

**Informations- und Kommunikationstechnologien
als Treiber für die Konvergenz
Intelligenter Infrastrukturen und Netze –
Analyse des FuE-Bedarfs**

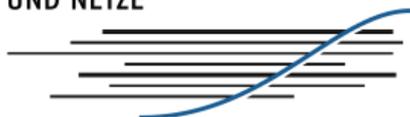
**Studie im Auftrag des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie**

Projekt-Nr. 39/13

- Schlussbericht -



**FORSCHUNGSVERBUND
INTELLIGENTE INFRASTRUKTUREN
UND NETZE**



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Projekt	9
Einführung	
1 Ausgangssituation, Zielsetzung und Struktur der Studie.....	11
1.1 Bedeutung Intelligenter Netze und Dienste.....	11
1.2 Zielsetzung der Studie	11
1.3 Konzeption und Gliederung der Studie	12
Ergebnisse: Definition, FuE-Bedarf und Handlungsempfehlungen	
2 Definition und dynamische Betrachtung von Intelligenen Netzen und Diensten.....	16
2.1 Stand der Forschung und Literaturübersicht	16
2.2 Evolutionäres Verständnis von Intelligenen Netzen und Diensten	19
2.3 IN-Framework und IN-Potenzialraum.....	19
2.3.1 Notwendigkeit, Anforderungen und Merkmale der Konzepte.....	19
2.3.2 IN-Framework und Forschungsfelder	19
2.3.3 IN-Potenzialraum und Evolutionsstufen.....	22
3 Forschungs- und Entwicklungsbedarf.....	25
3.1 Vertikale und horizontale technische Konvergenz ermöglichen.....	26
3.1.1 FuE-Thema 1: Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln.....	26
3.1.2 FuE-Thema 2: Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien für Intelligente Netze und Infrastrukturen nutzbar machen	29
3.1.3 FuE-Thema 3: Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von Software Defined Networking (SDN) und Netzwerkvirtualisierung entwickeln.....	32
3.1.4 FuE-Thema 4: System-Software-Architekturen für große Versorgungsinfrastrukturen vor dem Hintergrund der Potenziale durch die IuK-induzierte Evolution des System-, Daten- und Prozessmanagements in und um Versorgungssysteme weiterentwickeln	34
3.1.5 FuE-Thema 5: Übergreifende Konzeptionen zur Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle erarbeiten und exemplarisch zum Einsatz bringen	37
3.1.6 FuE-Thema 6: Bereichsspezifische und übergreifende Referenzarchitekturen erstellen und hinsichtlich Konvergenz auslegen	40
3.1.7 FuE-Thema 7: Geeignete Datenmanagementsysteme entwickeln und deren Anforderungen erarbeiten	42
3.1.8 FuE-Thema 8: Übergreifende und durchgehend drahtlose Vernetzung erforschen	44
3.1.9 FuE-Thema 9: Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenzfunktionen in den Verbundnetzen und Strategien des Intelligenzmanagements und der Intelligenzverteilung erarbeiten	46
3.1.10 FuE-Thema 10: Querschnittsfunktionalitäten in Intelligenen Netzen identifizieren, konzipieren, modellieren und bewerten	49
3.1.11 FuE-Thema 11: Notwendige Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren definieren und bewerten	51
3.1.12 FuE-Thema 12: Gesamtsystemische Resilienz Intelligenter Netze entwickeln	53
3.2 Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO-Analyse entwickeln und bewerten.....	55

