-Ansätzen und kollaborativem CRM oder Integration in das Internet der Dinge), kontinuierlich erfolgreich sein, Wettbewerbsvorteile zu sichern und auszubauen.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt ein (Abbildung 7). Eine zusammenfassende SWOT für das Themenfeld Maschinenbau/Automatisierung zeigt Abbildung 8.

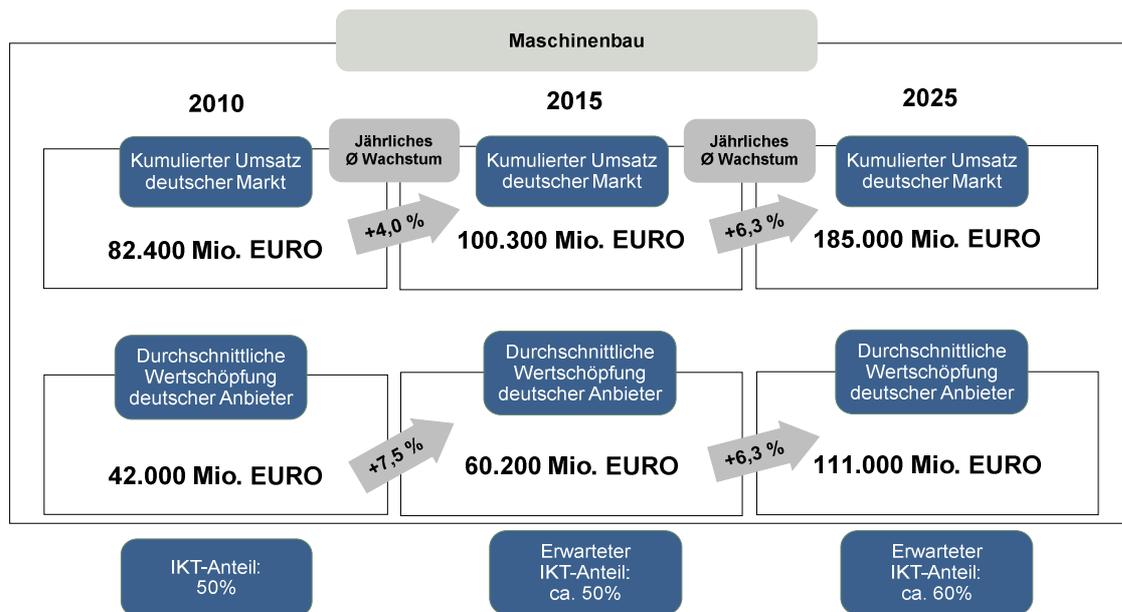


Abbildung 7: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Maschinenbau

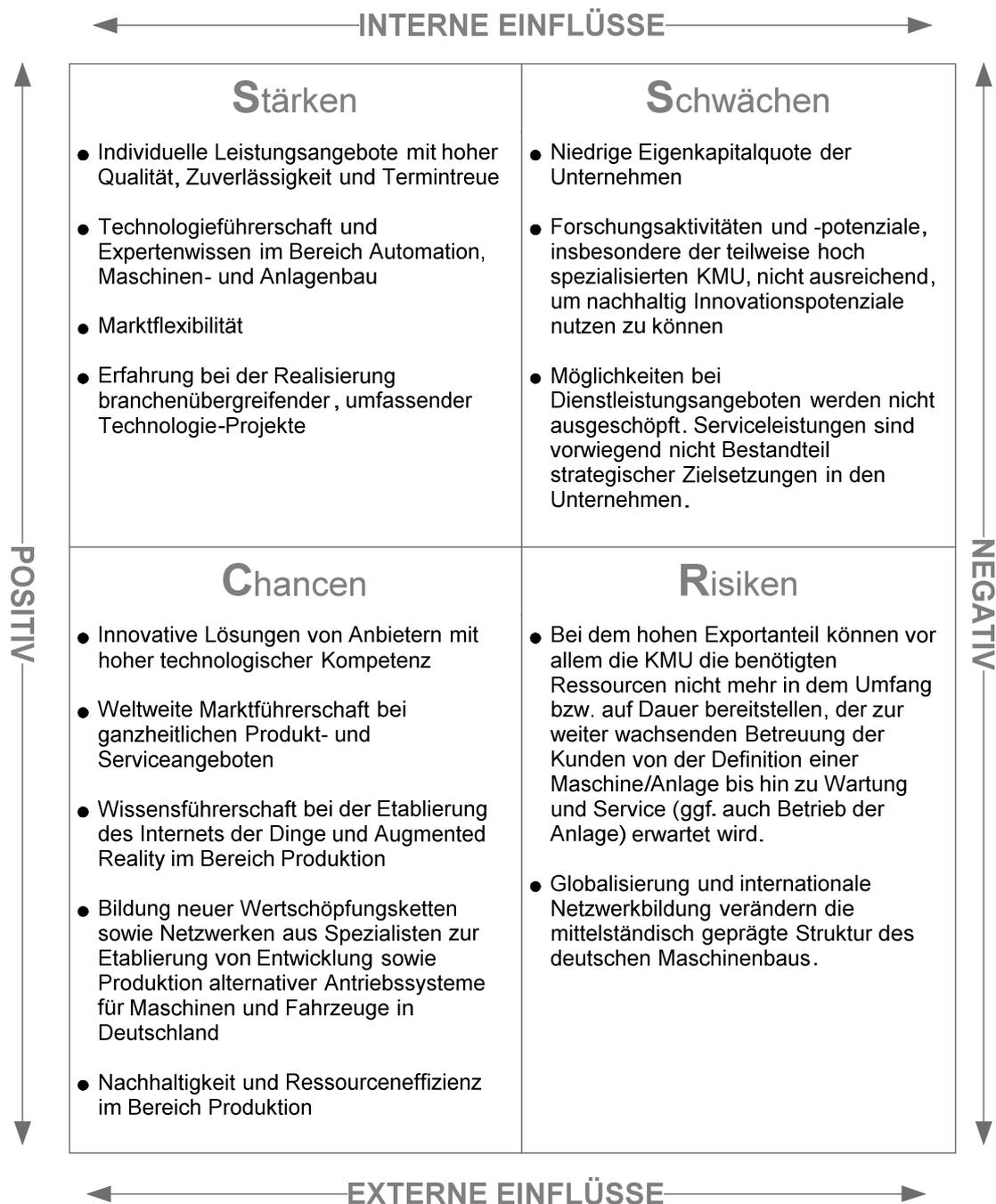


Abbildung 8: SWOT für das Themenfeld Maschinenbau/Automatisierung

### 3.4 Interaktive Medien

Der Begriff „Interaktive Medien“ beschreibt ein zweidimensionales Konstrukt. Zum einen geht es um die Betrachtung des klassischen Medienbereichs (Print, Film, Fernsehen, Radio und Musik), davon abgegrenzt soll es zusätzlich auch um jegliche Formen des interaktiven Austausches von Informationen gehen. Damit öffnet sich ein Teilbereich der interaktiven Medien, der auch als „Softwaredienste“ beschrieben werden kann oder mit dem Schlagwort „Web 2.0“ charakterisiert wird. Diese Softwaredienste umfassen nicht nur die Art des ausgetauschten Contents, sondern auch die Übertragungswege (z. B. Technologien) sowie das Verständnis, Content neu zu nutzen. Geschäftsmodelle der „Web 2.0“-Unternehmen können heute nicht mehr klar einer bestimmten Branche zugeordnet werden. Hier kommt das Phänomen der Konvergenz bereits in vollem Umfang zum Tragen.

Deutschland hat eine traditionell starke Position im Bereich der Printmedien und kann sich, trotz zunehmender digitaler Geschäftsmodelle, einen relativ hohen Wettbewerbsvorteil erhalten. Dies stellt sich im Bereich Film, Fernsehen, Radio und Musik etwas weniger positiv dar. Hier bestimmen internationale Anbieter das Marktgeschehen und Deutschland kann vor allem im Bereich der Produktion eine stabile Position halten. Auch der Markt der Videospiele wird von internationalen Anbietern mit hoher technologischer Kompetenz und Marktmacht dominiert. Hier kann es der deutschen Kreativwirtschaft gelingen, durch eigene Ressourcenstärke eine respektable Position zu erreichen.

Welche konkreten Technologien sich in den nächsten Jahren am Markt durchsetzen und die Grundlage für neue Produkte und Dienstleistungen bilden sowie eine breite Akzeptanz beim Nutzer aufweisen, ist von diversen Treibern (z. B. Infrastruktur, Kosten) abhängig. Die folgenden ausgewählten Technologien und Techniken bewirken und unterstützen konvergente Entwicklungen im Bereich der Medien:

- **Breitbandtechnologien und Codecs**

Ein Treiber der rasanten Entwicklung im Internet ist die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen. Weitere Entwicklungen gibt es im Bereich der Funkbreitbandübertragung. Nachdem die UMTS-Technologie breite Anwendung findet, die Geschwindigkeitssteigerungen dort aber mittlerweile an technische Grenzen stoßen, werden Mobilfunkbetreiber aufgrund sinkender Umsätze mit Sprachtelefonie in den Ausbau neuer Netze für den kabellosen Datentransfer als neue Einkommensquelle investieren müssen. Durch die Technik Long-Term Evolution (LTE) sollen drahtlose Verbindungen per Handy oder mobilem Modem noch schneller und effizienter genutzt werden. Ein weiterer zentraler Punkt ist die Entwicklung von Codecs für audiovisuelle Inhalte. So wie in der Vergangenheit bei gleicher Dateigröße bessere Bild- und Tonqualitäten ermöglicht wurden, wird sich dieser Trend fortsetzen.

- **Bildtechnologien: High Definition TV, 3D-Technik, Holografie**

HDTV ist ein wesentlicher Treiber für den Bereich der Unterhaltungselektronik, aber auch für die Medien. Zunehmend werden sowohl Video On Demand als auch herkömmliches lineares Fernsehen in HD-Qualität angeboten. Technisch möglich ist die 3D-Technik bereits seit längerer Zeit, jedoch konnte sich bislang kein Verfahren für den Massenmarkt durchsetzen. Die 3D-Technik soll in Zukunft nicht nur vermehrt Besucher in die Kinos locken, sondern auch im TV-Bereich zur Anwendung gelangen. Langfristig werden Holografien die 3D-Technologien ergänzen, aber nicht vollständig ablösen. Aktuell befindet sich der Entwicklungsstand noch auf einem eher experimentellen Niveau.

- **Embedded Systems**

Eingebettete Systeme verrichten – weitestgehend unsichtbar für den Benutzer – ihren Dienst in einer Vielzahl von Anwendungen und Geräten, z. B. in Geräten der Medizintechnik, aber auch in Fernsehern, DVD-Playern, Mobiltelefonen oder allgemein in Geräten der Unterhaltungselektronik. Aktuelle Entwicklungen in der Informationstechnologie (z. B. ubiquitous oder pervasive computing) bringen günstige, leistungsfähige und eingebettete Systeme hervor. Zudem ermöglichen neue mobile Kommunikationsformen und fortschrittliche Softwaretechnologien, die komplexe Systeme und wachsende Datenmengen beherrschen und nutzen, zukünftige autonome eingebettete Systeme, die von anderen intelligenten Systemen lernen und mit diesen automatisch und völlig eigenständig kommunizieren.

- **Cloud Computing**

Bei Cloud Computing handelt es sich um ein IT-Konzept, wonach sich Betrieb, Bereitstellung, Support, Management, Architektur und Verwendung von IT grundsätzlich verändern könnten. Dabei liegt der Kerngedanke des Konzeptes darin, dass spezifische IT-Komponenten nicht mehr durch den Anwender selbst betrieben bzw. bereitgestellt, sondern über einen oder mehrere Anbieter bezogen werden. In der PC- und Konsolenindustrie würde diese Technik ermöglichen, dass der Spieler entgegen der heutigen Praxis selbst keine teure Hardware erstehen muss, sondern nur ein Gerät benötigt, das in Verbindung mit einem Hochleistungsrechner steht. Die Rechenoperationen werden dort getätigt und nur das berechnete Bild wird an den Client gesendet. Vorteil für die Spieleindustrie wäre hier, dass Spiele nicht mehr für unterschiedliche Plattformen programmiert werden müssten und auch die Barrieren durch geringere Hardwareinvestitionen für die Endkonsumenten sinken. Dies würde sich einerseits positiv auf den Absatz von Spielen auswirken, andererseits einen Einbruch beim Verkauf von Spielekonsolen bewirken. Zusammenfassend gilt, dass das Konzept Cloud Computing Privatanwendern die Möglichkeit bietet, unabhängig von eigener Rechnerleistung, ubiquitär auf benötigte Daten zuzugreifen und diese durch den ständigen Zugang zu Applikationen auch bearbeiten zu können. Der Zugang erfolgt über den Webbrowser; die Nutzungskosten für benötigte Anwendungen werden für die tatsächliche Nutzungsdauer bemessen.

- **Augmented Reality**

Unter Augmented Reality wird die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung verstanden. Dies ermöglicht die Kombination aus Informationen der realen Welt mit Informationen aus dem Internet.

- **Interface Design und Steuerungsmöglichkeiten**

Unter dem Begriff Interface-Design wird die Vernetzung von menschlicher Interaktion mit einem technischen System verstanden. Gesten werden schon jetzt von Touchpads erkannt. Malt der Nutzer mit den Fingern bestimmte Figuren oder Buchstaben auf dem Touchpad, wird automatisch der dazugehörige Befehl ausgeführt. Die Oberflächen, die einst nur zur Darstellung genutzt wurden, sind Teil der Interaktion. Selbst Zustandsänderungen wie Schütteln oder Quetschen fungieren dann als Eingaben. Mit einem im Rahmen eines Forschungsprojekts vorgestellten „Full Body Tracking“-System können Computer jede Bewegung anhand von 48 Körperpunkten erkennen, die von einem Infrarot-Messgerät erfasst werden. Diese Art der Steuerung soll nicht nur in Spielen eingesetzt werden, sondern kann auch zur Navigation in Software-Menüs oder sonstigen Oberflächen eingesetzt werden.

- **Semantic Web**

Hinter dem Begriff „Semantic Web“ steckt die Idee, durch intelligente Suchmechanismen die riesigen Informationsansammlungen des Internets neu zu strukturieren, damit diese nutzbar bleiben. Semantische Technologien ermöglichen dabei den Entwicklern, komplexe Anwendungen zusammenzufügen oder zuvor nicht verwertbare Datenquellen intelligent zu verbinden. So kombiniert die Software des Reiseunternehmens Travel IQ auf ihrer Website unterschiedliche Flüge, Hotels und Mietwagen, die dann intelligent sortiert und sich nach Bedarf eingrenzen oder erweitern lassen. Semantic Web ermöglicht damit, hoch individuelle Produkte automatisiert zu erstellen.

## Szenarioanalyse

Die Szenarioanalysen (Kapitel 5.5 des Studienbandes) lassen bis zum Jahr 2015 weiterhin beschleunigte technologische Entwicklungen und eine hohe Marktakzeptanz neuer Produkte und Services erwarten. Die Kooperation zwischen den Teilnehmern der Wertschöpfungskette in den Medien ist von Vertrauen in offene Innovationssysteme geprägt. Offene Standards ermöglichen einer Vielzahl von Unternehmen, Dienstleistungen und Produkte anzubieten. Gerade junge Start-ups erfrischen den Markt mit neuen Ideen und innovativen Produkten und Dienstleistungen. Es gibt aber weiterhin große Unternehmen, die über genug Macht und Reichweite verfügen, neue Produkte und Dienstleistungen am Markt zu etablieren. Es gibt spezielle Abteilungen in den Unternehmen, die die Arbeit in Netzwerken organisieren und professionalisieren.

Gerade der Austausch zwischen Content-Produzenten und Technologie-Anbietern wird zunehmend organisiert und Kooperationen finden auch zwischen direkten Konkurrenten statt. Bedingt durch die positive Marktentwicklung ist auch die Investitionsbereitschaft der Unternehmen hoch. Sie investieren

in neue Entwicklungen, die infolge der wachsenden Neugier auf neue Angebote bei den Konsumenten zunehmend Menschen aller sozialen Schichten und Berufsgruppen erreicht.

Bis zum Jahr 2025 werden sich die Kooperationsbeziehungen häufig sogar ad hoc entwickeln. Die Kooperationsbeziehungen sind zwischen den Unternehmen so professionalisiert, dass diese sehr schnell aufgebaut und wieder gelöst werden können. Ad-hoc-Netzwerke entstehen kurzfristig zwischen Unternehmen, sind jedoch selten nachhaltig. Der hohe Involvierungsgrad in diese Netzwerke macht es nötig, dass Zulieferer hohe Kosten aufwenden müssen, um in diese Netzwerke zu gelangen. Dadurch entstehen zugleich hohe Abhängigkeiten gegenüber den Abnehmern.

Die Vielzahl an Anbietern und deren Interoperabilität garantieren ein breites Angebot an Produkten und Services. Neue Wettbewerber aus ehemaligen Entwicklungsländern (z. B. in Afrika oder Asien) stehen in Konkurrenz mit etablierten Anbietern. Der Ausbau der Infrastruktur erfolgt stetig in Form von Public-Private-Partnerships.

Die Menschen sind an technische Geräte gewöhnt, die ihren Alltag vereinfachen. Technik wird als Teil des täglichen Lebens verstanden. Hemmschwellen zur Benutzung gibt es kaum noch. Die technischen Komponenten für den Medienkonsum erweitern den menschlichen Körper.

### **Marktentwicklung**

Deutschland hat eine traditionell starke Position im Bereich der Printmedien und kann sich, trotz zunehmender digitaler Geschäftsmodelle und neuer Hardware-Umsetzung (eReader oder Tablet-PC) einen relativ hohen Wettbewerbsvorteil erhalten. Dies stellt sich im Bereich Film, Fernsehen, Radio und Musik etwas weniger positiv dar. Hier bestimmen internationale Anbieter das Marktgeschehen und Deutschland kann vor allem im Bereich der Produktion eine stabile Position halten. Auch der Markt der Videospiele wird von internationalen Anbietern mit hoher technologischer Kompetenz und Marktmacht dominiert. Hier kann es der deutschen Kreativwirtschaft gelingen, durch eigene Ressourcenstärke eine respektable Position zu erreichen.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfelds schätzen wir die Zielmarken für die erwartete Marktentwicklung unter Berücksichtigung begünstigender und behindernder Einflüsse wie folgt ein (Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11). Eine zusammenfassende SWOT für das Themenfeld Interaktive Medien zeigt Abbildung 12.