3.2.1	FuE-Thema 13: Veränderungen in Finanzierungs- und Betreibermodellen für den Infrastrukturausbau ermitteln und analysieren	56
3.2.2	FuE-Thema 14: Grundlegende Änderungen für Infrastruktur Planungs- und Ausbaumethoden für Intelligente Netze durch den IuK-Einsatz identifizieren.....	57
3.2.3	FuE-Thema 15: Evolutions- und Migrationsstrategien für Legacyinfrastrukturen und -systeme entwickeln.....	59
3.2.4	FuE-Thema 16: Den IuK-induzierten Wandel des Unternehmensverständnisses, der Organisation und der Prozesse der Infrastrukturbetreiber untersuchen	61
3.3	Ökonomische Potenziale erschließen	62
3.3.1	FuE-Thema 17: Intelligenzlücken systematisch identifizieren und Konzepte zu deren Schließung entwickeln	62
3.3.2	FuE-Thema 18: Kooperative Rollen- und Geschäftsmodelle entwickeln	64
3.3.3	FuE-Thema 19: Eine bereichsspezifische und übergreifende „Infostructure“ entwerfen und entwickeln.....	67
3.3.4	FuE-Thema 20: Datenökonomie erforschen	68
3.3.5	FuE-Thema 21: Fortlaufend „White Spots“ identifizieren und KMUs strategisch einbinden	71
3.3.6	FuE-Thema 22: Internationalisierungsstrategien für systemische Intelligente Netze Lösungen entwerfen	73
3.3.7	FuE-Thema 23: Volkswirtschaftliche (Konvergenz- bzw. Synergie)Potenziale strukturiert ableiten	75
3.4	Ordnungsrahmen schaffen	77
3.4.1	FuE-Thema 24: Einheitliche, klare Definitionen allgemeiner und spezifischer kritischer Funktionalitäten erarbeiten	77
3.4.2	FuE-Thema 25: Relevanz von (Netz-)Neutralität in Intelligenzen Netzen analysieren.....	78
3.4.3	FuE-Thema 26: Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen analysieren und überprüfen	79
3.4.4	FuE-Thema 27: Veränderung bestehender Institutionen und Schaffung neuer Institutionen prüfen	81
3.4.5	FuE-Thema 28: Governancemodelle von Versorgungsinfrastrukturen und Netzen erforschen.....	82
3.4.6	FuE-Thema 29: Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und Rahmenbedingungen betrachten	84
3.4.7	FuE-Thema 30: Auswirkungen von Föderalismus auf politischer Ebene überprüfen	85
3.4.8	FuE-Thema 31: Zusammenhang zwischen Infrastruktur- und Technologiepolitik überprüfen	87
3.4.9	FuE-Thema 32: Rahmenbedingungen für Datenökonomie gestalten (Datability/New Deal on Data).....	88
3.5	Akzeptanz für Intelligente Netze in der Gesellschaft und bei jedem Individuum schaffen.....	90
3.5.1	FuE-Thema 33: Gesellschaftliche Konsequenzen von Intelligenzen Netzen erforschen und antizipieren	90
3.5.2	FuE-Thema 34: Akzeptanzfaktoren Intelligenter Netze erforschen	93
3.5.3	FuE-Thema 35: Neue Bildungsstrategien entwerfen und in existierendes Bildungswesen integrieren.....	94
4	Handlungsempfehlungen.....	97
4.1	Kategorisierung der Forschungs- und Entwicklungsthemen	97
4.2	Priorisierung der Forschungs- und Entwicklungsthemen	99
4.2.1	Übergreifende Priorisierung nach Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der Zielbilder	99
4.2.2	Priorisierung der FuE-Themen nach Komplexität, Zeit und Relevanz zur Realisierung der Zielbilder	100
4.2.3	Priorisierung der FuE-Themen nach Relevanz zur Realisierung der Zielbilder der jeweiligen Domänen	102
4.3	FuE-Roadmap und Aktionsplan	107

4.3.1	FuE-Roadmap	107
4.3.2	Aktionsplan.....	108
4.4	Evaluierungsrichtlinien	113
4.4.1	Evaluierung anhand von Kenngrößen	113
4.4.2	Plattform für systematisches Monitoring von Intelligente Netze Aktivitäten.....	114

Arbeitsmethodik: Analyse des FuE-Bedarfs

5 Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und

Entwicklungsthemen..... 115

5.1	Methodische Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von FuE-Themen	115
5.2	Identifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen	117
5.2.1	Induktive Vorgehensweise zur Generierung von FuE-Themen.....	117
5.2.2	Deduktive Vorgehensweise zur Ableitung von FuE-Themen	124
5.2.3	Ergebnis der induktiven und deduktiven Vorgehensweise.....	138
5.3	Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen	139
5.3.1	Ablauf und Erkenntnisse des MÜNCHNER KREIS Workshops	139
5.3.2	Qualifizierung der weiteren Forschungs- und Entwicklungsthemen.....	154

Anhang und Verzeichnisse

6 Anhang..... 156

6.1	FuE-Themenliste	156
6.2	MÜNCHNER KREIS Fachgespräch vom 18.02.2014 – Agenda	158
6.3	MÜNCHNER KREIS Fachgespräch vom 18.02.2014 – Qualitative Ergebnisauswertung.....	159
6.4	Induktiver Verdichtungsprozesses – Teilergebnisse	165
6.5	Deduktiver Verdichtungsprozesses – Teilergebnisse	168
6.6	MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Agenda	198
6.7	MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Teilergebnisse der Qualifizierung.....	199
6.8	MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Begründungen der FuE-Themenqualifizierung	212
6.9	MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Schriftliches Feedback der Teilnehmer	213
6.10	Bewertungsmatrix.....	215
6.11	Forschungslandkarte	216

Literaturverzeichnis..... 217

Glossar..... 229

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis..... 245

Informationen zum Forschungsverbund Intelligente Infrastrukturen und Netze..... 247

Vorwort

Intelligente Netze und Dienste: Schlüsselkomponenten für die zukünftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung Deutschlands