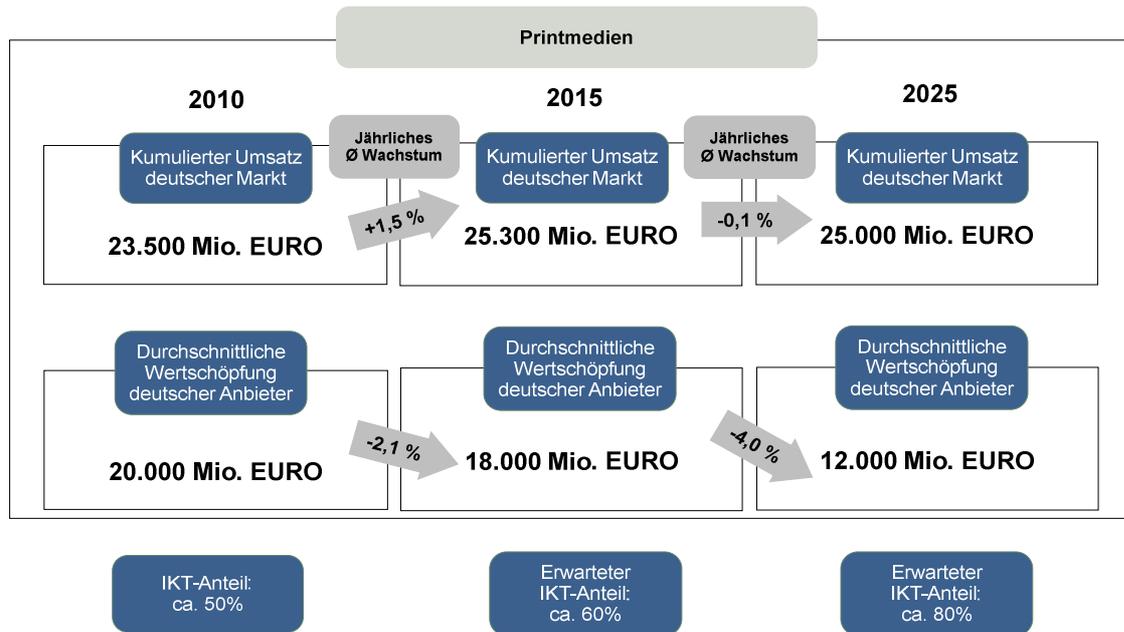


Abbildung 9: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Printmedien

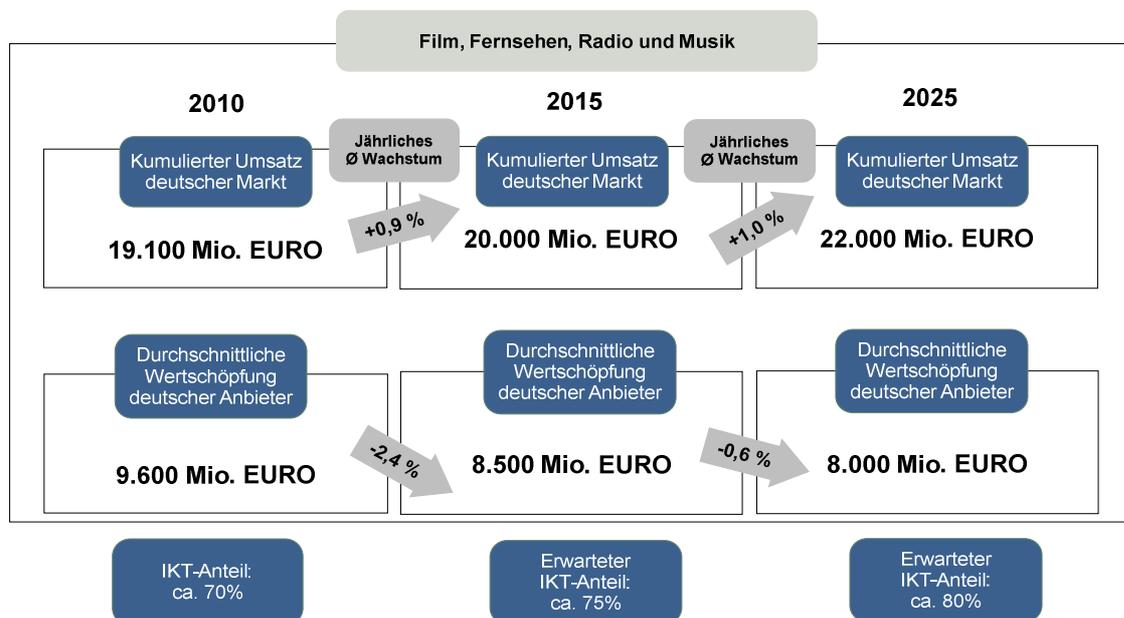


Abbildung 10: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Film, Fernsehen, Radio und Musik

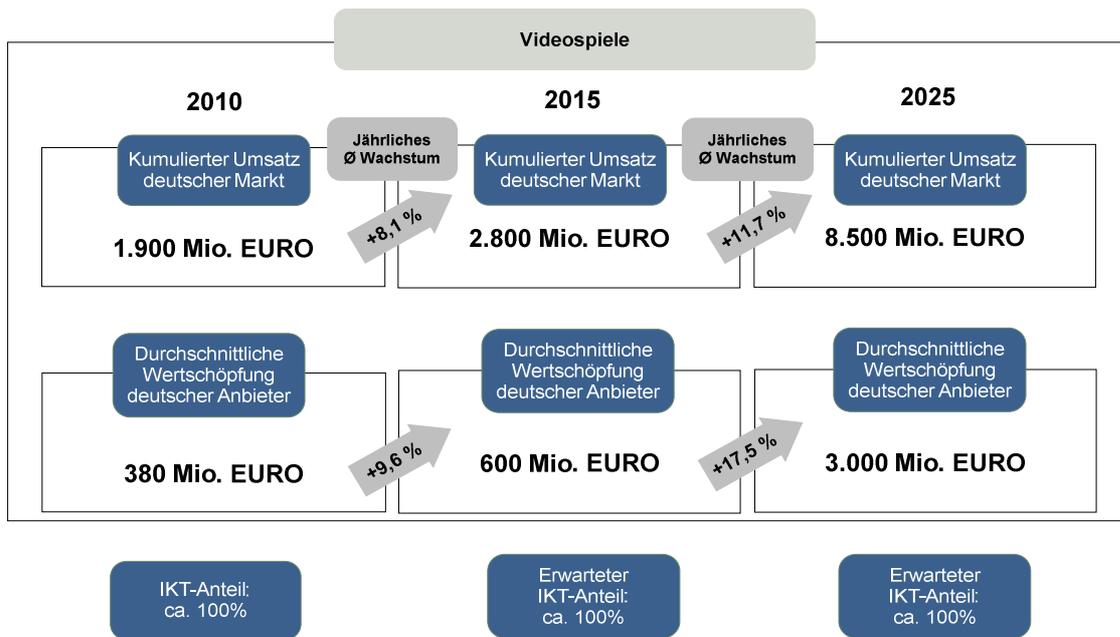


Abbildung 11: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Videospiele



Abbildung 12: SWOT für das Themenfeld Interaktive Medien

### 3.5 Energie

Es erfolgte eine Konzentration auf den Themenkomplex Versorgung mit elektrischer Energie unter Berücksichtigung von Aspekten wie Erneuerbare Energien, Smart Grid, Elektromobilität.

In diesem Segment stehen die Chancen für viele deutsche Hersteller, die Produkte und Systeme für die Energiewirtschaft entwickeln und anbieten, sehr gut. Die Entwicklung innovativer Lösungen für Energieerzeugung und -verteilung (konventionell und erneuerbare) sind traditionell eine Stärke der deutschen Wirtschaft. Dies zeigt sich insbesondere in Bereichen wie Windenergie, Photovoltaik oder auch der solarthermischen Kraftwerke, in denen Deutschland technologisch und wirtschaftlich eine Spitzenposition einnimmt. Deutsche Forschungseinrichtungen und Unternehmen verfügen hier immer wieder über einen deutlichen Entwicklungsvorsprung gegenüber internationalen Wettbewerbern. Dies ist nicht zuletzt auf eine intensive und erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie zurückzuführen. Eine wesentliche Rolle spielt aber auch die offene Einstellung der deutschen Gesellschaft zu einem rationellen Energieeinsatz, die (auch individuelle) Bereitschaft, erneuerbare Energien einzuführen und zu nutzen, neben der technologischen Kompetenz Deutschlands in diesem Feld. Den Vorsprung, den deutsche Unternehmen, die zu den weltweit führenden Anbietern in der Energietechnik zählen, aufgebaut haben, gilt es zu halten oder sogar noch auszubauen.

Neben der hohen technologischen Wettbewerbsfähigkeit in der Energietechnik nimmt Deutschland auch in Feldern wie der Industrieautomatisierung eine führende Rolle in der Welt ein. Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre hat der Stellenwert der Informations- und Kommunikationstechnik auch im Energiebereich deutlich zugenommen. Es ist deutlich geworden, dass ohne massiven Einsatz von IKT die anstehenden Weiterentwicklungen in der Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung nicht mehr beherrschbar sein werden. Unternehmen wie z. B. SAP, Software AG und darüber hinaus IBM sind die großen Player, die vom Standort Deutschland aus in der Lage sind, der Energieindustrie die Lösungen zur Verfügung zu stellen, die sie zukünftig benötigen, um Energieerzeugung und -verteilung organisieren zu können. Zahlreiche weitere Unternehmen, darunter viele Mittelständler, können ihre spezifischen Beiträge zum Aufbau von modernen und leistungsfähigen Kommunikationsstrukturen für den Energiesektor leisten.

Es gilt, in Hinblick auf den breiten Einsatz von IKT-basierten Lösungen, Standards zu setzen. Die produzierende Industrie und die Energiebranche selbst benötigen verlässliche Rahmenbedingungen, um auf einer gesicherten Grundlage in die Entwicklung neuer Produkte und die Erneuerung der Energiesysteme (z. B. für eine breite Einführung von Smart Metern als Enabler für neue Konzepte der Energieverteilung, -nutzung und darauf aufbauender neuer Geschäftsmodelle) zu investieren. Ein wesentlicher Schritt in diesem Prozess ist die Verständigung auf einheitliche Kommunikations- und Datenprotokolle, die über nationale Grenzen verbindlich sind und damit der Industrie die Chance eröffnen, sich über die nationalen Märkte hinaus zu positionieren.

Die internationale Energie Agentur (IEA) rechnet in den nächsten 20 Jahren weltweit mit Investitionen von mehreren Billionen US-Dollar in den Energiesektor. Durch das Zusammenwachsen der Energie- und der IT-Branche entsteht eine neue Superbranche mit einem enormen Potenzial. Die deutsche Industrie sollte gute Chancen haben, von dieser Entwicklung maßgeblich zu profitieren.

Bisher nicht entschieden ist, inwieweit sich die Wertschöpfungsketten im Energiesektor, wie dies in anderen Branchen bereits geschehen ist, verändern. International agierende IT-Konzerne haben das Feld Energie als strategisches Thema für sich entdeckt. So haben Capgemini, CISCO, GE Energy, Hewlett-Packard, Intel und Oracle bereits 2006 eine gemeinsame „Smart Energy Alliance“ gegründet. Aber auch Unternehmen wie IBM oder SAP (neben zahlreichen weiteren Unternehmen) beschäftigen sich intensiv mit den Chancen des Themas Energie. In der Rolle des „Integrators“, auf dessen Leistungen zukünftig nicht mehr verzichtet werden kann, erhalten IT-Unternehmen möglicherweise einen Stellenwert, eine Marktposition, die mittel- bis langfristig dazu führen kann, dass sie (auch) in diesem Sektor eine immer stärkere, ggf. sogar dominierende Rolle einnehmen werden. Damit wird das hohe

Interesse verständlich, Smart Metering als Einstiegstor in diesen Markt zu nutzen, um selbst in direkten Kontakt zum Endkunden treten zu können. Der Netzbetreiber, dessen Rolle als direkter Ansprech- und Vertragspartner des Kunden bislang unbestritten ist, könnte durch solch eine Entwicklung aus seiner bisherigen Rolle verdrängt werden und müsste sich mit einer reinen Zuliefererrolle zufriedengeben, ohne die bisher gewohnten Gestaltungsmöglichkeiten nutzen zu können. Kritisch wird also sein, wer zukünftig die Rolle als „Face to the Customer“ übernehmen kann, um aus dieser Position heraus den Markt zu dominieren.

Die für die Aufrüstung der Energieversorgung durch moderne und leistungsfähige Kommunikationstechnik benötigten Hardware-Lösungen und -komponenten sind weit überwiegend marktverfügbare Standardmodule. Sie haben sich beim Aufbau großer Kommunikationsnetze bis hin zum Internet als robust und zuverlässig erwiesen und stehen kostengünstig zur Verfügung. Firmen aus den USA, Europa und Fernost stehen in einem harten Wettbewerb, wenn es um den Aufbau neuer Netze geht. Die „Global Player“ sind aber überwiegend in den USA zu finden. Das Fenster zum Markt im Bereich der „Informationalisierung“ des Energiesektors ist noch offen. Es kann also deutschen Unternehmen immer noch gelingen, in diesem Marktsegment eine führende Rolle einzunehmen. Um diese Chance nutzen zu können, wird nicht zuletzt aber auch ein Heimmarkt benötigt, der die Erprobung, Einführung und Durchsetzung innovativer Lösungen erlaubt.

### **Marktentwicklung**

Es ist bereits absehbar, dass in wenigen Jahren eine enorme Nachfrage nach intelligenten Geräten, die mit anderen Geräten kommunizieren können, herrschen wird. Bei der Investitionsentscheidung spielen allerdings langfristig zu vereinbarende Standards eine wichtige Rolle. Die Energieversorger und Netzbetreiber müssen sich sicher sein, dass die Geräte auch in der nächsten und übernächsten Generation kompatibel sind. Die Endkunden erwarten Investitionssicherheit.

Auf dem Markt für Smart Grid und Smart Home gibt es inzwischen zahlreiche Anbieter, deren Produkte aber aufgrund konkurrierender Standards untereinander nicht kompatibel sind. Einige Unternehmen haben dies erkannt und haben daraufhin versucht, gemeinsam mit anderen Unternehmen, Verbänden, Universitäten und Forschungseinrichtungen universelle Industriestandards zu definieren, die im besten Fall durch die Normungsinstitute in international gültige Standards übernommen werden. Erst wenn sich ein Standard oder eine Technologie soweit durchsetzt, dass erkennbar ist, dass diese(r) langfristig bestehen wird, werden Investitionen getätigt.

Ein ganz anderer Markt ist der für energieeffiziente IKT, auch Green IT genannt. Darunter versteht man, IKT über deren gesamten Lebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten. Das betrifft demzufolge die Produktion der Komponenten ebenso wie deren Verwendung und Entsorgung. Der weltweite CO<sub>2</sub>-Ausstoß der IT-Branche ist in etwa genau so hoch, wie der des weltweiten Luftverkehrs. Die IT-Branche hat sich daher selbst verpflichtet, ihre CO<sub>2</sub>-Bilanz zu verbessern. Sie geht davon aus, dass sich mit Hilfe von Green IT-Konzepten der Energieverbrauch der Branche trotz Steigerung der Leistung in den nächsten Jahren halbieren lässt. Neben dem Umweltaspekt spielt vor allem die Reduzierung der Betriebskosten bei der Investition in Green IT eine entscheidende Rolle.

Deutsche Unternehmen nehmen im Bereich der sogenannten Cleantech die Rolle als globaler Marktführer in der Entwicklung neuer Technologien ein. Derzeit wird fast jede dritte Solarzelle und jedes zweite Windrad, das weltweit im Einsatz ist, in Deutschland produziert. Entscheidende Gründe sind die Stärke im Maschinen- und Anlagenbau sowie die politischen Rahmenbedingungen, die in der jüngsten Vergangenheit, die Entwicklung dieses Segments befördert haben. Umwelttechnologien aus Deutschland werden mittelfristig zu einer tragenden Säule des Exports. Die notwendigen, bilateralen Lösungswege durch das Zusammenwirken von Industrie und Energiewirtschaft führen zu einem erheblichen Ausbau der Infrastruktur. Die Investitionen zur Erreichung der Einsparungsziele, z. B. in effiziente Netze und Speichertechnologien, werden die Marktentwicklung in diesem Bereich in den nächsten Jahren beflügeln. Dabei haben Maßnahmen zur Emissionsreduktion Auswirkungen auf alle

Ebenen der Wertschöpfung in nahezu allen Industriebereichen. Dieses hat auch die "dena-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2025" als Ergebnis formuliert. Die Erkenntnisse dieser Studie wurden in unseren Marktabschätzungen berücksichtigt.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 für die Energie-Infrastruktur sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt ein (Abbildung 13). In der Abbildung 14 wird eine zusammenfassende SWOT des Themenfeldes Energie dargestellt.

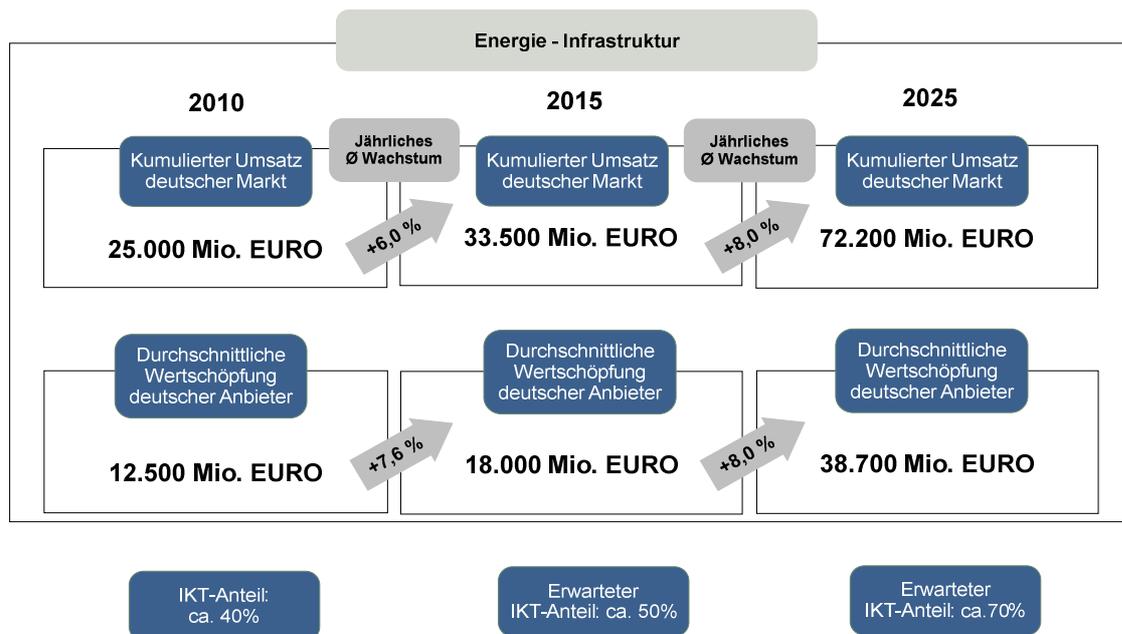


Abbildung 13: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Energie

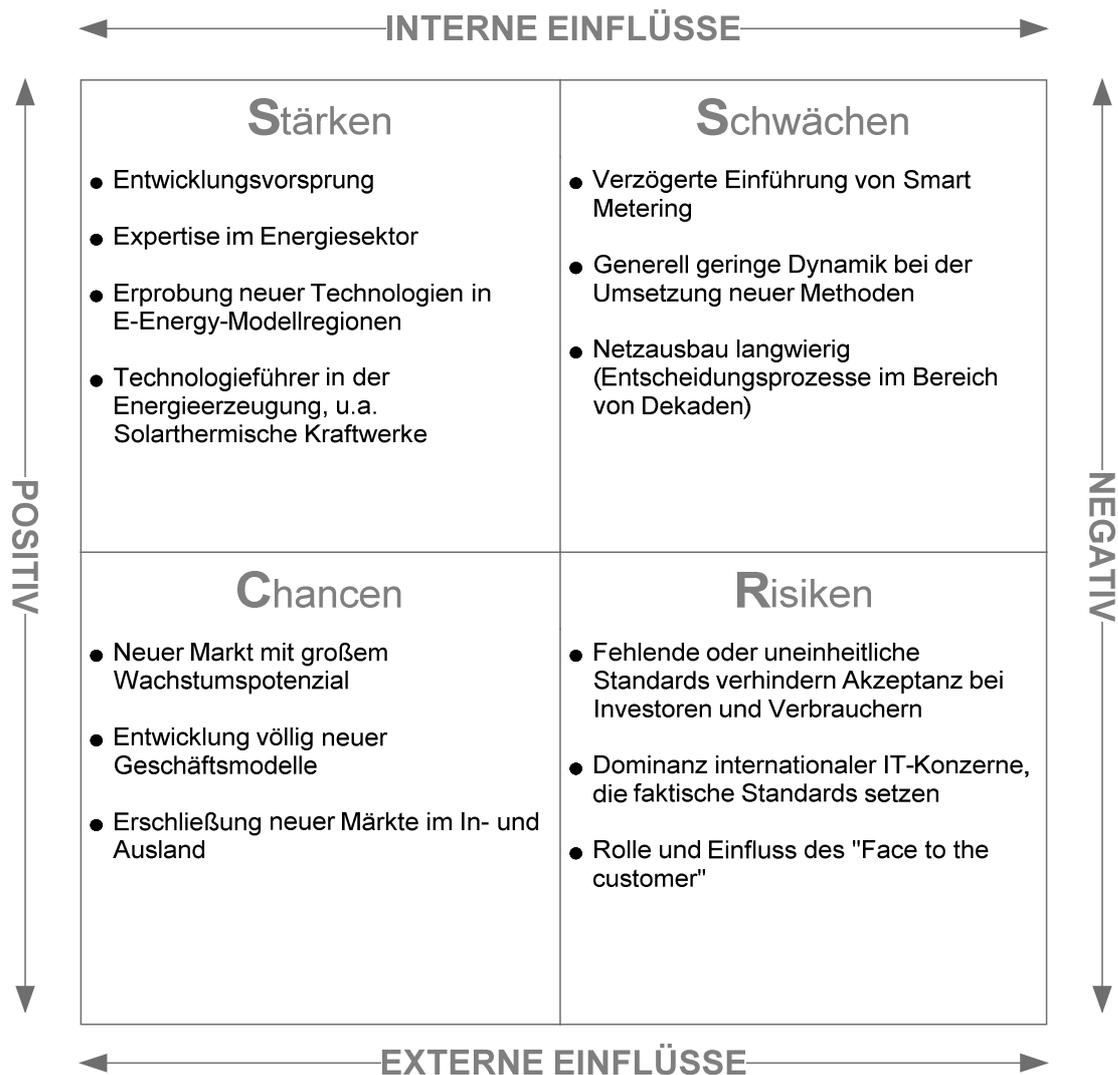


Abbildung 14: SWOT für das Themenfeld Energie

### 3.6 Future Internet

Unter dem Begriff Future Internet wird in dieser Studie auf die Aspekte fokussiert, die die Internet-Infrastruktur betreffen. Einbezogen werden technische, wissenschaftliche, gesellschaftliche und marktwirtschaftliche Zusammenhänge, die sich auf diese Infrastruktur beziehen. Das Internet, das im Rahmen eines Future Internet zur Diskussion gestellt wird, umfasst die Gesamtheit der weltweit verbundenen Rechnernetze, nicht wie oft synonym verwendet wird, nur das World Wide Web (WWW).

Alle weiteren Themenfelder der vorliegenden Studie erläutern im Prinzip Anwendungsfelder, die sich für ein Internet der Zukunft ergeben, denn es hat sich gezeigt, dass deren zukünftige Entwicklung ganz wesentlich in der Abbildung bestehender Branchentechnologien auf Internetinfrastrukturen besteht. Entsprechend werden diese Anwendungen hier nicht nochmals erläutert und die Behandlung des Themas Future Internet in diesem Beitrag auf die Betrachtung der Infrastruktur beschränkt. Zum Thema „Internet der Dienste“ sei deshalb auch auf eine weitere Studie verwiesen, die im Auftrag des BMWi parallel entsteht. Deshalb wird der Themenkomplex „Internet der Dienste“ in der gesamten vorliegenden Studie nicht als eigenständiges Thema aufgegriffen.

Das Internet basiert auf Technologien, die bereits in den 70iger Jahren konzipiert wurden. Als Geburtsstunde wird gemeinhin die Inbetriebnahme des ARPANET im Jahr 1969 angesehen. Diese grundlegenden Technologien sind nicht verändert worden, obwohl die heutige Nutzung durch die damalige Konzeption nicht mehr abgedeckt ist. Das Internet basiert beispielsweise auf der Annahme der kooperativen und vertrauensvollen Nutzung, weshalb keinerlei Mechanismen gegen Spam, Viren und Würmer, Phishing oder sonstige vergleichbare Angriffe vorgedacht waren. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass keine großen Bandbreiten zur Verfügung stehen sowie Speicher- und Prozessorleistung gespart werden müssten. Daraus resultiert beispielsweise, dass Zwischenspeicherungen bei Host-Ausfällen konzeptionell nicht vorgesehen worden sind, was sich heute z. B. bei mobilen Geräten auswirkt, die nur temporär mit dem Netz verbunden sind und daher solche Konzepte benötigen.

Das aktuelle Internet hat bis heute sukzessive einen Stand erreicht, der zunächst einmal dem Bedarf der Nutzer bzw. der Anwendungen gerecht wird. Es wird aber immer schwieriger, neuen Anforderungen zu entsprechen. Zentral sind folgende Anforderungen zu nennen:

- Sicherheit
- Benutzermobilität/Gerätemobilität
- Verfügbarkeit/Zuverlässigkeit
- Verwaltbarkeit
- Skalierbarkeit

Der Begriff „Future Internet“ (FI) hat sich bereits europaweit und global etabliert. Er steht jedoch für keine bestimmte Technologie. Zum „Future Internet“ werden Probleme diskutiert, die bei den heutigen Internettechnologien bestehen, mit dem Ziel, neue und verbesserte und für die Zukunft tragfähige Ansätze zu entwickeln. Gleichmaßen werden neue Geschäftsmodelle, Anwendungsfelder und Anwendungsarchitekturen entworfen, die auf einer leistungsfähigen Infrastruktur aufbauen sollen. Viele Anwendungsfelder ergeben sich aktuell aus der konvergenten Technologieentwicklung wie im Bereich der Energienutzung- und -verteilung, im Verkehr oder auch im Gesundheitssektor.

Eine zentrale Frage in Bezug auf die Infrastruktur eines zukünftigen Internet besteht in der geeigneten Migrationsstrategie. Zwei grundlegende Richtungen werden in Bezug auf die Einführung neuer Technologien vertreten:

- **Clean-Slate-Ansatz**  
Darin wird eine grundlegend neue Architektur für das Internet entworfen, die keine Rücksicht auf bestehende Technologien nimmt, sondern ohne Grenzen neue Ansätze ermöglicht. Das zentrale Problem besteht im Übergang von den alten auf die neuen Technologien, denn die neuen Ansätze werden zu großen Teilen inkompatibel zu den bestehenden sein. Ein „Abschalten“ der alten Technologien mit nachfolgendem „Anschalten“ einer gesamten Infrastruktur ist undurchführbar, eine parallele neue Infrastruktur zu teuer.
- **Evolutionärer Ansatz**  
Aufbauend auf bestehenden Technologien werden sukzessive neue Technologien eingespielt und „alte“, nicht mehr ausreichend leistungsfähige, möglichst ersetzt. Dieses auf den ersten Blick sinnvolle Vorgehen birgt ebenfalls erhebliche Probleme. Da viele neue Technologien, insbesondere Protokolle, nicht kompatibel mit den bestehenden sein werden, ist ein paralleler Einsatz nicht ohne Weiteres möglich. Außerdem können sich erhebliche Zeitverzögerungen bei der flächendeckenden Einführung ergeben, da hier alle aktiv Beteiligten motiviert werden müssen, vor Ort ihre Systeme zu migrieren.

Das aktuelle Internet ist im Sinne einer Netzneutralität konzipiert. Netzneutralität bedeutet, dass jeder Inhalt mit der gleichen Priorität übertragen wird und alle Teilnehmer die Freiheit haben, die Inhalte und Dienste von verschiedenen Anbietern zu beziehen und zu nutzen. Für den Nutzer bedeutet das, dass er das Internet mit allen seinen Diensten und Anwendungen ohne Einschränkungen nutzen kann.

Die Netzneutralität wird von vielen Experten als Voraussetzung dafür gesehen, dass sich eine Vielzahl von Nutzern, Inhalte-Anbietern und Netzbetreibern bei der Entwicklung und Gestaltung des Internets engagiert. Dieser Neutralität wird zugeschrieben, dass sie ein wesentlicher Faktor für die schnelle und variantenreiche Entwicklung des Internets war. Trotzdem wird diese Neutralität heftig diskutiert. Die Internetprovider – auf der einen Seite – bemängeln, dass sie als reine „Datentransporteure“ nicht ausreichend an den Kundeneinnahmen partizipieren. Die Diensteanbieter hingegen haben wenig Interesse daran, für die Durchleitung ihrer Dienste mehr als bisher zu zahlen, wie beispielsweise bei VoIP. Die Kosten müssten an die Endkunden durchgereicht werden. Der Kostenvorteil bei der Nutzung von VoIP im Vergleich zu anderen Telefonnetzen würde sich deutlich verringern.

### **Marktentwicklung**

Da sich der Themenkomplex Future Internet zurzeit erst formt, liegen noch keine Marktstudien vor, die ganz spezifisch diesen Sektor strukturieren und analysieren. Die Verfügbarkeit von flächendeckenden Breitbandanschlüssen ist die Voraussetzung für die Nutzung von Services oder Produkten, die entsprechende Bandbreiten benötigen, und damit ein entscheidender Wachstumstreiber.

Herausgegriffen wurde in der Marktbetrachtung der Aspekt "Public Cloud", der durch die Studie (im Auftrag des BMWi) "Das wirtschaftliche Potenzial des Internet der Dienste" durch ein Konsortium, geführt von der Berlecon Research GmbH, im Jahr 2010 untersucht wurde. Hier wird insbesondere das Potenzial des neu entstehenden, web- und cloud-basierten Dienstleistungsgeschäfts herausgehoben.

Die Studie beziffert "das Umsatzvolumen der dem Internet der Dienste zugrunde liegenden Public-Cloud-Leistungen im Jahr 2010 in Deutschland" mit knapp 650 Mio. Euro und erwartet einen Anstieg bis zum Jahr 2025 auf über 20 Mrd. Euro. In unserer Einschätzung haben wir diesen Annahmen noch einen Umsatzanteil für Projektgeschäft hinzuaddiert. Zu einer Herausforderung für diese Entwicklung könnte der absehbare Engpass beim Internetprotokoll IPv4 (max. Verwaltung von ca. vier Mrd. Adressen) und die verzögerte Umsetzung des neuen Protokolls IPv6 werden.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 demnach wie folgt (Abbildung 15). Eine zusammenfassende SWOT für das Themenfeld Future Internet zeigt die Abbildung 16.

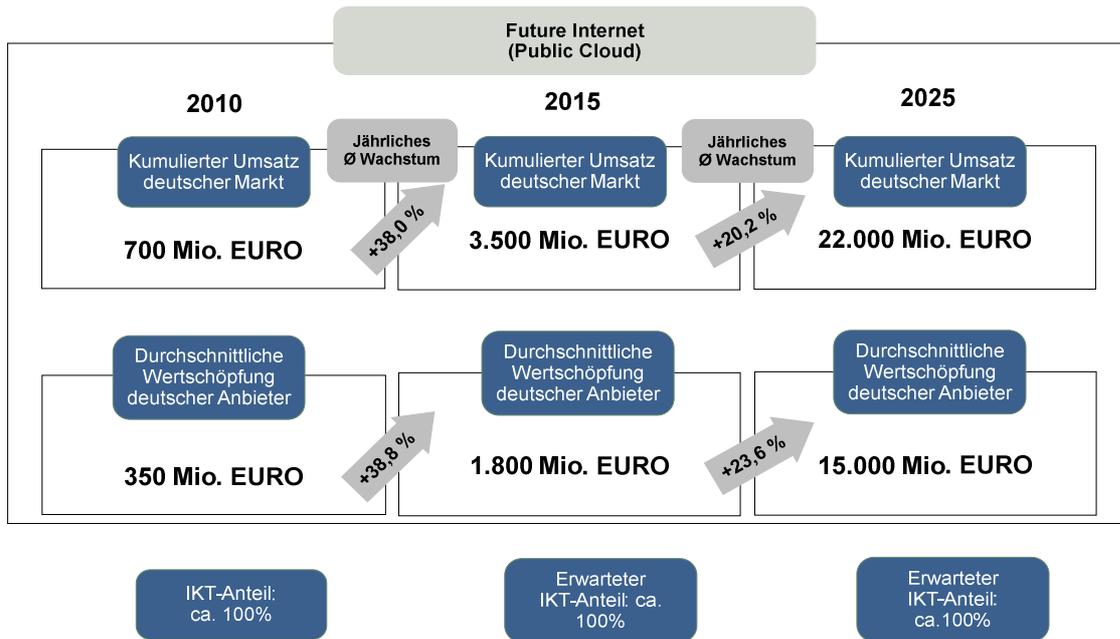


Abbildung 15: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Future Internet (Public Cloud)

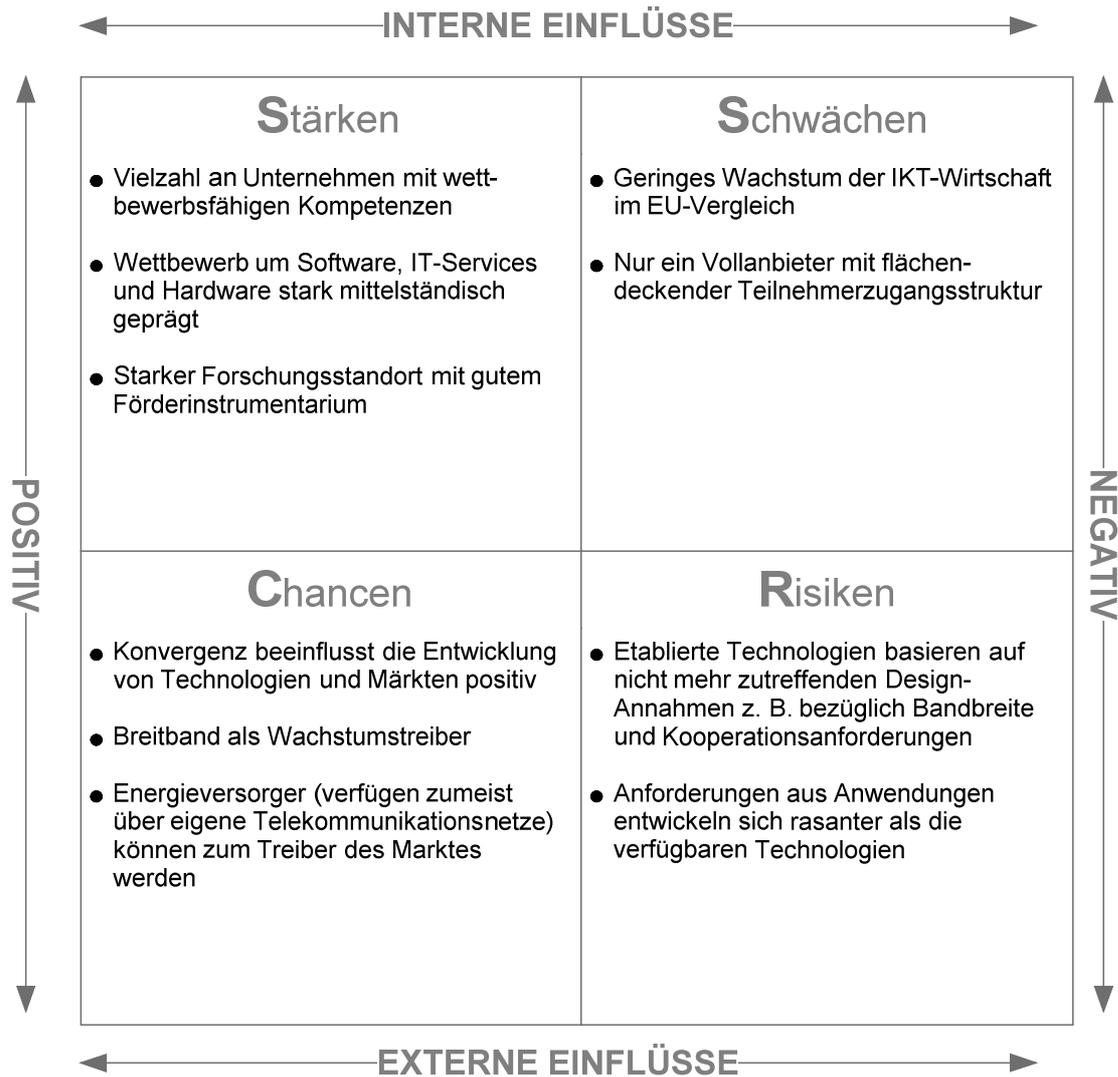


Abbildung 16: SWOT für das Themenfeld Future Internet

### 3.7 Logistik/Internet der Dinge

Die seit Langem bekannte Basistechnologie RFID (Radio Frequency Identification) hat sich durch technische Fortschritte der Mikroelektronik (Miniaturisierung von Chips, Ätzen/Drucken von Antennen) und auf Initiative von Anwendern aus Handel und Konsumgüterindustrie etwa seit dem Jahre 2000 neue Anwendungsfelder erschlossen. Wesentliche Neuerung war das nun vergleichsweise preiswerte Anbringen von RFID-Transpondern (tags) an Gütern, Logistikträgern, Werkzeugen und Maschinenteilen und die Verfolgung des logistischen Flusses der Objekte in übergeordneten IT-Systemen. Damit werden in der Transport- und der Intralogistik der reale Fluss – und zum Teil auch der Zustand – der Objekte einerseits, die Abbildung dieser Eigenschaften in den Kontroll- und Steuerungssystemen andererseits, sehr viel stärker gekoppelt, als dies bislang möglich war.

Im Internet der Dinge wird diese Integration von Logistiknetzen und deren Abbildung in IT-Systemen zum Paradigma der „Intelligenten Objekte“ (smart objects) weiterentwickelt: Beliebige Gegenstände verfügen über die Fähigkeit zur Informationsverarbeitung und zur aktiven Kommunikation mit ihrem Nutzer, mit anderen Objekten und mit weiteren IT-Systemen. Die kontext-sensitiven Objekte nehmen auch Eigenschaften ihres Nutzers und ihrer Umwelt wahr und greifen als Akteure selbst in die Umwelt ein. Die smart objects werden damit Bestandteil eines umfassenden Ad-hoc-Netzwerks von intelligenten Objekten, des „Internet der Dinge“.

In der etablierten RFID-Wertschöpfungskette sind zahlreiche Unternehmen vertreten. Einige Großunternehmen und mehrere Verbände wie BITKOM und AIM treiben das Thema Internet der Dinge aktiv voran. Auch in den weiterreichenden Technologie- und Anwendungsfeldern des Internet der Dinge sind zahlreiche Technologieunternehmen und Anwender vertreten.

Für deutsche IKT-Unternehmen bestehen gute Chancen, sich mit Ergebnissen ihrer FuE-Arbeiten frühzeitig in diesem Markt zu etablieren. Die Zielmärkte folgen den oben genannten Schwerpunkten der FuE-Arbeiten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Deutschland:

- Forschungsintensive Hardware-Komponenten wie Sensorik oder Energieversorgung
- Forschungsintensive Software-Komponenten: semantische Technologien, Integrationssysteme
- Dienstleistungen bei der Realisierung großer und anwendungsspezifischer Netzwerke von Intelligenten Objekten und deren Integration in bestehende Geschäfts-, Logistik-, Fertigungs- und Verfahrensprozesse (Logistik-Dienstleistungen, Fertigungstechnik, Verkehrstechnik, Energietechnik)
- Dienstleistungen beim Betrieb großer Netzwerke von Intelligenten Objekten

Für mehrere deutsche Anwenderbranchen – Handel, Konsumgüterindustrie, Logistik, Automobilbau, Energiewirtschaft – eröffnen sich mit dem Internet der Dinge Möglichkeiten zur Rationalisierung und Optimierung ihrer Prozesse und zur Erweiterung ihres Produkt- und Dienstleistungsportfolios. Bei Handel, Konsumgüterindustrie und Logistik sind diese Entwicklungen schon verhältnismäßig weit fortgeschritten, erste positive Effekte sind bereits sichtbar. Deutsche Unternehmen aus diesen Branchen gehören zu den frühen Treibern des Internet der Dinge.

Der zentrale Treiber der bisherigen technischen Entwicklung des Internet der Dinge in der Logistik war bisher die Mikroelektronik, hier insbesondere die Miniaturisierung der Chips und die Entwicklung robuster und preiswerter Ätz- und Druckverfahren für die Herstellung von Antennen. Zukünftig werden sich jedoch auch wichtige Herausforderungen für die Kommunikationstechnik und die Softwaretechnik ergeben.

Die Mikroelektronik bleibt jedoch eine Basistechnologie für das Internet der Dinge. Zu erwarten sind evolutionäre Entwicklungen bei Chipmaterialien, Fertigung, Sensorik und Aktorik. Eine relevante technische Herausforderung, wie in der gesamten IKT, bleibt jedoch die autarke Energieversorgung, sei es in der Form von Akkus und Batterien oder in Form von Energie gewinnenden Systemen (energy harvesting). Leistungsstärkere intelligente und autonome Objekte lassen sich nur realisieren, wenn das

heutige Leistungsniveau der mobilen Energieversorgung hinsichtlich der Energiedichte deutlich gesteigert wird.

Bei der Kommunikationstechnik für die passiven RFID-Tags gibt es etablierte Verfahren und Protokolle. Hier besteht nur wenig weiterreichender FuE-Bedarf. Größere Aufgaben stellen sich vor allem bei der Antennentechnik. Hier geht es zunächst um die Integration der Antennen in die Chips, in die Objekte oder in Verpackungen. Eine weitere Aufgabe ist die Entwicklung adaptiver Antennen (smart antennas), die sich selbstständig auf die optimale Nutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereichs ausrichten.

Für die Realisierung großer und robuster Ad-hoc-Netzwerke ohne zentrale Steuerungseinheiten und ohne feste Netztopologien sind dagegen noch erhebliche Forschungsarbeiten zu leisten. Zwar stehen für diese Ad-hoc-Netzwerke von mobilen und autonomen intelligenten Objekten, die bei einer verbesserten Energieversorgung mittelfristig die bestehenden passiven RFID-Verfahren ablösen sollen, bereits erste Spezifikationen und Standards wie Zigbee oder Bluetooth bereit. Diese erfüllen aber nur z. T. die wesentlichen Anforderungen an solche Netzwerke. Dazu gehören etwa eine ausreichende Reichweite, Daten- und Ausfallsicherheit sowie die Gewährleistung einer zuverlässigen Kommunikation mit determinierten Bandbreiten. Eine zentrale Randbedingung ist wiederum die Energieeffizienz der Kommunikationsprotokolle, um so eine möglichst lange Laufzeit der Systeme ohne Austausch der Batterien zu erreichen.

Die Treiber des Internet der Dinge sind heute vor allem die Anwender aus der Wirtschaft. Je nach Anwendung stehen hier unterschiedliche Motivationen im Vordergrund: Bei Handel und Konsumgüterindustrie ist das vor allem der Wunsch, die Kosten der logistischen Prozesse zu minimieren und deren Prozessqualität zu erhöhen. Ähnliche Beweggründe sind bei der deutschen Automobilindustrie zu erkennen. Ziel ist es, trotz der individualisierten Massenfertigung und des tiefen Lieferantennetzwerks die Kosten der Fertigungssteuerung zu senken und ihre Qualität zu erhöhen. Bei der Car-to-X-communication geht es dagegen darum, den Kundennutzen der Automobile durch hochwertige Dienste, die dem Fahrer mehr Komfort und Sicherheit bieten, zu erhöhen und den Fahrzeugherstellern zumindest anfänglich eine Alleinstellung gegenüber Wettbewerbern mit preiswerteren Produkten zu sichern. Dieser Vorteil entfällt allerdings langfristig, wenn der jeweilige Dienst zum allgemein üblichen Produktmerkmal wird.

In der Öffentlichkeit wird insbesondere der Datenschutz bei RFID-Systemen und im kommenden Internet der Dinge kontrovers diskutiert. Bei RFID-Systemen werden vor allem das vom Nutzer unbemerkte Anlegen von Datenprofilen sowie die Kombination von an sich nicht personenbezogenen Informationen zu personenbezogenen Informationen befürchtet. Ähnliche Bedenken werden mittlerweile auch für das Internet der Energie und den vernetzten Autoverkehr geäußert. Aus dem im Internet der Dinge detailliert erhobenen Energieverbrauch lässt sich ein Tätigkeitsprofil des Hausbewohners gewinnen. Das Protokoll der Kommunikation eines Autos mit anderen Fahrzeugen und stationären Verkehrseinrichtungen ergibt ein lückenloses Bewegungsprofil des Fahrers.

### **Marktentwicklung**

Es gibt noch keinen klar abgrenzbaren Markt für das Internet der Dinge insgesamt, weder für die Technikanbieter, noch für die Systemintegratoren, die Betreiber oder die Anwender. Zumindest für das Segment RFID gibt es aber konkrete Aussagen zu Marktstrukturen und -volumina. Schwerer abzuschätzen als das reine Marktvolumen sind die Effekte des Internet der Dinge für die deutsche Wirtschaft. Das betrifft sowohl die Position der Unternehmen als Anbieter als auch als Anwender. RFID ist zunächst ein etabliertes Marktsegment der IKT mit starken deutschen Akteuren in Wirtschaft und Forschung. In den meisten Positionen der Wertschöpfungskette sind deutsche Anbieter prominent vertreten. Mehrere große Chip-Hersteller fertigen in Deutschland. Für Inlays, Transponder und Lesegeräte gibt es zahlreiche, überwiegend mittelständische Hersteller in Deutschland, während Smart Label-Drucker kaum in Deutschland vertreten sind. Bei den Fertigungsmaschinen für Smart Label sind da-

gegen wesentliche Anbieter in Deutschland ansässig. Bei der Middleware oder Edgware zur Integration der RFID-Systeme in die betrieblichen EDV-Systeme treten neben großen IT-Unternehmen aus den USA auch einige mittelständische deutsche Softwarehäuser sowie SAP an. Die Anbieter der Middleware drängen auch zunehmend in den Bereich der Systemintegration, der ansonsten von traditionellen Dienstleistern aus den Bereichen Prozessautomatisierung, Logistiksysteme und IT-Systemhäusern beherrscht wird. Insgesamt lässt sich keine deutsche „RFID-Industrie“ abgrenzen. Vielmehr bieten Unternehmen aus der Elektroindustrie, dem Maschinenbau und der Software-Industrie in ihren Produktportfolios auch RFID-Produkte und -Dienstleistungen an.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 für die RFID Wirtschaft sowie die durch RFID beeinflusste Wertschöpfung wie folgt ein (Abbildung 17). Der beeinflussende Anteil durch IKT-Anwendungen liegt naturgemäß bei 100%. Eine umfassende SWOT für das Themenfeld Logistik/Internet der Dinge zeigt Abbildung 18.

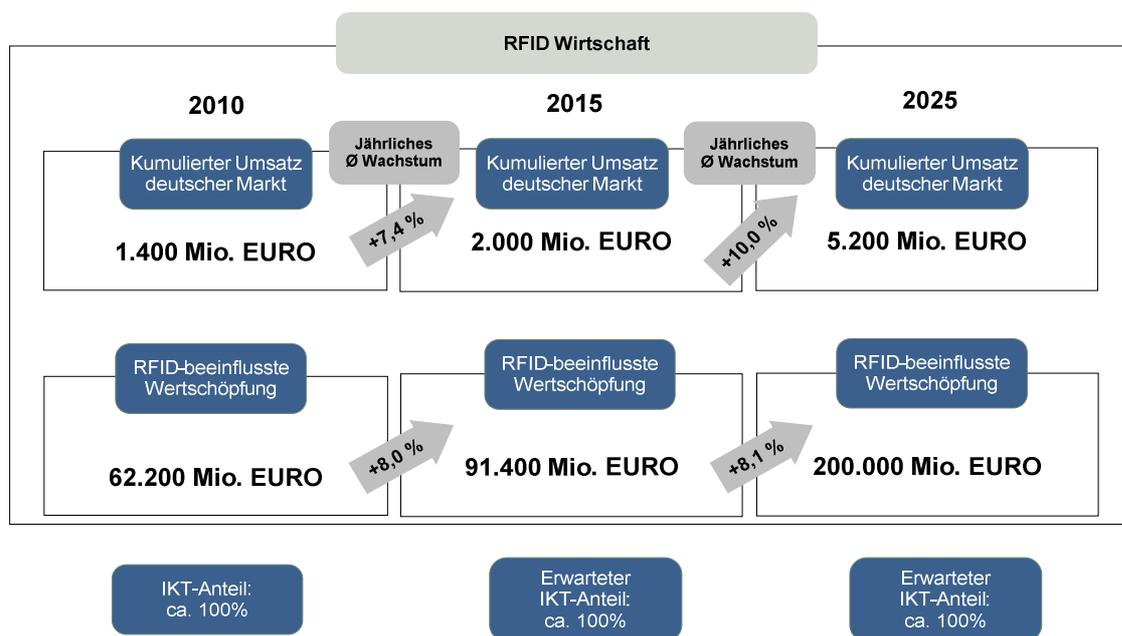


Abbildung 17: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 RFID-Wirtschaft

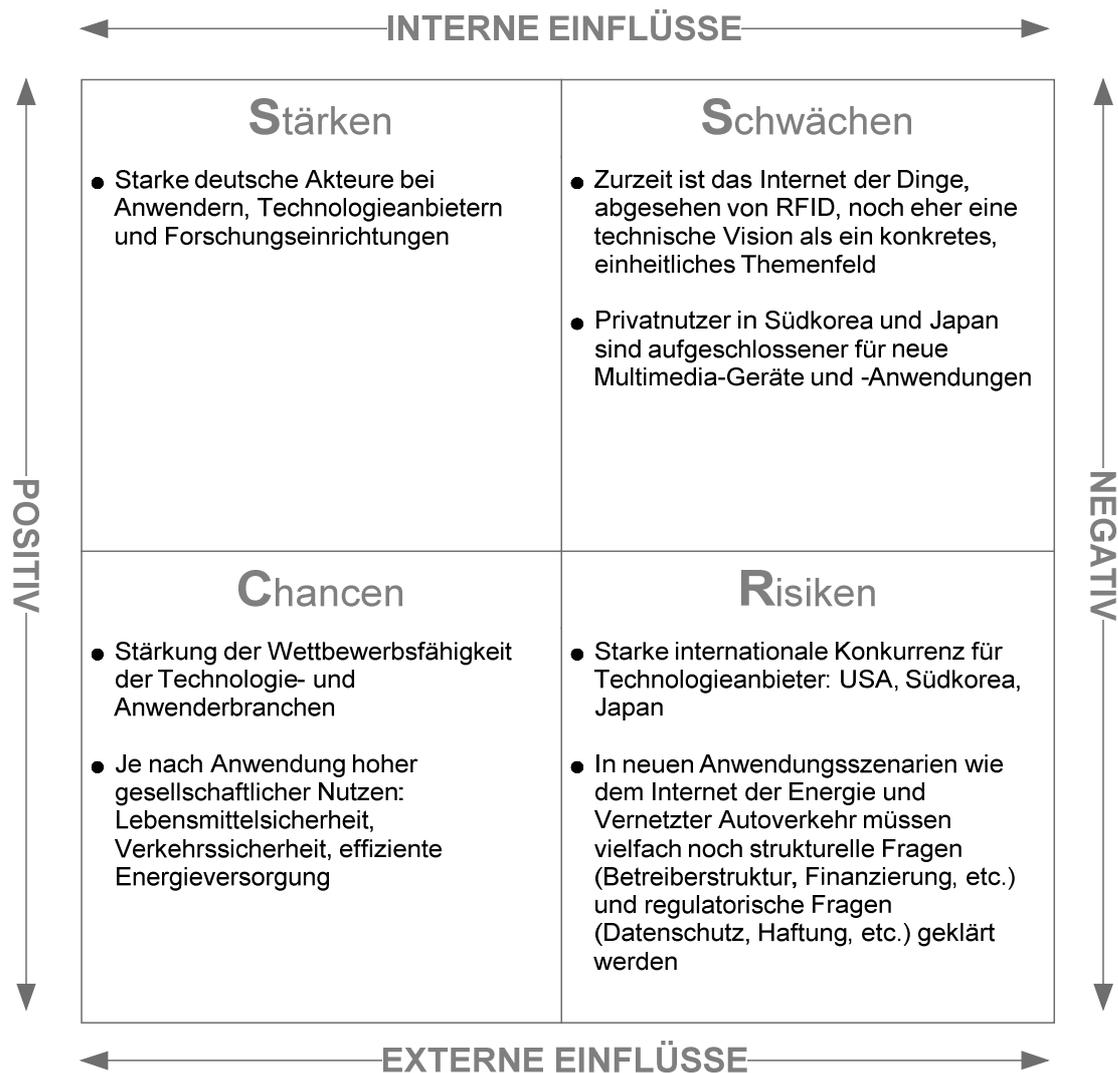


Abbildung 18: SWOT für das Themenfeld Logistik/Internet der Dinge

### 3.8 Mobilität

Mobilität ist nach moderner Interpretation ein Grundbedürfnis menschlichen Daseins. Sie sichert die jederzeitige Verfügbarkeit von Waren und Dienstleistungen auf dem globalen Markt und ist eine Voraussetzung für die Schaffung von Wohlstand. Ohne Mobilität wäre der Begriff der „Globalisierung“ womöglich nicht in den allgemeinen Sprachgebrauch übernommen worden. Im ökonomischen Sinn bedient zudem das Management von Mobilität einen weltweit wachsenden Markt, der sich mit der physischen Ortsveränderung von Personen und Gütern befasst, optimierte Prozesse für die Abwicklung entwickelt und Preise dafür festlegt.

Dem Individualverkehr kommt eine besondere, auch psychologisch relevante Bedeutung zu, denn in ihm drückt sich das Vermögen der Teilnehmer aus, selbst über das Ziel, die Art der Beförderung, die Wegstrecke und die Geschwindigkeit zu entscheiden. In der Vergangenheit gab es einen stetigen Zuwachs bei der Zahl der zugelassenen Fahrzeuge und es ist davon auszugehen, dass dieser Trend mindestens mittelfristig noch anhalten wird, auch wenn es erste Hinweise darauf gibt, dass die emotionale Bindung der jungen Generation an das Statussymbol Automobil nachlässt.

Die Zunahme an Fahrzeugen hat aber nicht nur die individuelle Mobilität erhöht, sondern auch zu mehr Staus, Schadstoffausstoß und Sicherheitsproblemen mit der Notwendigkeit besserer Steuerung der Verkehrsflüsse zur Effizienzerhöhung geführt. Dabei richtet sich das Augenmerk mittlerweile verstärkt auf intermodale oder multimodale Konzepte, und zwar sowohl im Sinne des Güter- als auch des Personentransports, um die Systemvorteile der jeweiligen Verkehrsträger im Sinne synergetischer Verfahren zu optimieren. Dies gilt vor allem angesichts der Tatsache, dass in Deutschland im Jahr 2005 bereits mehr als 85% der Menschen in Städten lebten. Diese Entwicklung wird sich weiter fortsetzen, sodass sich der Bedarf an Mobilität verändern wird. Die „autogerechte Stadt“ mit ihrem hohen Anteil an MIV stellt kein Modell mehr dar für die zunehmenden Verkehrsströme. Die sichtbaren Folgen von Zersiedelung und Umweltbelastung wirken als Treiber neuer Verkehrskonzepte mit teilweise experimentellem Charakter (siehe z. B. die CO<sub>2</sub>-freie Stadt Masdar in den Vereinigten Arabischen Emiraten). Es ist heute schon absehbar, dass die Grenzen zwischen Individual- und öffentlichem Verkehr, wie z. B. beim Carsharing, immer weiter verschwinden werden.

Standen die einzelnen Verkehrsträger früher noch eher neben- und teilweise auch in Konkurrenz zueinander, so richten sich die Bestrebungen heute immer stärker darauf, Schnittstellen zu finden und den Verkehrsteilnehmern den Übergang vom einen zum anderen Verkehrsträger so einfach wie möglich zu machen. Dies setzt zunächst voraus, dass diese über die Verkehrssituation und über Alternativen zur geplanten Wegstrecke hinsichtlich Streckenführung und Verkehrsmittel Bescheid wissen. Zudem muss die Kommunikationsinfrastruktur derart ausgebaut sein, dass den Nutzern die relevanten Informationen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zur Verfügung stehen.

Informations- und Kommunikationstechnologien werden damit – im Sinne von Konvergenz – zum zentralen Element einer neuen, modernen Verkehrsinfrastruktur, die es Verkehrsteilnehmern ermöglicht, ihre Mobilitätsentscheidungen auf Basis valider Daten zu treffen. Die Herausforderungen für die Verkehrsinfrastruktur der Zukunft umfassen dabei neben der technischen Realisierbarkeit Aspekte der Finanzierung, der Standardisierung, des Datenschutzes und der Datensicherheit, der Reliabilität sowie der Verfügbarkeit von Daten.

Im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit von Fahrzeugen richten sich die Betrachtungen stark auf die Elektromobilität. Ein Grund dafür ist, dass die Nutzung von Elektrizität als Energieträger eine Diversifizierung der Primärenergiequellen ermöglicht und damit eine Entkopplung des Verkehrssektors von fossilen Kraftstoffen sowie eine Hinwendung zu CO<sub>2</sub>-freien und regenerativen Quellen erlaubt. Zugleich zeichnen sich elektrische Antriebe bei einer Betrachtung der Energieflüsse von der Quelle bis zum Rad und bei Annahme einer durchschnittlichen Effizienz der Kraftwerke von 45 % durch einen um etwa 25 % geringeren Energieverbrauch gegenüber konventio-

nellen Antrieben aus. Weitere Einsparungen von bis zu 15 % kommen hinzu, wenn Bremsenergie zurückgewonnen wird. Angesichts der erheblichen technologischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Hürden, die mit der Masseneinführung von Elektromobilität verbunden sind, hat die Bundesregierung für dieses Themenfeld im August 2009 einen „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ präsentiert. Er nennt als Ziel, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straßen zu bringen und Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln. Darüber hinaus zeigt er konkrete Handlungsschritte auf. Die Rolle der Informations- und Kommunikationstechnologien wird dabei auf mehreren Ebenen gesehen, bei der Kontrolle der Energieflüsse im Fahrzeug und zwischen seinen Komponenten, an der Schnittstelle zwischen dem Fahrzeug und dem Stromnetz und bei der sicheren und benutzerfreundlichen Integration des Fahrzeugs in das Verkehrssystem. Insbesondere für eine Übergangszeit, in der die Traktionsbatterien die Kosten des Elektrofahrzeugs bestimmen und die Reichweite begrenzen, werden adaptive Lösungen auf der Basis von IuK-Technologien zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz von Elektrofahrzeugen beitragen können.

Das Auto entwickelt sich dabei zum größten mobilen Endgerät, und die Chiphersteller sehen hier einen attraktiven Wachstumsmarkt voraus. Firmen wie Intel, Nvidia, Infineon und Freescale kooperieren schon heute intensiv mit den Fahrzeugherstellern. Beispielsweise soll durch den Einsatz geeigneter Identifikationschips eine Ortung sowie ein Tracking ermöglicht werden. Neben den zu lösenden technischen Problemen sind hierbei auch grundlegende Fragen hinsichtlich des Persönlichkeits- und Datenschutzes sowie möglicher ungefügter Zugriffe Dritter (Hacking von Verkehrsnetzen) in die Betrachtung einzubeziehen. Wichtige Grundlagen hierzu wurden im Projekt AMULETT gelegt. Gegenstand des Projektes war die Entwicklung kooperativer Erfassungs- und Trackingtechnologien zur Identifikation schutzbedürftiger Personen im Straßenverkehr unter Nutzung von Transpondern. Künftige Fahrzeugsteuerungs- und Überwachungssysteme werden dabei auch häufiger autonom oder halbautonom in das Verkehrsgeschehen eingreifen, z. B. bei der Einleitung von Bremsvorgängen im Fall der Annäherung an ein Stauende unter schlechten Sichtverhältnissen oder bei Übermüdung des Fahrers.

Die wesentlichen Impulse im Bereich der IuK-Technologien werden in einer Vereinheitlichung der Kommunikationsarchitekturen und ihrer Schnittstellen, z. B. durch die AUTOSAR-Initiative, die Erhöhung der Bandbreiten sowie die Sicherstellung der Echtzeitfähigkeit der Systeme gesehen. Wachsende Anforderungen bestehen darüber hinaus durch die geplante Interaktion von Fahrzeugen, Infrastruktureinrichtungen und den Netzen für Energieversorgung und Datentransfer. Mittels „Floating Car Data“ werden alle Fahrzeuge auf der Strecke über Vorfälle (Stau, Unfall, schlechte Sichtverhältnisse etc.) miteinander kommunizieren und von einem Zentralrechner alternative Streckenempfehlungen erhalten. Bei einem Elektrofahrzeug wird dies auch zur Anpassung der Reichweitenprognosen, zu Empfehlungen für eine Anpassung des Ladezyklus und wenn nötig zu Vorschlägen für das Umsteigen auf einen anderen Verkehrsträger führen.

Auch die Infrastruktur kann sich auf den veränderten Nutzungsbedarf einstellen. So ist es denkbar, dass sich nicht nur die Scheinwerfer des Fahrzeuges den Verkehrs- und Witterungszuständen anpassen, sondern auch die Straßenbeleuchtung bedarfsorientiert vom Fahrzeugverkehr gesteuert wird. Ebenso ist eine flexible Steuerung von Ampelschaltungen möglich, welche dem Verkehrsaufkommen und den Fahrzielen der Fahrzeuge Rechnung trägt. Fortschritte in der Objekterkennung (pattern recognition) und Klassifikation werden die Kommunikation verlässlicher und die Fahrt allgemein sicherer machen.

Im simTD-Projekt erfolgt der Austausch von Car-to-X-Nachrichten zwischen Fahrzeug (Car Communication Unit, CCU) und der Infrastruktur (Road Side Units, RSU) mittels Ad-hoc-Kommunikation auf Basis des sich momentan entwickelnden europäischen Standards für Car-to-X-Kommunikation, einer europäischen Variante von IEEE 802.11b/g. Darüber hinaus kommen auch das gängige WLAN sowie UMTS zum Einsatz, Letzteres, um die Fahrzeuge an die Versuchszentrale anzubinden. Als Testfeld für simTD dient bis 2012 das hessische Rhein-Main-Gebiet, mit 400 Fahrzeugen und mehr als 100 Road Side Units.

Im Automotive-Bereich findet aktuell eine breite gesellschaftliche Veränderung statt, in der postmaterialistische Werte des Umwelt- und Klimaschutzes, der Ressourcenschonung sowie einer Erhöhung der Sicherheit höher gewertet werden als materialistische Ziele. In der Folge verändert sich nicht nur die Rolle des Automobils in der Gesellschaft, es findet auch eine Umorientierung hinsichtlich der Bedeutung der Mobilität im Gesamtkontext der Wertschöpfung sowie der individuellen Lebensgestaltung statt.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei den demografischen Veränderungen zu. So steigt das Durchschnittsalter der Fahrer stetig; eine nicht unerhebliche Zahl der aktiv am Verkehrsgeschehen teilnehmenden Personen wird bereits in wenigen Jahren über 80 Jahre alt sein. Gerade für diese Verkehrsteilnehmer bieten z. B. Fahrerassistenzsysteme die Chance einer längeren Teilhabe an individueller Mobilität. Zugleich stellen die aktuell am Markt verfügbaren Systeme hinsichtlich der Bedienungsergonomie sowie der Wahrnehmung von Hinweisen häufig eine Überforderung dar. Für jüngere Fahrer hingegen dürfte sich angesichts zunehmender Verbreitung sozialer Medien der Reiz stets verfügbarer individueller Mobilität verringern und die Bedeutung verlässlicher multimodaler Mobilitätssysteme erhöhen.

### **Marktentwicklung**

Die Automobilindustrie ist der größte Wirtschaftszweig Deutschlands. Mit einem Umsatz von gut 263 Mrd. Euro im Jahr 2009 leistet die Branche rund 20% des Gesamtumsatzes der deutschen Industrie. Allerdings steht der Industrie auch ein Paradigmenwechsel bevor, der durch die Anforderungen der Energieeffizienz und eines global veränderten Konsumentenverhaltens in Bezug auf Mobilität eingeleitet wurde.

„Verkehr und Logistik werden smart“ so umschreibt der BITKOM seine politischen Leitlinien zu intelligenten Verkehrslösungen und deren Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft. Hier wird Mobilität als „Nerv der deutschen Wirtschaft“ bezeichnet und die Investitionen in Zukunftstechnologien als ein wesentlicher Überlebensbaustein für die Branche beschrieben. Intelligentes Verkehrsmanagement, Fahrerassistenzsysteme und die Vernetzung von Verkehrsdaten werden als wesentliche Konvergenz Voraussetzungen benannt. In der öffentlichen Diskussion um Elektromobilität sind Carsharing oder neue Vermietungsformen zur gemeinsamen Nutzung von Fahrzeugen als Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung benannt. Neue Geschäftsmodelle werden erdacht, um über Dienstleistungen und Serviceangebote weitere Erlösquellen für deutsche Anbieter zu erschließen. Eine Abschätzung des Umsatzpotenzials, das sich aus diesen neuen Geschäftsoptionen ergeben kann, ist quantitativ kaum möglich. Neue Technologien sind in zukünftigen Fahrzeugen integriert und die Frage, in welchem Umfang Kunden bereit sind für Serviceleistungen zu zahlen, muss der Markt erst noch beantworten. Die politischen Aktivitäten zum Aufbau unterstützender Rahmenbedingungen lassen erwarten, dass die Wertschöpfung deutscher Hersteller an den prognostizierten 1,5 Mio. Elektrofahrzeugen in 2025 relativ hoch sein wird.

Trotz aller Veränderungen und Umbrüche gilt es, die weltweit führende Rolle der deutschen Automobilindustrie weltweit zu erhalten. Hierbei werden die Veränderungen durch das Hinzutreten neuer Anbieter, insbesondere im Rahmen der Elektromobilität, eine besondere Herausforderung darstellen.

Bei der Abschätzung des Marktpotenzials haben wir uns auf die zu erwartende Entwicklung von Elektrofahrzeugen in Deutschland konzentriert. Wir schätzen den derzeitigen Bestand solcher Fahrzeuge auf deutlich unter 100.000 und setzen hierfür ein Umsatzvolumen (inkl. eines Anteils für die notwendige Infrastruktur) von 1,2 Mrd. Euro an. Bis zum Jahr 2015 wird die Anzahl an Fahrzeugen auf ca. 250.000 ansteigen und bis zum Jahr 2025 einen Wert von 1,5 Mio. Fahrzeugen erreichen, der inkl. Infrastruktur einen Umsatz von 18 Mrd. Euro bedeutet.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes und der Fokussierung auf den Bereich Elektrofahrzeuge stellt sich die dafür zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie der jeweils beein-

flussende Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt dar (Abbildung 19). Eine umfassende SWOT für das Themenfeld Mobilität zeigt Abbildung 20.

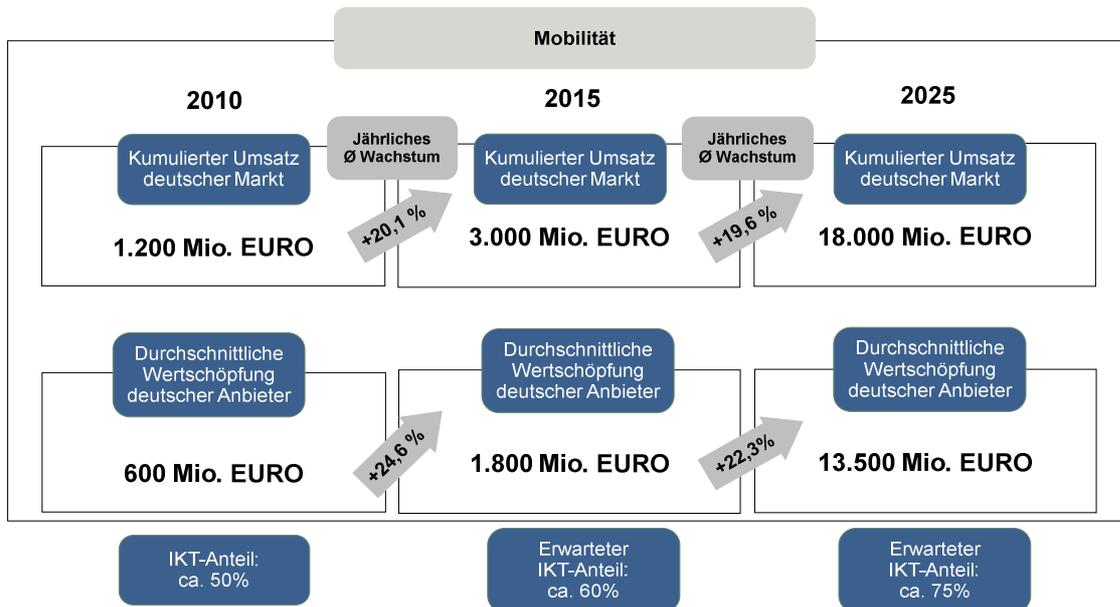


Abbildung 19: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Mobilität

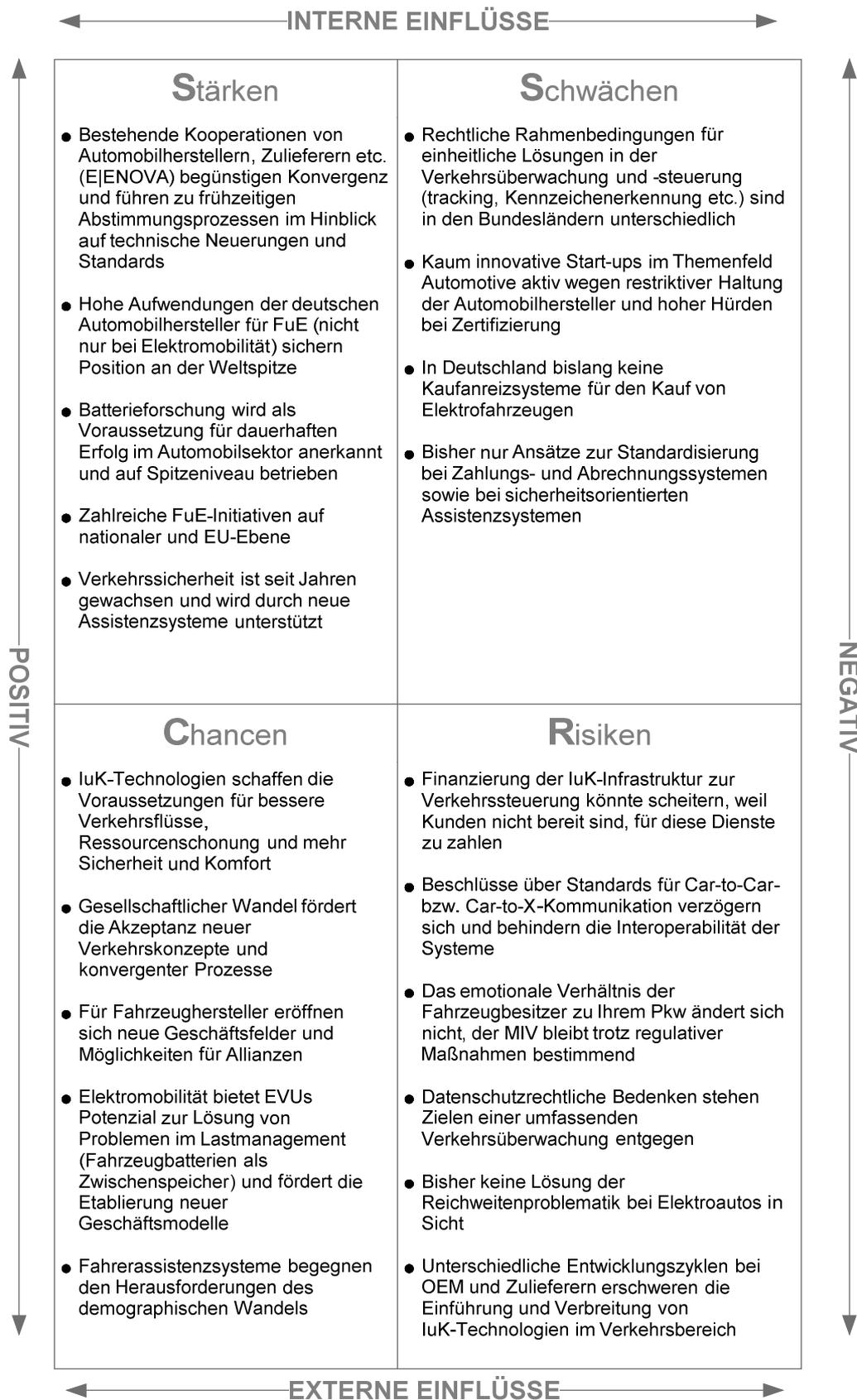


Abbildung 20: SWOT für das Themenfeld Mobilität

### 3.9 Gesundheit & Lifestyle

Gesundheit ist ein elementares menschliches Anliegen. Der individuelle Gesundheitszustand trägt maßgeblich zum eigenen Wohlbefinden bei. Die Gesundheit der Bürger ist auf gesellschaftlicher Ebene eine grundlegende Voraussetzung für die ökonomische Entwicklung und Wertschöpfung. Sie ist als wesentliche Bestimmungsgröße des Humankapitals von enormer Bedeutung. Gesundheit beschäftigt die Menschen, die gesundheitsbezogene Lebensqualität ist in allen Bevölkerungsschichten eines der am höchsten geschätzten Güter. Nach der weitgehenden Absicherung der großen sozialen Risiken wird in einer zunehmend älter werdenden Gesellschaft mit sich ständig verbessernden medizinischen und medizinisch-technischen Möglichkeiten die individuelle und kollektive Gesundheit zum Thema zentralen Interesses.

Dabei wird die Bedeutung der Prävention immer mehr erkannt. Viele Menschen sind zunehmend bereit, Verantwortung – auch finanziell – für ihre eigene Gesundheit zu übernehmen. Gesundheit wird nicht mehr nur als Angelegenheit des medizinischen Versorgungssystems wahrgenommen, dem sich der Patient anvertraut. Der mündige und aufgeklärte Bürger steht den Anbietern medizinischer Versorgung vielmehr als gleichberechtigter Partner gegenüber. Auf dieser Basis entwickelt sich der Zweite Gesundheitsmarkt.

Zurzeit treten Hersteller von Sportartikeln und Computerspielen erfolgreich in einen Markt ein, der sich bereits im Grenzbereich von Life Style und Gesundheit ansiedeln lässt: Dazu gehören die digitale Unterstützung beim körperlichen Training („digitaler Coach“) sowie Spiele, die durch den Einsatz von Sportsimulationen tatsächliche Bewegungsanreize geben (z. B. Wii Sports, Wii Fit, Xbox Kinect, Playstation EyeToy Kinetic). Angetrieben durch das rasante Wachstum sozialer Netzwerke im Web 2.0 und die Einbindung leistungsfähiger, vernetzter Unterhaltungselektronik entstehen bereits Angebote, die aufbauend auf der Verzahnung von IKT, Sensorik und Internetangeboten Plattformen für integrierte Dienstleistungen darstellen.

Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung zu einer neuen Form von Fitnessangeboten führen wird, die als Augmented Fitness bezeichnet werden könnte und durch eine Anreicherung von fitnessbezogenen Angeboten durch weitere Inhalte und vernetzte Dienstleistungen gekennzeichnet sein wird. Diese Anreicherung nutzt verschiedenste Medien und Technologien. Sie kann reinen Freizeitcharakter, aber auch darüber hinaus gehende Zielsetzungen haben und befriedigt den Wunsch nach persönlicher Fitness und einem individuellen Life Style.

Bereits heute ist der Gesundheitsbereich durch einen Transfer bereits etablierter Technologien aus anderen Branchen (z. B. Spieleindustrie oder Konsumelektronik) gekennzeichnet. Die große Herausforderung im Themenfeld „Gesundheit & Life Style“ ist nicht die technologische Innovation als solche, sondern die Verfeinerung vorhandener Technologien, der Integration dieser Technologien in ein Gesamtsystem und der Etablierung dieses integrierten Systems am Markt.

Eine bereits in der Anwendung befindliche Entwicklung dieser Art ist das Telemonitoring, also die Übertragung medizinisch relevanter Daten vom Patienten zum behandelnden Arzt oder in eine autorisierte telemedizinische Servicezentrale. Telemonitoring ist in einigen Anwendungsbereichen bereits heute nicht nur Ergänzung, sondern teilweise Alternative zur ärztlichen Versorgung schwer oder chronisch kranker Menschen. Eine lückenlose Überwachung von Vitalparametern erforderte früher lange Krankenhausaufenthalte oder kostenintensive häusliche Betreuung. Die Erforschung neuartiger Vital- und Biosensoren in Verbindung mit einer fortschreitenden Miniaturisierung von Kommunikationstechnologien wird sich positiv auf die Entwicklung telemedizinischer Dienstleistungen auswirken, die dann weit über ein reines Gesundheitsmonitoring hinausgehen werden.

Fitness nimmt im westlichen Lebensstil seit Jahrzehnten eine prominente Rolle ein. Die Aerobic-Bewegung der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts setzte dabei schon auf die Einbindung von elektronischen Medien. Aerobic-Videos und -Fernsehsendungen motivierten Tausende zur Nachah-

mung und fanden selbst im ehemaligen Ostblock weite Verbreitung. Heute haben sich neben Sportsendern im Fernsehen auch Internetforen zu den verschiedensten Themen rund um Fitness und Freizeitsport nachhaltig etabliert.

Bereits heute entstehen neue Fitness-Angebote, die das Training durch zusätzliche Funktionalitäten und Dienstleistungen, beispielsweise durch Vorschläge für Trainingspläne über das Internet, anreichern. Die Zukunft liegt in einer Art „Augmented Fitness“, bei der Freizeitgestaltung und soziale Vernetzung stärker in den Vordergrund treten. Auch die Verbindung von körperlicher mit geistiger Fitness ist denkbar und gerade für ältere Menschen durchaus attraktiv.

Ein mobiles System für Augmented Fitness muss als zentrale Schnittstelle verschiedenster Dienste und Dienstleistungen viele Funktionen miteinander vereinen. Auf der einen Seite steht die Erfassung von Daten wie Puls, zurückgelegter Strecke oder Lauftempo und der daraus abzuleitende Trainingsstand für die eigene Erfolgskontrolle. Diese Daten müssen sowohl beim Sport im Freien als auch im Fitnessstudio gesammelt und ausgewertet werden. Es muss sich also um ein robustes, mobiles System handeln, das mit unterschiedlicher Sensorik umgehen und die Daten auswerten kann. Es muss zusätzlich in der Lage sein, transparent mit den unterschiedlichsten Infrastrukturen zu kommunizieren, ohne dass der Benutzer eingreifen muss. Die Interoperabilität der verschiedensten Geräte ist daher eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein solches System.

Im Sinne einer ganzheitlichen Fitnessbetreuung sind zusätzliche Dienstleistungen im Bereich der Ernährungsberatung vorstellbar. Ein mobiles Gerät, das dem Nutzer mit Hilfe von aktuellen Datenbanken im Internet oder durch persönliche Berater in einer Servicezentrale Gesundheitstipps beim Einkauf oder im Restaurant geben kann, unterstützt langfristig auch bei der Prävention von Zivilisationserkrankungen und hilft damit, den gesunden Lebensstil über Jahre hinweg zu pflegen und an die jeweiligen Bedürfnisse anzupassen. Das System muss also auch eine offene Plattform für Themen übergreifende Dienste anbieten.

Der Freizeitsport als Komponente des persönlichen Lebensstils soll aber auch eine Freizeitaktivität bleiben, also Spaß machen und nicht nur auf einen Trainingserfolg hin ausgerichtet sein. Das System kann dafür auf multimediale Unterhaltung zurückgreifen, aber auch auf Serious Games. Diese Anreicherung des Trainings mit Informationen und Unterhaltung kann mit Hilfe von Augmented Reality oder Virtual Reality direkt in den Trainingsablauf eingearbeitet werden.

Die konsequente Weiterentwicklung der Idee eines integrierten, mobilen Systems für Augmented Fitness führt unmittelbar zur Vision des mobilen Gesundheitsbegleiters. Das Ziel ist ein vernetztes Gerät, das im Zusammenspiel mit einer entsprechenden Infrastruktur den Menschen dabei unterstützt, seine Gesundheit zu erhalten, wiederherzustellen und zu verbessern bzw. bei der gesundheitlichen Prävention zu helfen.

Der mobile Gesundheitsbegleiter ist die zentrale Schnittstelle für Dienstleistungen rund um die Gesundheit des Individuums. Dabei greift diese Idee auf Ansätze zurück, die bereits im interdisziplinären Projekt „InPriMo“ vorangetrieben wurden. Der mobile Gesundheitsbegleiter sammelt über Body Area Networks die Daten der beispielsweise in intelligente Textilien oder intelligente Implantate integrierten neuartigen Vital- und Biosensoren, führt eine Vorverarbeitung durch und stellt sie über geeignete Telekommunikationsnetze telemedizinischen Dienstplattformen zur Verfügung. Die Ärzte in einer telemedizinischen Versorgungszentrale können über den mobilen Gesundheitsbegleiter mit dem Menschen in Kontakt treten und in Echtzeit auf die aktuellen Messwerte zugreifen. Mit dieser umfassenden Vernetzung sensorischer Patientendaten ermöglicht der mobile Gesundheitsbegleiter die permanente und uneingeschränkte gesundheitliche Überwachung eines Patienten und damit die Möglichkeit einer maßgeschneiderten Therapie und der Intervention bei Notfällen.

Er integriert als Komponente eines hochvernetzten Systems alle verfügbaren Patientendaten, die sowohl auf dem Gerät selbst als auch in intelligenten Datenbanken im Internet zur Verfügung stehen und ermöglicht so den Zugriff beispielsweise auf Röntgenbilder, vorliegende Befunde, MR-Studien oder

sogar genetische Informationen. Der Arzt kann das durch die Integration dieser umfassenden Daten entstehende patientenspezifische Modell für die Erstellung geeigneter Behandlungsempfehlungen im Rahmen einer modellgestützten Therapie nutzen.

Der mobile Gesundheitsbegleiter ist damit ein Kernbaustein einer personalisierten Medizin, die nicht nur maßgeschneiderte Diagnostik und Therapie umfasst, sondern insbesondere in Kombination mit den Angeboten aus Fitness und Freizeitsport die individuelle Prävention maßgeblich unterstützt. In dieser Vision werden also die Konzepte von Augmented Fitness und Telemedizin aufgegriffen und zu einem Gesamtkonzept verschmolzen.

### **Marktentwicklung**

In Folge der demografischen Entwicklung, des medizinisch-technischen Fortschritts und des gestiegenen Gesundheitsbewusstseins nimmt der Bedarf für Produkte und Dienstleistungen in Prävention, Diagnostik, Therapie, Rehabilitation und Pflege rapide zu. Damit verbunden sind enorme Innovations- und Wertschöpfungspotenziale im Gesundheitssektor. Der Gesundheitsmarkt verfügt über ein Marktvolumen von 260 Mrd. Euro, das entspricht einem Anteil von 12,2 % am Bruttoinlandsprodukt. Damit ist der Gesundheitsmarkt die größte Wirtschaftsbranche in Deutschland. Die Gesundheitswirtschaft wird in zwei Märkte geteilt (Erster und Zweiter Gesundheitsmarkt), die aufgrund der Entwicklungen zunehmend miteinander verschmelzen.

Der „Zweite Gesundheitsmarkt“ bietet insbesondere mittelständischen Unternehmen ideale Möglichkeiten für die Vermarktung innovativer technologiebasierter Produkte. Dabei ist eine verbreiterte Produktpalette ein entscheidender Markttreiber, wobei insbesondere die Bedeutung der Märkte für Senioren steigt. Altersgerechte Wohnungsausbauten und Pflegedienstleistungen spielen dabei eine besondere Rolle, neue Segmente wie das der präventionsorientierten Gesundheitsangebote werden in ihrer Bedeutung rasant wachsen. Daraus ergibt sich ein großes Potenzial für neue Geschäftsfelder, die Produkte und damit verbundene Dienstleistungen. Die Weiterentwicklung wird zur Entstehung neuer Arbeitsplätze beitragen. Insgesamt soll es in der Gesundheitswirtschaft bis 2020 rund eine Million neue Arbeitsplätze geben. Die Produktpalette wird immer größer und spezifische Innovationen treiben den Markt voran. Kerninnovationen im Zweiten Gesundheitsmarkt werden vornehmlich prozess- und transfergetrieben sein. Als Generalisten können Mittelständler komplexe Herausforderungen schneller erfassen und hierfür Lösungen gestalten. Hier können die klassischen Tugenden des Mittelstands gewinnbringend eingesetzt werden: Marktnähe, Schnelligkeit, Phantasie, Leidenschaft, Freiheitsgrade erkennen und pragmatisch nutzen.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen für die Bereiche Gesundheit und Medizintechnik wie folgt ein (Abbildung 21 und Abbildung 22). Eine umfassende SWOT für das Themenfeld Gesundheit & Lifestyle zeigt Abbildung 23.

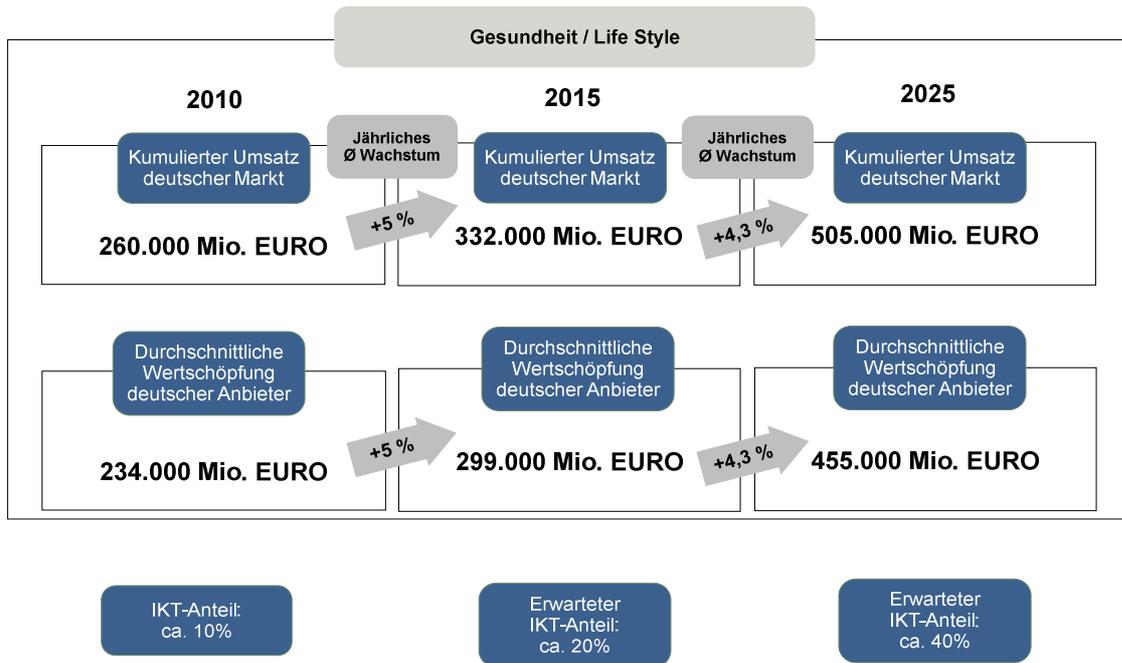


Abbildung 21: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Gesundheit & Life Style

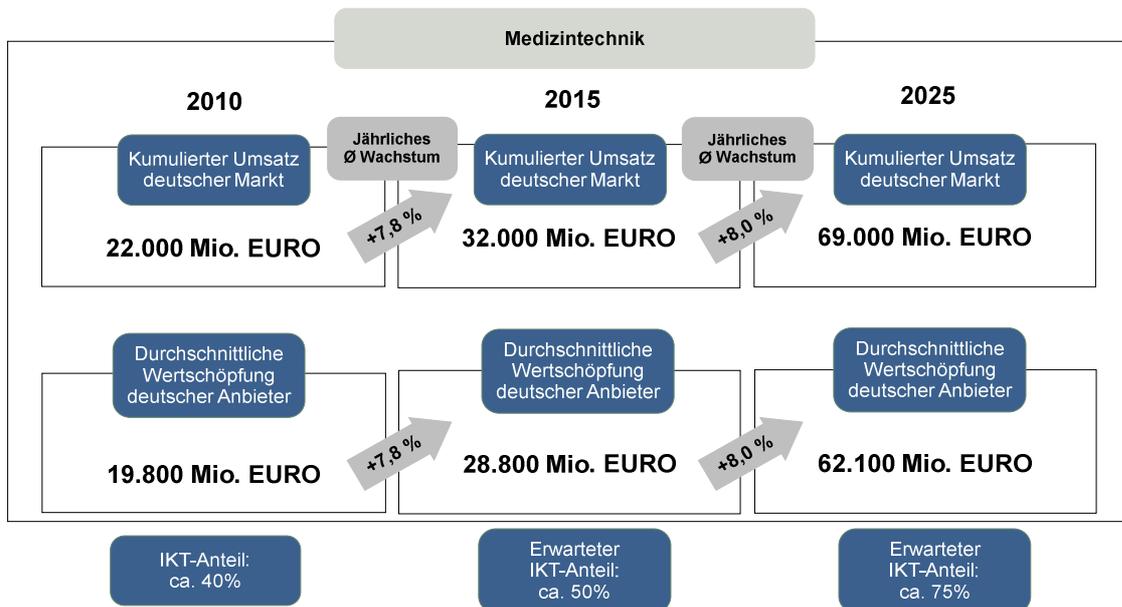


Abbildung 22: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 Medizintechnik

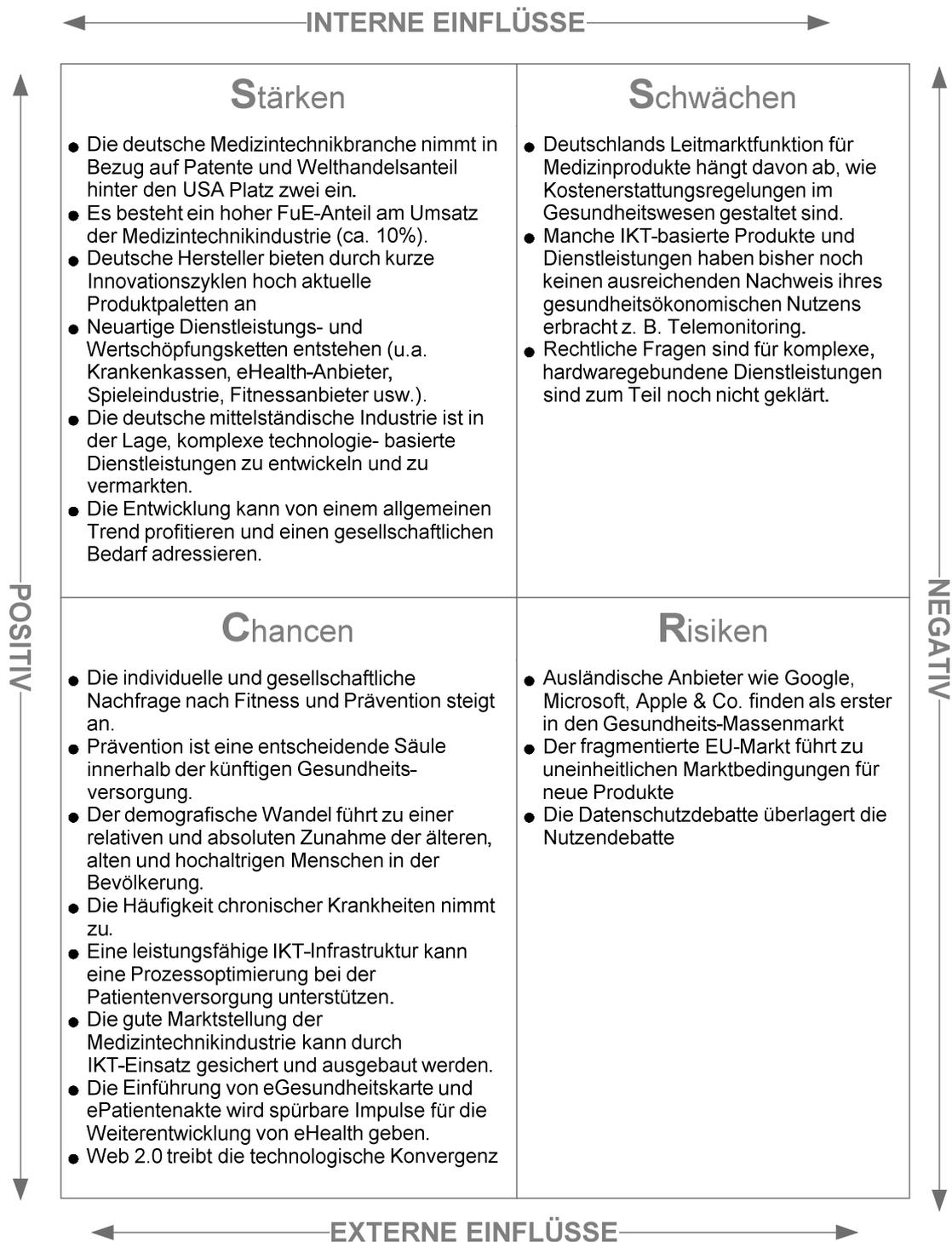


Abbildung 23: SWOT für das Themenfeld Gesundheit & Lifestyle

### 3.10 IKT-Sicherheit

Deutschland ist mit seinem freien Informations-, Personen- und Warenverkehr, als exportorientierte Wirtschaftsnation und als Land mit einer hohen Bevölkerungsdichte und einer stark ausgebauten, auf Hochtechnologie aufbauenden Infrastruktur in besonderem Maße neuen Bedrohungen ausgesetzt. Energie- und Verkehrsnetze, Internet und Telekommunikation, Lebensmittel- und Gesundheitsversorgung sind zentrale Lebensnerven unserer Gesellschaft. Warenströme und Logistikketten, Versorgungsinfrastrukturen und Verkehrsleitsysteme sind verwundbar gegen Ausfälle, Angriffe und Manipulationen.

Verwundbarkeiten dieser Art machen Versorgungsinfrastrukturen zu Angriffszielen sowohl für Täter mit kriminellen Hintergrund als auch für terroristische Aktivitäten. Sicherheit wurde daher bisher vorrangig verstanden als Sicherung vor Kriminalität, Sabotage oder Terrorismus. Dies ist wichtig, denn es zeigt sich immer wieder die Abhängigkeit der Gesellschaft von reibungslos funktionierenden Versorgungssystemen und deren Anfälligkeit gegenüber kleinen Abweichungen vom Normalzustand. Sicherheit adressiert daher auch die Vermeidung bzw. den Umgang mit Naturkatastrophen oder Unfällen und die Begrenzung von Schäden.

In den letzten Jahren ist dabei eine zunehmende Professionalisierung der Angriffe sowie der eingesetzten Schadprogramme und Werkzeuge zu beobachten, die auch auf die Zukunft projiziert werden können. Aus dieser Gesamtlage heraus ergibt sich eine zentrale und äußerst wichtige Aufgabe der IKT-Sicherheit für die Wahrung der nationalen Sicherheit sowie für auch den Schutz von persönlichen und Unternehmensdaten.

Nicht zuletzt öffentlich gewordene Vorfälle von Sicherheitsverletzungen im Bereich Datenschutz haben die Aufmerksamkeit für das Thema auch außerhalb der IKT-Szene erhöht. Zugleich wird in Expertengruppen eine intensive Diskussion um neue Bedrohungen im Bereich der IKT-Sicherheit geführt. Neben intrinsisch motivierten Angriffen („klassische Hacker“) werden vermehrt wirtschaftlich motivierte Angriffe beobachtet. Computer- oder Cyberkriminalität findet in organisierter, nahezu industrialisierter Form statt.

Die Abhängigkeiten der Informationstechnologie und damit die Dimension eines potenziellen Schadens ist dabei inzwischen in einem hoch technisierten Land wie Deutschland nicht bloß eine abstrakte Bedrohung. Diese stellen eine wachsende Risikoexposition im Zeitalter kurzer Innovationszyklen, Miniaturisierung und Zugänglichkeit von vernetzten Informationen dar. So ist beispielsweise ein kurzer IKT-Ausfall bei einer Handelsbörse bei parallel eintreffenden kompromittierten Pressemeldungen in elektronischen Medien über dramatische Kursänderungen vergleichbar kritisch zu einer vorübergehenden regionalen Störung der Telekommunikationsnetze und Verkehrsinfrastrukturen während einer Schlechtwetterlage. Hier zeigen sich auch die Herausforderungen für die Konvergenz elektronischer Medien („ICT Security Convergence“), bei der mehrere Sektoren beteiligt sind.

Der Markt für IKT-Sicherheit umfasst IT-Produkte und IT-Dienstleistungen zum Schutz der Informationstechnologie in Unternehmen, in der öffentlichen Verwaltung und in Privathaushalten, sofern sie nicht untrennbarer Bestandteil anderer Produkte und Dienstleistungen sind. Auch wenn die IKT-Sicherheit derzeit das populärste Thema der IKT-Marktteilnehmer ist (als sog. Enabling Technology unterstützt von aktuellen Meldungen zu neuen Schwachstellen usw.), werden zunehmend die übergreifenden Aspekte zwischen den Branchen bzw. Sektoren, bei Organisationen und Technologie-Providern eine besondere Berücksichtigung erfahren (Konvergenz). So werden in zahlreichen Konvergenzbereichen durchgängige Funktionen der IKT-Sicherheit benötigt, die beispielsweise auch hier das Prinzip der Ende-zu-Ende-Sicherheit statt Domäne-zu-Domäne-Sicherheit ermöglicht. Heutige Entwicklungen zeigen, dass beispielsweise Betriebssysteme für mobile Endgeräte (Android, Windows mobile, Apple iOS, BlackBerry etc.) kaum eine Einheitlichkeit bzw. Transparenz von Verschlüsselungsverfahren für organisationsübergreifende Kommunikation zulassen (PGP, S/MIME, proprietäre Verfahren).

Ein wesentlicher Faktor für die Veränderung von konvergenten Märkten ist, neben der Änderung von Nachfragestrukturen, die Neu- und Weiterentwicklung von Technologien. Diese stellen eine wichtige Basis für das zukünftige Leistungsangebot im Markt für Sicherheitstechnologien und -dienstleistungen dar. Um die (angewandte) Forschung in diesem Bereich zu intensivieren, wurden von der öffentlichen Hand in den letzten Jahren auf nationaler und europäischer Ebene verschiedene Aktivitäten angestoßen, beispielsweise das Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung und der Schwerpunkt „Security“ im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission. Allerdings werden im Sicherheitsbereich häufig Technologien eingesetzt, die nicht unbedingt ursprünglich für derartige Anwendungen entwickelt wurden und umgekehrt. Leistungsfähige Video- und Bildinhaltsanalyse-Systeme spielen eine große Rolle in der industriellen Qualitätssicherung, könnten aber auch die öffentliche Sicherheit, zum Beispiel bei der Grenzkontrolle, wirkungsvoll unterstützen.

Im Bereich der IKT-Sicherheit zeichnen sich insbesondere die nachstehenden Entwicklungen ab:

- Zahl der Schwachstellen bei Hard- und Software nimmt für das Web 3.0 (semantisches Web) und konvergierende Systeme (wie beim Cloud Computing) nicht signifikant ab. Die Daten in einem Semantischen Web sind strukturiert und in einer Form aufbereitet, welche es Computern ermöglicht, weltweit alle Daten miteinander zu verknüpfen und als Ganzes zu verarbeiten, ähnlich der Abfrage einer globalen Datenbank. Zudem würde ein Semantisches Web Computern (bei Realisierung des Konzeptes) erlauben, aus den vielen Informationen, die weltweit in Datenbasen gesammelt sind, Wissen herzuleiten und neues Wissen zu generieren. Beispiele für diese Entwicklungen sind die vermehrten Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Schnittstellen bei steigender Miniaturisierung von Objekten und Endgeräten, das Ubiquitous Computing, die Nutzung sozialer Netzwerke und der Datenschutz im Kontext zum globalen Identitätsmanagement (neue Anforderungen zur Datentrennung und Pseudonymisierung beispielsweise im Gesundheitswesen).
- Die „Security Convergence“ (konvergierende Sicherheit aus der Konvergenz elektronischer Medien) wird nur in Zusammenarbeit zwischen der öffentlichen Verwaltung und den Wirtschaftsunternehmen erreichbar sein (Public Private Partnership – PPP). Beispiele für diese Sicherheitskonvergenz sind das einfache Herstellen und Analysieren von Ontologien zwischen an der IKT-Sicherheit beteiligten Akteuren über Soziale Netzwerke und Internetforen. „Meldewillige“ Smart Objects helfen dabei, gewonnene ungeschützte Daten aus dem bereits erwähnten Cloud Computing beispielsweise durch Software-as-a-Service (SaaS) oder Platform-as-a-Service (PaaS) zu fusionieren. Am Beispiel Smart Grids, bei denen eine umfassende Datenerfassung und Auswertung erfolgen wird, könnten große ERP-, Middleware-, Business Intelligence- und IKT-Sourcing-Anbieter ohne abgestufte Security-Level-Agreements zum Sicherheitsrisiko für das Energiemanagement oder die Netzführung werden.
- Sog. „Cyber Security“ und die Berechenbarkeit von komplexen Angriffen auf Kritische Infrastrukturen ist durch die Identifizierung neuer Schwachstellen (beispielsweise bei Prozessleittechnik und SCADA-Systemen bei der Energieverteilung in Hochspannungsnetzen) ggf. durch neue mobile Administrationslösungen einfacher machbar; die Logik, Software (Exploits) und Expertenwissen werden häufig offen publiziert. Für die Konvergenz bedeutet das, die komplexen Zusammenhänge zwischen Produktentwicklung, Einsatz und Betrieb von kritischen Systembestandteilen sicher und kontrollierbar zu machen (vgl. „Stuxnet“-Virus dringt 2010 in Systeme ein, die Industrieanlagen, Kraftwerke und auch Ölpipelines und -plattformen steuern).
- Das Management und die Vernetzung der IKT-Sicherheit ist eine zentrale Aufgabe der öffentlichen Verwaltung, der BOS und der Wirtschaft.
- Verteilte Spezialexpertisen zur IKT-Sicherheit und Safety (Embedded Systems) sind weiterhin im Aufbau. Die Interoperabilität von Teilsystemen folgt zeitlich einer Integration einer Basisfunktionalität, die wiederum der Geschwindigkeit der Standardisierung, gesetzlicher Compliance und des Kostendruckes folgt.

## Marktentwicklung

Die deutschen Anbieter im Bereich IKT-Sicherheit werden als im internationalen Wettbewerb grundsätzlich gut aufgestellt gesehen, diese sind aber noch auf klassische Themen der Infrastruktursicherheit (VPN, Verschlüsselungsboxen, Firewalls usw.) konzentriert. Allerdings fällt auf, dass in Deutschland hauptsächlich kleine spezialisierte Anbieter ansässig sind.

Als Zielmarke für den Markt im Bereich der IKT-Sicherheit bis 2025 in Deutschland kann für den Umsatz bei Dienstleistungen, der erkennbar höher als für Produkte ausfallen wird, ein Ergebnis von größer 15 Mrd. Euro angenommen werden. Hierbei sind die Umsätze im Bereich der Embedded Systems nicht enthalten. Nach den einzelnen Angebotsarten – Software, Hardware und Dienstleistungen – sind Embedded Hardware und Dienstleistungen die umsatzstärksten Bereiche mit einem realisierten Umsatzvolumen von jeweils ca. 2 bis 4 Mrd. Euro. Der Dienstleistungsbereich IKT-Sicherheit ist, ebenso wie der im Embedded-Systems-Umfeld, der Wachstumsträger der querschnittlich in den Konvergenzfeldern wirkenden Bereiche. Er wächst mit 10 bis 15% deutlich stärker als der Hardware- bzw. Produktbereich.

Weitere belastbare Zahlen zum Markt und der Marktentwicklung in einzelnen Segmenten (Dienstleistungen, Produkte, Systeme) oder Regionen sind für die IKT-Sicherheit nicht annähernd im wünschenswerten Umfang verfügbar. Entsprechende Studien und vergleichbare Sekundärquellen beschränken sich meist auf den US- oder Weltmarkt, teilweise nicht-öffentlich auf den Verteidigungsbereich.

Aus der umfassenden Analyse des Themenfeldes schätzen wir die zu erwartende Marktentwicklung von 2010 bis 2025 sowie den jeweils beeinflussenden Anteil durch IKT-Anwendungen wie folgt ein (Abbildung 24). Eine umfassende SWOT für das Themenfeld IKT-Sicherheit zeigt Abbildung 25.

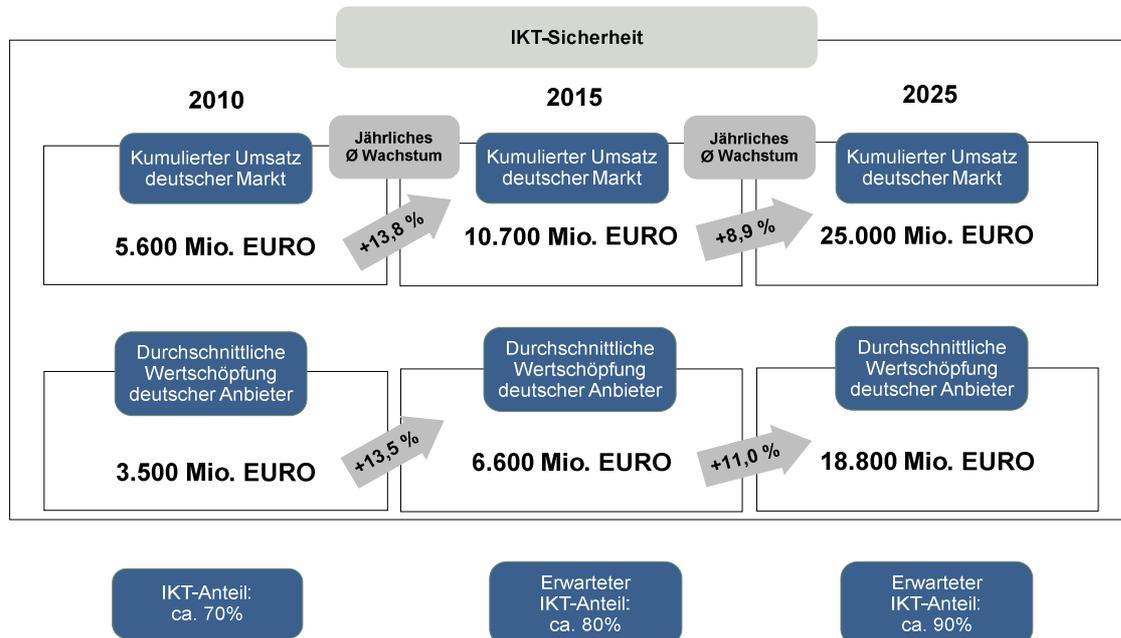


Abbildung 24: Marktentwicklung Deutschland 2010 - 2025 IKT-Sicherheit

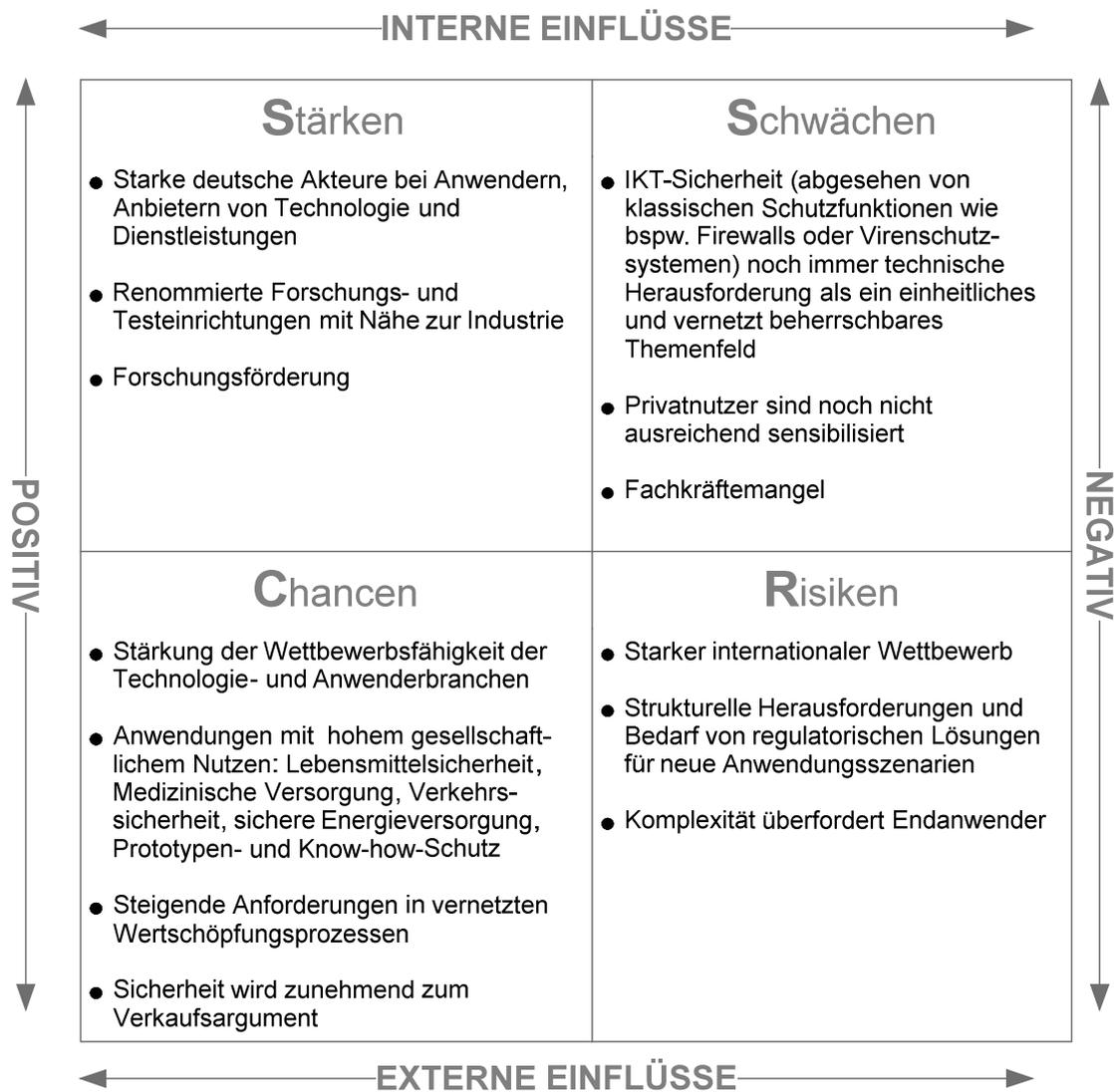


Abbildung 25: SWOT für das Themenfeld IKT-Sicherheit

## 4 Handlungsempfehlungen

### 4.1 Übergreifende Trends

Ein zentraler Trend, der schon seit einiger Zeit in allen im Rahmen dieser Studie behandelten Themenfeldern die Entwicklung prägt, lässt sich mit dem Synonym „Smartness“ (SmartX) beschreiben. Objekte, Produkte oder Systeme erhalten dabei Funktionalitäten, die sie bestimmte Aufgaben weitgehend autonom erledigen lassen.

Die Studie konnte zeigen, dass darüber hinaus bereits ein deutlich erkennbarer Trend zur „Multidimensionalität“ (AugmentedX) bei der Entwicklung von Schnittstellen zwischen Menschen und Maschinen besteht. Dabei wird über die zusätzliche Bereitstellung von umgebungsrelevanten und situationsgerechten Informationen die Wahrnehmung und das Handeln von Menschen unterstützt. Zukünftig werden dazu nicht nur, wie von der Augmented Reality bekannt, visuelle Informationen herangezogen sondern alle denkbaren Sinneswahrnehmungen, wie etwa akustische oder taktile Signale.

Ergebnisse der Kognitionsforschung können dazu beitragen, die Smartness von Objekten (SmartX) ebenso, wie die technologisch unterstützte Wahrnehmung (AugmentedX) über die bereits laufenden Entwicklungen hinaus auf eine neue Qualitätsstufe zu heben. Das beeinflusst entsprechend alle darauf aufbauenden Produkte, Prozesse, Systeme und Dienstleistungen. Damit lassen sich technologische Entwicklungen in allen im Rahmen dieser Studie behandelten Themenfeldern positiv beeinflussen.

Mit dem speziellen Fokus auf robotische Anwendungsszenarien sowie auf die unterstützte Wahrnehmung bei Mensch-Maschine-Schnittstellen müsste erwogen werden:

- **Die Abstimmung einer Industrie-Roadmap für die Servicerobotik mit den wichtigsten Akteuren, wie etwa der deutschen MANUFuture-Community, Unternehmen wie Wittenstein, Festo, KuKa und ReisRobotics sowie einzelnen hoch spezialisierten und leistungsfähigen Zulieferern und auch dem VDMA unter gleichzeitiger Einbeziehung von Vertretern der Kognitionsforschung.**
- **Die Förderung beispielhafter Kooperationen zwischen Industrie und Kognitionswissenschaft in exemplarischen Projektkontexten als Ergebnis der Roadmap-Diskussion. Die Projekte sollten die erfolgreiche Adaption der Erkenntnisse aus der Kognitionsforschung auf Anwendungen mit Ernstcharakter demonstrieren und neue Nutzungsperspektiven aufzeigen.**
- **Ein Ausloten perspektivischer Weiterentwicklungspotenziale durch die Kognitionsforschung in laufenden Vorhaben, z. B. im Rahmen des Technologieprogramms AUTONOMIK.**

### 4.2 Smart Home/Smart Building/Konsumelektronik

Zentrale Befunde:

Seit vielen Jahren sind zahlreiche Smart Home-Initiativen in Deutschland parallel aktiv. Bisherige Strategien zur Einführung von Smart Homes waren wenig erfolgreich. Ein gemeinsam abgestimmtes Lastenheft für ein wirtschaftlich attraktives Smart Home oder gar eine Strategie, um dem Smart Home-Markt in Deutschland zum Durchbruch zu verhelfen und ihn international wettbewerbsfähig zu machen, fehlt bislang. Ein gemeinsames Netzwerk „Smart Home Deutschland“ könnte die Initiativen im Sinne einer strategischen Allianz bündeln. Die Notwendigkeit dazu wird von allen relevanten Akteuren gesehen. Die Umsetzung setzt jedoch ein abgestimmtes Engagement wichtiger Fachverbände wie BITKOM, VDE, ZVEI, ZVEH oder DGBMT und auch der Politik voraus.

Für die Umsetzung von Smart Home-Konzepten in Deutschland bedarf es Demonstrationen in größerem Maßstab. Größenordnungen von z. B. 1.000 Wohneinheiten und mehr werden als sinnvoll erachtet, um einerseits das Engagement von wichtigen Akteuren wie Energieversorgern, Kommunikations-

providern und Dienstleistern zu befördern und um andererseits realitätsnahe Rückschlüsse zu Machbarkeit, Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit ziehen zu können.

Die Einführung von Smart Metern durch die Energieversorger ist als eine realistische Möglichkeit zu sehen, die Einführung von Smart Home-Diensten erheblich zu beschleunigen. Dies setzt aber voraus, dass die Geräte über geeignete, einheitliche Schnittstellen verfügen. Zurzeit besteht die Gefahr, dass Smart Meter mit minimaler Funktionalität oder regionale Lösungen eine Nutzung dieser Geräte über die unmittelbare Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs hinaus blockieren.

**Wir empfehlen daher, eine Vernetzung der zentralen Akteure aus Industrie, Energie- und Medienwirtschaft, Wohnungswirtschaft, Handwerk, Forschung und Fachverbänden zu initiieren. Ziel sollte es sein, die Prioritäten in der Behandlung bestehender Innovationsbarrieren zu diskutieren und Strategien für ein gemeinsames Vorgehen zu formulieren.**

**Denkbar wäre ferner die Durchführung eines Wettbewerbs zum Aufbau von Modellregionen, in denen unter Beteiligung der o.g. Akteure Projekte gefördert werden, die dem Ziel des Nachweises von technischer Machbarkeit, Nutzen für die Endkunden und der Wirtschaftlichkeit dienen und Multiplikatoreffekte auslösen können. Den Schwerpunkt sollte die Systemintegration mit Blickrichtung auf hohe Energieeffizienz, technische Sicherheit (safety), Einbindung von IuK-Technologien und Datensicherheit (security und privacy) bilden.**

**Ein anstehender und wichtiger Schritt auf dem Weg ist dabei die Entwicklung eines zumindest nationalen Standards für Smart Meter.**

Zu erwartender Nutzen:

Die Maßnahmen sollen bewirken, dass Angebote für Smart Home-Anwendungen entstehen, die eine sich selbst tragende Nachfrage in einem Markt generieren, der von nahezu allen Experten trotz der bisher eher enttäuschenden Entwicklung weiterhin als Zukunftsmarkt gesehen wird.

### 4.3 Servicerobotik

Zentrale Befunde:

Servicerobotik, die als Folge ihrer Alltagstauglichkeit in vielen Anwendungsfeldern außerhalb der Industrierobotik innovative Prozesse und Dienstleistungen ermöglichen kann, steht heute in Deutschland noch am Anfang einer sich ausweitenden Entwicklung. Weithin sichtbare Servicerobotiksysteme bleiben bisher auf wenige Anwendungen, wie Floorcleaner, Reinigungsroboter, Wachroboter und einige Spieleroboter beschränkt. Eine breite Diffusion der Servicerobotik in die kommerziellen Bereiche Handwerk, Industrie und Dienstleistung ist noch nicht sichtbar. Zwischen Systemanbietern und Zulieferern bestehen noch keine etablierten Wertschöpfungsketten, um die Entwicklung gemeinsam nachhaltig vorantreiben zu können.

Trotzdem ist unter den in Deutschland im Bereich der Servicerobotik wirkenden Akteuren aus Forschung, Technik und Industrie hinsichtlich zukünftiger Marktchancen Optimismus festzustellen. Es wird erwartet, dass in Deutschland – anders als etwa in Asien – die Diffusion der Servicerobotik über den Weg neuester, für die Servicerobotik adaptierbarer Entwicklungen aus der Industrierobotik stattfinden wird. In Deutschland bestehen aufgrund der technologischen Kompetenzen und großen Erfahrungen aus der Industrieautomatisierung sehr gute Voraussetzungen für ein nachhaltiges Wachstum der Servicerobotik. Um die sich abzeichnende Entwicklung durch die richtigen Impulse beschleunigt voran zu treiben, fehlt es jedoch noch an einer abgestimmten Strategie und darauf aufbauender geeigneter Maßnahmen.

**Wir empfehlen daher die Entwicklung eines Strategieplanes zum zentralen Thema „Servicerobotik“, mit dem folgende Ziele erreicht werden sollen:**

- **Entwicklung von attraktiven Szenarien und überzeugenden Darstellungen wirtschaftlicher Anwendungen zur Überwindung von Motivationsproblemen bei potenziellen Anwendern (private Endkunden und insbesondere auch kleine und mittelständische Unternehmen).**
- **Bewusstseinsbildung über Einsatz und Nutzen der Servicerobotik bei den Entscheidern auf der Seite potenzieller Kunden.**
- **Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit über die Vorteile einer breiten Anwendung von Servicerobotik, die bereits in der Schulbildung beginnt.**
- **Etablierung einer vernetzten, technisch-wissenschaftlich befähigten Zulieferindustrie.**
- **Schließung der bestehenden Lücke zwischen Industrie und Forschung im Verständnis der Servicerobotik hinsichtlich wirtschaftlich nutzbarer Anwendungen sowie Intensivierung der Forschung zu wichtigen Themengebieten der Servicerobotik, wie Intelligenz, Lernfähigkeit und Autonomie.**
- **Die Etablierung eines permanenten Prozesses zur Behandlung offener ethischer, rechtlicher, gesellschaftlicher und sozialer Fragen.**
- **Die Etablierung von verlässlichen Sicherheitsstandards beim Einsatz der Servicerobotik im privaten und häuslichen Umfeld, sowie bei allen Anwendungen, bei denen Menschen gefährdet oder verletzt werden können.**
- **Förderung des Einsatzes der Servicerobotik in Anwendungsfeldern, die den Nutzen besonders deutlich werden lassen wie z. B. als Co-Worker im Handwerk.**

Zu erwartender Nutzen:

Die Umsetzung der vorgenannten Ziele im Rahmen eines Masterplans soll dazu beitragen, die tatsächlich gute Ausgangsbasis für die deutsche Industrie im Bereich der Servicerobotik für eine nachhaltige Marktentwicklung nutzbar zu machen. Die Schaffung einer dazu erforderlichen eng vernetzten Zulieferindustrie und eine Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen der industriellen Entwicklung und der öffentlichen Forschung stehen dabei im Vordergrund. Hierdurch kann in Deutschland die Erhöhung der Wertschöpfung im Großen wie im Kleinen gestärkt werden, der Einsatz von Robotik und Servicerobotik in seiner Gesamtheit die individuelle Situation der Arbeitswelt günstig beeinflussen und nicht zuletzt generell eine international größere Unabhängigkeit erreicht werden. Die Servicerobotik muss in Deutschland „hoffähig“ gemacht werden.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen soll auch eine Transformierbarkeit von Entwicklungen und Erfahrungen im Kontext des komplexen Systems Serviceroboter (vernetzte Sensorik, Autonomie und Kognition, ethisch-rechtliche Herausforderungen) auf zahlreiche andere Anwendungsfelder erreicht werden.

#### **4.4 Maschinenbau/Automatisierung**

Zentrale Befunde:

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau wird auch über 2015 hinaus führend auf dem Weltmarkt sein. Die Zukunftsvision im Maschinenbau bis 2025 umfasst eine intelligente, weitgehend selbstorganisierende, digitale Fabrik. Simulationsmöglichkeiten zur Optimierung oder Modifikation der tatsächlichen Produktionswelt bieten eine schnellere, zuverlässigere Planung der Fertigungseinrichtungen und eine Verkürzung der Prozesse zum Anlauf der Serienproduktion für kleine Losgrößen.

Bei den KMU der Branche ist jedoch die Etablierung von moderner Simulationssoftware und IuK-Technologien zur Modellierung einer vollständigen, virtuellen Fabrik noch in der Anfangsphase. Hoher Investitions- und Migrationsaufwand sowie Verfügbarkeit bzw. Kosten von Engineering-Know-how stellen wesentliche Barrieren dar. So fehlen beispielsweise modulare Anwendungsszenarien mit Prozess- und Schnittstellenbetrachtungen sowie nachvollziehbare Rentabilitätsrechnungen.

Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, die einen Übergang vom „reinen Maschinenhersteller“ hin zum „Lieferanten und Dienstleister für ganzheitliche System- und Wissensunterstützung über den Produktlebenszyklus“ bewirken und langfristig die Weltmarktposition sichern können, ist von hoher strategischer Bedeutung, spiegelt sich aber derzeit nicht in entsprechender Weise in den realen Unternehmensumsätzen wider.

Die Umsetzung der digitalen Fabrik zur Sicherung der Zukunftschancen im deutschen Maschinenbau setzt neben der allgemeinen Verfügbarkeit hoch qualifizierter Arbeitskräfte auch die Ausrichtung von Berufsbildern auf die besonderen Anforderungen der von IuK-Technologien durchdrungenen Maschinenbaubranche voraus, wie etwa Industrieinformatikern.

**Die verschiedenen Branchenverbänden sollten, ggf. mit Unterstützung durch die Bundesregierung, eine Strategie zu entwickeln, die dazu führt, dass die branchenübergreifende Entwicklung von Geschäftsmodellen und Netzwerken auf den Weg gebracht wird. Eine bessere Verbandsunterstützung soll dazu beitragen, dass solche Entwicklungen nicht an den Grenzen der klassischen Verbandsinteressen, wie etwa des VDMA, des ZVEI oder des BITKOM enden.**

**Angeregt wird darüber hinaus, erfolgreiche Modelle digitaler Fabriken – insbesondere bei KMU – zu publizieren und den Einsatz moderner Simulationssoftware in KMU in Form von Pilotprojekten zu erproben. Die Modelle sollten skalierbar, modular und mit angemessenem Aufwand für KMU produktiv nutzbar bzw. wartbar sein.**

**Notwendig ist auch, gemeinsam mit den Sozialpartnern sowohl im Bereich der gewerblichen Ausbildungsgänge als auch in der Hochschulbildung die Schaffung von Ausbildungsgängen zu initiieren, die noch deutlicher die klassischen Anforderungen des Maschinenbaus mit denen der IuK-Technologien vereinen.**

Zu erwartender Nutzen:

Die Maßnahmen sollen bewirken, dass die mittelständisch geprägte Struktur des deutschen Maschinenbaus den Wandel zur digitalen Fabrik und damit verbundenen neuen Geschäftsmodellen beherrschen kann und damit die bestehende führende Weltmarktposition in diesem Bereich behaupten kann.

## 4.5 Interaktive Medien

Zentrale Befunde:

Die Verlagerung von großen Teilen des klassischen Medienkonsums in Internetanwendungen bleibt ein stetiger Trend und wird sich auch in Zukunft weiter fortsetzen.

Die zunehmende Verfügbarkeit mobiler, intuitiv bedienbarer und internetfähiger Geräte sowie die nahezu ortsunabhängige Verfügbarkeit von Internetzugängen zu akzeptierten Preisen wird zu einer deutlichen Veränderung von Angeboten und Nutzerverhalten führen. Augmented Reality-Anwendungen und zielgerichtete, personalisierte Werbung werden ein starkes Marktwachstum erfahren. Das Nutzerverhalten wird sich dahin gehend ändern, dass es vornehmlich nicht mehr um den „Besitz“ von Content, sondern um den zeitnahen und stets Aktualität gewährleistenden Zugriff darauf geht.

**Zu prüfen ist im Rahmen der Technologiepolitik, wie in der Forschung speziell die Entwicklung von mediengestützten Dienstleistungen, die Funktionalität, Design und Inhalt miteinander vereinen, insbesondere im Bereich der Kultur- und Kreativwirtschaft, gefördert werden kann. Darüber hinaus sollten beispielsweise im Rahmen des Gründerwettbewerb IKT-Innovativ Start-ups stimuliert werden.**

**Die Voraussetzungen für Datensicherheit und die Sicherheit von Geschäftsabläufen über das Internet sollten in einem ständigen Prozess weiter entwickelt werden.**

Zu erwartender Nutzen:

Viele klassische Medienanbieter, wie etwa die Verlage, sehen in der neuen Generation von mobilen, leicht zu bedienenden Endgeräten eine Chance, ihre Wettbewerbsposition weiter zu erhalten und neue Marktpotenziale zu erschließen. Die Maßnahmen sollen dazu beitragen, dass Dienstleistungsinnovationen im Medienbereich, für die in Deutschland ein hoher Bedarf besteht, erleichtert werden.

## 4.6 Energie

Zentrale Befunde:

Das deutsche Stromnetz ist auf die weiter zunehmende Einspeisung von fluktuierenden erneuerbaren Energien nur unzureichend ausgerichtet. Der Einsatz von IKT-basierten Konzepten kann dazu beitragen, diese Probleme unter weitgehender Vermeidung eines Ausbaus teurer Infrastrukturen zu lösen. Die beabsichtigte Einführung von Smart Metering als Gateway in das Hausnetz würde bei den Stromabnehmern eine bedarfsgerechte Feinsteuerung der Lastprofile im Netz erlauben.

**Wichtige Priorität der Wirtschafts-, Energie und Technologiepolitik sollte es sein, die flächendeckende Einführung von Smart Metern aktiv zu fördern und durch das Hinwirken auf offene Standards die Smart Meter als Enabler für weitere Entwicklungen, wie etwa beim Smart Home, nutzbar zu machen.**

**Angesichts der bereits bestehenden öffentlichen Debatte über den Nutzen von Smart Metern bedarf es einer breit angelegten Aufklärungsaktion unter Einbeziehung aller Beteiligten, um ein breites Bewusstsein über deren Vorteile in der Bevölkerung zu erreichen.**

Zu erwartender Nutzen:

Mit einer schnellen und flächendeckenden Einführung von Smart Metern werden nicht nur die Bemühungen der Bundesregierung zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien flankiert, sondern weitere Innovationen im Bereich der Kommunikationsinfrastruktur in Haushalten (Smart Home) unterstützt.

## 4.7 Future Internet

Zentrale Befunde:

Obwohl hinreichend bekannt ist, dass in absehbarer Zeit keine IPv4-Adressen mehr verfügbar sein werden, ist der Druck bei der Einführung von IPv6 noch gering. Die vorhandenen Umgehungsstrategien (virtuelle Adressen) sind längerfristig keine tragfähige Lösung, insbesondere, wenn das Internet der Dinge weiter entwickelt wird.

Die Netzneutralität erweist sich als gesellschaftspolitisches Kernthema bei der Entwicklung eines Future Internet. Hier bestehen erhebliche Interessenskonflikte der unterschiedlichen Teilnehmer in der Wertschöpfungskette und privaten Nutzern. Es besteht ein großes Konfliktpotenzial, bisher gibt es aber keine regulierenden Ansätze.

Die Entwicklung einer flächendeckenden Breitbandinfrastruktur ist insbesondere im ländlichen Raum noch nicht befriedigend. Es fehlen Investitionsanreize für die Wirtschaft.

**Insgesamt kommt es darauf an, eine Strategie zur Einführung von IPv6 zu entwickeln und erforderlichenfalls Anreize zur Umsetzung zu schaffen.**

**Die konfliktbehafteten Standpunkte zum Thema Netzneutralität sollten sorgfältig analysiert werden, um daraus Regulierungsbedarfe erkennen zu können.**

**Zu erwägen sind darüber hinaus Leuchtturmprojekte, mit denen die Zusammenarbeit von Unternehmen unterschiedlicher Branchen zu innovativen Lösungen im Future Internet, etwa im Bereich eHealth, Energie oder Mobilität verstärkt wird.**

Zu erwartender Nutzen:

Mit einer Einführung von IPv6 könnten erhebliche Vorteile bei der Etablierung neuer datenintensiver Dienste, Sicherheit, Qualität der Dienste und Effizienz verbunden sein.

Eine flächendeckende Breitbandinfrastruktur wird als einer der wichtigsten Treiber einer neuen Future Internet Infrastruktur angesehen und gleichzeitig als Voraussetzung für neue Dienstleistungen. Mit den Maßnahmen soll erreicht werden, dass Deutschland nicht gegenüber Japan, den USA und anderen europäischen Nationen Wettbewerbsnachteile erfährt.

## **4.8 Logistik/Internet der Dinge**

Zentrale Befunde:

Zurzeit findet ein Übergang vom Einsatz der Identifikationstechnik RFID bei „passiven“ Objekten hin zur Verwirklichung des Internet der Dinge statt. In dieser Technologievision übernehmen die „intelligenten Objekte“ selbst aktiv Aufgaben der Informationsverarbeitung, Kommunikation und der (Selbst-) Steuerung in einem umfassenden Netzwerk.

Diese Entwicklung wird noch wesentlich von logistischen Anwendungen in Handel und Konsumgüterindustrie getrieben. Das technische Leitbild des Internet der Dinge gewinnt aber auch in anderen Branchen, etwa der Energiewirtschaft und in industriellen Prozessen, zunehmend an Bedeutung.

In Deutschland bestehen sehr gute Voraussetzungen für die Ausarbeitung und Umsetzung des Internet der Dinge. Sowohl in der Forschung als auch bei der Technologieentwicklung und den Anwendungen gibt es starke Akteure. Allerdings bewegen sich deutsche Forschungseinrichtungen und Technologieanbieter in einem starken internationalen Wettbewerb. Insbesondere in den USA, in Japan und Südkorea investiert die öffentliche Hand erhebliche Mittel in das Internet der Dinge oder vergleichbare Konzepte einer vernetzten Lebens- und Arbeitswelt. Die politische Debatte zur Schaffung der notwendigen Rahmenbedingungen für ein zukünftiges Internet der Dinge wird in Europa insbesondere durch die Europäische Kommission und zunehmend auch durch das Europäische Parlament vorangetrieben.

### **Zielgerichtete Forschungsförderung zur Beseitigung bestehender technologischer Barrieren bei der Entwicklung**

- **leistungsfähiger, energieeffizienter Ad-hoc-Funknetzwerke,**
- **dezentraler Steuerungsarchitekturen,**
- **semantischer Systeme und**
- **verteilter und energieeffizienter IT-Sicherheitsalgorithmen und -systeme**

**ist zu bedenken.**

**Darüber hinaus gilt es, sich aktiv in die auf europäischer Ebene laufenden Diskussionen zum Datenschutz und zu Betreibermodellen für ein Internet der Dinge einzuschalten, um die Interessen der deutschen Wirtschaft in diesen Prozessen angemessen einbringen zu können.**

Zu erwartender Nutzen:

Für deutsche IKT-Unternehmen bestehen gute Chancen, sich im gerade entstehenden Markt des Internet der Dinge zu etablieren. Für zentrale deutsche Anwenderbranchen – Handel, Konsumgüterindustrie, Logistik, Automobilbau, Energiewirtschaft – eröffnen sich mit dem Internet der Dinge Möglich-

keiten zur Produktivitätssteigerung durch Neugestaltung und Optimierung ihrer Prozesse und zur Erweiterung ihres Produkt- und Dienstleistungsportfolios. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Forschungsförderung unterstützen die deutsche Wirtschaft bei der Nutzung der vorgenannten Potenziale.

Die aktive Beteiligung an der politischen Debatte auf europäischer Ebene sorgt dafür, dass etablierte Prinzipien der Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik bei Aspekten des Datenschutzes, der Governance und der fairen Wettbewerbsordnung auch im Internet der Dinge gewahrt werden.

## 4.9 Mobilität

Zentrale Befunde:

Die bislang noch verbreitete emotionale Bindung der jungen Generation an das Auto lässt bereits jetzt merklich nach. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen und mit einer Zunahme der Verkehrsdichte einhergehen. Gleichzeitig trägt die demografische Entwicklung dazu bei, dass das Durchschnittsalter der Teilnehmer am Straßenverkehr steigt und zwar sowohl auf der Seite der Autofahrer, wie auch auf der Seite der Fußgänger bzw. Radfahrer. Daraus entstehen neue Unfallrisiken.

Die im Nationalen Entwicklungsplan angestrebte Entwicklung der Elektromobilität forciert die Nachfrage nach innovativen, intermodalen Verkehrskonzepten. Allerdings sind die OEM bei der Entwicklung von Fahrzeugen eher zurückhaltend, da der politische Wille offenbar in der Bevölkerung nicht so aufgenommen wird, dass daraus schon Kaufinteresse entsteht.

Die IKT ist Schlüsseltechnologie für nahezu alle Bereiche der Mobilität. Aufgrund ihrer kurzen Entwicklungs- und unterschiedlichen Lebenszyklen koppeln sich die Entwicklungen neuer Fahrzeuge und der IKT-gestützten Komponenten zunehmend voneinander ab.

**Diskutiert werden sollten in Abhängigkeit vom Ausbau der Elektromobilität in Deutschland, inwieweit Kaufanreizsysteme für Elektrofahrzeuge zur Belebung der Nachfrage und zur Erreichung der Zielvorgaben des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität beitragen könnten.**

**Es könnte förderlich sein, bei Fahrzeugbeschaffungen der öffentlichen Hand durch den Erwerb von Elektrofahrzeugen, wo dies möglich ist, die Sinnhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Technologien zu demonstrieren.**

**Vorrangig aus technologiepolitischer Sicht sind auch Forschungsaktivitäten bei Fahrerassistenzsystemen verstärkt auf die Entwicklung von ad-hoc Car-to-X Netzen legen, die einen Datenaustausch in Echtzeit ermöglichen. Daraus können dann Anwendungen entstehen, die geeignet sind, sowohl Probleme der weiter zunehmenden Verkehrsdichte zu lösen, als auch besonders auf den Schutz vor Unfällen mit schwächeren Verkehrsteilnehmern, wie Fußgänger und Radfahrer zu fokussieren.**

**Dazu gehört auch, die notwendigen Voraussetzungen zur Gewährleistung der Sicherheit IuK-gestützter Verkehrsinfrastrukturen zu schaffen.**

**Bedenkenswert ist auch die Entwicklung von sicheren, transparenten und standardisierten Zugangs- und Abrechnungsverfahren bei der Nutzung intermodaler Verkehrsangebote.**

Zu erwartender Nutzen:

IKT-basierte Sicherheitskonzepte im Verkehrswesen werden zur weiteren Verminderung von Personen- und Sachschäden beitragen.

Die Schaffung einer intermodalen Verkehrsinfrastruktur ist für die deutsche Volkswirtschaft von großer Bedeutung. Die Maßnahmen sollen dazu beitragen, solche Infrastrukturen auch bei einer steigenden Zahl von Anbietern von Verkehrsleistungen und sehr unterschiedlichen Geschäftsmodellen der einzelnen Angebote erfolgreich umzusetzen.

## 4.10 Gesundheit & Lifestyle

Zentrale Befunde:

Nicht nur im ersten, sondern besonders im zweiten Gesundheitsmarkt bestehen große Potenziale, durch Einsatz von IuK-Technologien attraktive Angebote zur Verbesserung der individuellen Gesundheit, auch im Hinblick auf die Herausforderungen des demografischen Wandels, zu schaffen. Schon jetzt verschwimmen die Grenzen zwischen Life Style, Wellness, Fitness und Prävention. Innovative technische Lösungen, die über Fitnessanwendungen bis in die Medizin und Gesundheitsdienstleistungen branchen- und Sektor übergreifend entstehen, werden den Bürgerinnen und Bürgern ein aktiveres und damit gesünderes Leben erlauben.

Solche Lösungen setzen neue Wertschöpfungsnetze und Geschäftsmodelle voraus, die derzeit nicht in ausreichendem Maße existieren. Dabei ist vonseiten der Industrie ein existenzieller Bedarf an der Schaffung leistungsfähiger Netzwerke und neuartiger Modelle zu beobachten.

Die zu entwickelnden technischen Systeme sind in besonderem Maße von der Interoperabilität abhängig und stoßen auf nichttechnische Innovationsbarrieren, wie etwa Fragen der Akzeptanz, des Datenschutzes und der Haftung.

**Vielversprechend könnte eine Förderung technologischer Entwicklungen für innovative Produkte und Dienstleistungen im zweiten Gesundheitsmarkt mit dem vorrangigen Ziel sein, mittelfristig Lösungen zur Augmented Fitness und zum mobilen Gesundheitsbegleiter in den Markt zu bringen.**

**Um dieses Ziel zu erreichen, müssen unter Beteiligung aller relevanter Akteure neue, tragfähige Finanzierungs- und Geschäftsmodelle für branchenübergreifende Lösungen und Strategien zum Abbau nichttechnologischer Innovationsbarrieren entwickelt werden.**

Zu erwartender Nutzen:

Die Maßnahmen leisten einen Beitrag zur Entwicklung international konkurrenzfähiger Produkte und Dienstleistungen im europaweit stark wachsenden zweiten Gesundheitsmarkt. Die individuelle Fitness und die Gesundheit der Menschen gerade auch im Hinblick auf eine zu erwartende steigende Lebensarbeitszeit und Lebenserwartung stehen im Mittelpunkt dieser Entwicklung.

## 4.11 IKT-Sicherheit

Zentrale Befunde:

Die Zahl der Schwachstellen in IKT-Systemen im Hinblick auf mögliche Sicherheitsangriffe nimmt auch durch neuere Hard- und Softwareentwicklungen nicht ab. Die Konvergenz der elektronischen Medien führt im Gegenteil dazu, dass Produkte oder Prozesse die Sicherheitsrisiken der jeweils zusammgeführten Komponenten „erben“, möglicherweise intransparenter und komplexer werden.

Die steigende Nutzung mobiler Internetzugänge verschärft die Sicherheitsproblematik, weil sich in ständig wechselnden Datennetzen nur schwer lückenlos wirkende Schutzschilde implementieren lassen. Die Anwender selbst werden zu einer zusätzlichen Schwachstelle.

In sicherheitsrelevanten Anwendungen werden häufig Embedded Systems eingesetzt, bei denen durch Software-Fehler oder Fehlkonfigurationen kostspielige Systemausfälle entstehen können bzw. menschliches Leben gefährdet werden kann. Diese Systeme haben heute einen Entwicklungsstand erreicht, in der sie über implementierte Schnittstellen und wegen ihrer Programmierbarkeit angreifbar werden. IKT-Sicherheit wird verstärkt in diese Embedded Systems technologisch integriert werden müssen.

Mit den wachsenden Funktionalitäten von Embedded Systems sowie bei der Nutzung mobiler Netze sind sichere Verfahren der Identifizierung und Authentifizierung erforderlich, die zurzeit noch nicht durchgängig zur Verfügung stehen. Diese Verfahren müssen auch im Sinne des Datenschutzes ermöglichen, dass die Endnutzer ihre eigenen „Spuren“ und Identitäten, wie z. B. Nutzungsverläufe und Passworte, verwalten können.

Lösungen für Sicherheitsfragen in IKT-Systemen sowie in IKT-abhängigen Infrastrukturen lassen sich nur partnerschaftlich zwischen den handelnden Akteuren, die durch öffentliche Hand flankiert werden, entwickeln.

**Es kommt zukünftig darauf an, die Entwicklung eines umfassenden und sicheren Identitäts- und Authentifizierungsmanagements für Menschen und Objekte weiter voranzutreiben und dabei Datenschutzaspekte besonders zu berücksichtigen.**

**Im Rahmen der Technologiepolitik sollte die Forschungsförderung auf die Entwicklung von Produkten und Prozessen mit einer built-in IKT-Sicherheit fokussiert werden. Dazu gehört beispielsweise die Integration von IKT-Sicherheit in Embedded Systems in den Bereichen Versorgung (Gas, Wasser, Strom...), Verkehr und Logistik sowie – zum Schutz geistigen Eigentums und der Privatsphäre – in Konsumgütern und Medienangeboten.**

**In Betracht kommt auch die Errichtung von Demonstratoren, mit denen in ausgewählten Anwendungsbereichen mit kritischen Infrastrukturen neuartige Ansätze für IKT-Sicherheit in Zusammenarbeit zwischen den Akteuren der Wertschöpfungsketten und der öffentlichen Hand implementiert werden.**

Zu erwartender Nutzen:

Mit den Maßnahmen kann sowohl ein deutlicher Beitrag zur Erhöhung der IKT-Sicherheit in Deutschland geleistet werden, als auch die Entwicklungschancen der deutschen IKT-Sicherheitswirtschaft auf internationalen Märkten gesteigert werden.

## 5 Ausblick

Am Ende dieser Studie sollen zwei zentrale Trends besonders herausgestellt werden. Diese sehen wir zum Einen in der Zunahme von Assistenzsystemen, die dem Menschen in vielen Arbeits- und Lebensbereichen nützen werden. So z. B. durch Servicefunktionen im häuslichen Umfeld, durch robotische Co-Worker in der Arbeitswelt oder durch unterstützende Funktionen im Fahrzeug, die weit über die bereits heute existierende Einparkhilfe hinausgehen. Zum Anderen spielt die Performanz der Infrastruktur zur Realisierung von intelligenter Automatisierung, Telepräsenz sowie von adaptiven und smarten Systemen eine entscheidende Rolle, um wirtschaftliche Durchbrüche erzielen zu können. Daher kommen Entwicklungen des Future Internets und des Internets der Dinge herausragende Rollen zu.

Aus den betrachteten Entwicklungen leitet sich eine neue Qualität der Mensch-Technik-Beziehung ab. In diesen wird der Mensch auch künftig im Mittelpunkt stehen und über den Grad der Autonomie oder den Umfang der Nutzung von technischen Assistenzfunktionen entscheiden. Allerdings werden Entwicklungen zu semantischen Technologien, in der Agententechnologie, bei physikalischen Avataren oder auch in der sozialen Robotik kognitive Fähigkeiten technischer Artefakte befördern, sodass die Mensch-Technik-Kooperation nicht mehr nur eine reine Mensch-Maschine-Interface-Thematik sein wird.

Festgehalten werden soll weiterhin: Der Trend bei der Entwicklung konvergenter IKT hat sich gegenüber der ersten Betrachtung (siehe Studie 2003/2004) weiter verstetigt, wird weiter zunehmen und durchdringt dabei nahezu alle Wirtschaftszweige.

Dies führt in Aushandlungs- und Durchführungsprozessen zu technologie- bzw. innovationspolitischen Strategien oder Roadmaps:

- Zur Zunahme der Komplexität aufgrund multidisziplinärer Forschungsfragen (unter Einschluss rechts- und sozialwissenschaftlicher Kompetenzen)
- Zu Herausforderungen bei der Koordination/Synchronisierung von zeitlichen Abläufen verzahnter Innovationsprozesse (Unterschiede in Innovationszyklen zwischen Systemplattform z. B. Fahrzeug/Haus und darin enthaltenen funktions- und leistungsbestimmenden Komponenten z. B. Infotainment/Haustechnik)
- Zur Notwendigkeit der Neuentwicklung branchenübergreifender Wertschöpfungsnetzwerke und Geschäftsmodelle
- Zu Schwierigkeiten bei der Überwindung kultureller Unterschiede in neuen Stakeholderkonstellationen (Beispiel EVU und Automobilindustrie im Zusammenhang mit Elektromobilität)
- Zum Erfordernis, Kompromisse bei supranationalen Abstimmungsprozessen einzugehen oder aber zumindest Optionen für nationale Eigenheiten/Eigenständigkeit freizuhalten. So ist beispielsweise das Thema Smart Grid für Frankreich bei der Debatte um Ladestrategien im Kontext der Elektromobilität nicht prioritär, da durch die Fokussierung auf Atomenergie im Gegensatz zur deutschen Politik die Automobile als Teil eines intelligenten Lastmanagements durch smarte Infrastrukturen nicht erforderlich sind.

Diese Begleiterscheinungen stellen an den Staat als Initiator oder Moderator solcher wirtschafts- und technologiepolitischer Prozesse neue Anforderungen im Bereich Governance. Die Eindeutigkeit hinsichtlich der Adressierbarkeit von Klienten des Staates zur gemeinsamen Gestaltung von Innovationspolitik ist schon lange nicht mehr gewährleistet und erfährt mit der Konvergenz der Technologieentwicklungen eine weiter zunehmende Unschärfe. Zum Ausdruck kommt dies in den thematischen Weiterungen, die die Verbände mehr und mehr vornehmen. So nimmt sich der BITKOM in Arbeitskreisen zunehmend der Anwendungsthemen für seine Querschnittsthematik IKT an, während gleichzeitig Verbände, die die Anwenderunternehmen vertreten, wie z. B. der VDMA, sich in Arbeitskreisen mit IKT im Maschinen- und Anlagenbau befassen. Die ganzheitliche Nutzung der technischen und wirtschaftlichen Potenziale durch die Konvergenz der elektronischen Medien kann aber nur durch ent-

sprechende transdisziplinäre Kompetenzen aufseiten aller Stakeholder gewährleistet werden. Für viele der in den Themenfeldern skizzierten Innovationsprozesse sind die Geschwindigkeit von Abstimmungsprozessen zwischen den Stakeholdern, das Erreichen einer kritischen Zahl von Akteuren in den Wertschöpfungsketten und ökonomische Netzeffekte von hoher Bedeutung. Dies sollte über ein starkes Commitment von Wirtschaft und Forschung befördert und durch eindeutige Zuständigkeiten sowohl bei Verbänden als auch aufseiten der öffentlichen Hand möglichst effizient unterstützt werden.

Trotz der skizzierten Herausforderungen zeigt die Betrachtung der zehn Innovationsfelder dieser Studie, dass die Konvergenz der elektronischen Medien in vielen Fällen ein hohes technisches und wirtschaftliches Potenzial besitzt, das zu vernachlässigen sich ein Industriestandort Bundesrepublik Deutschland nicht leisten darf.