Die Digitalisierung ist der wesentliche Treiber für die technologische Weiterentwicklung, für die Transformation traditioneller Branchen, für die Veränderung bestehender Institutionen, für die Schaffung neuartiger Märkte und Wertschöpfungsmodelle sowie vielfältiger Dienstleistungen (vgl. auch Digitale Agenda 2014-2017 der Bundesregierung). In Deutschland sind schon frühzeitig wichtige Grundsteine für diese Entwicklungen gelegt worden, beispielsweise als im Jahr 1861 Johann Philipp Reis das Telefon erfand, Ende des 19. Jahrhunderts aus dem Telefonhersteller Siemens der größte Elektronikonzern der Welt wurde, Mitte des vergangenen Jahrhunderts Konrad Zuse die ersten digitalen Rechenanlagen entwickelte, später Heinz Nixdorf die ersten Kleincomputer in den Markt einführte und SAP die Digitalisierung von Geschäftsprozessen vorantrieb. Seither ist die Entwicklung digitaler Technologien verstärkt aus anderen Wirtschaftsräumen heraus vorangetrieben worden, freilich immer wieder ergänzt durch erfreuliche Zutaten auch aus unserem näheren Umfeld.

Heute stehen wir vor der fundamentalen Herausforderung, bestehende *Infrastrukturen*¹ zu digitalisieren und auf dieser Basis intelligent zu verknüpfen, um infrastrukturbasierte Dienstleistungen und Wertschöpfungsprozesse effizienter zu erstellen sowie neuartige Services zu ermöglichen. Die bis heute existierenden *Infrastrukturen* sind – auch auf Grund der historischen Entwicklung – getrennt voneinander auf- und ausgebaut worden. Sie bestehen daher als weitgehend geschlossene Systeme parallel nebeneinander, die teilweise bereits seit Jahrhunderten, wie z.B. die verschiedenen Verkehrsinfrastrukturen, getrennt voneinander optimiert worden sind. Der Wandel bestehender *Infrastrukturen* durch die Digitalisierung hat sich bisher weitgehend unerforscht vollzogen, so dass technologische und gesellschaftliche Konsequenzen – wie auch zugehörige Kosten – kaum transparent wurden und fundamentaler Gestaltungsbedarf nicht frühzeitig genug erkannt werden konnte. Auch trägt die Digitalisierung zur Öffnung und Verknüpfung vormals getrennter Infrastruktursysteme bei. Damit entstehen zunehmend Interdependenzen, die grenzüberschreitende Infrastrukturkonzepte erforderlich machen. Die Herausbildung *Intelligenter Netze und Dienste*, verstanden als Verknüpfung und Autonomisierung bislang getrennter Systeme und Funktionen, wird in der aktuellen Diskussion insbesondere für die Anwendungsfelder Verkehr, Energie, Gesundheit, Verwaltung und Bildung sowie in sich zunehmend verbreiternden und überlappenden Einsatzfeldern wie *Smart Home*, *Smart Produktion* bis hin zu *Smart City* oder *Smart Region* erwartet. Durch die Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* und damit auch die Verknüpfung vormals getrennter *Infrastrukturen* werden bisher nicht gehobene Effizienz- und Wachstumspotenziale und damit auch wesentliche Kostenvorteile bzw. Komfortgewinne möglich.

In Folge stellen *Intelligente Netze und Dienste* eine zentrale Schlüsselkomponente für die zukünftige wirtschaftliche Stärke und Innovationskraft Deutschlands dar (vgl. u.a. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012b). Auf diesem Weg entwickeln sich *Intelligente Netze und Dienste* zu einer neuen, bedeutenden Basis einer digitalen Gesellschaft, welche zahlreiche nutzenstiftende, zunehmend intelligente Dienste ermöglicht. Insofern dürfte es sich um eines der größten und tiefgreifendsten Infrastrukturprojekte des 21. Jahrhunderts handeln (vgl. u.a. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c). Um dieses Potenzial heben zu können, stellt sich die Frage, inwiefern die erforderlichen technischen, wirtschaftlichen und rechtlich-politischen Voraussetzungen bereits gegeben sind und welcher ungedeckte Forschungs- und Entwicklungsbedarf erkennbar ist.

In jedem Fall gilt es, diese Entwicklung aktiv zu fördern und im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* Schlüsseltechnologien in Deutschland zu entwickeln, welche international als Best-In-Class Technologien anerkannt werden und für entsprechendes wirtschaftliches Wachstum sorgen können.

¹ Kursiv markierte Begriffe und Textstellen werden im Glossar erläutert.

Die Analyse des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs ist zunächst breit anzulegen, um das Einsatz- und Gestaltungspotenzial künftiger *Intelligenter Netze und Dienste* möglichst vollständig zu erfassen. Der ungedeckte Forschungs- und Entwicklungsbedarf erstreckt sich dabei auf technologie- und anwendungsspezifische Fragen genauso wie auf übergreifende technische, organisatorische, soziale, ökonomische und rechtliche *Querschnittsthemen*.

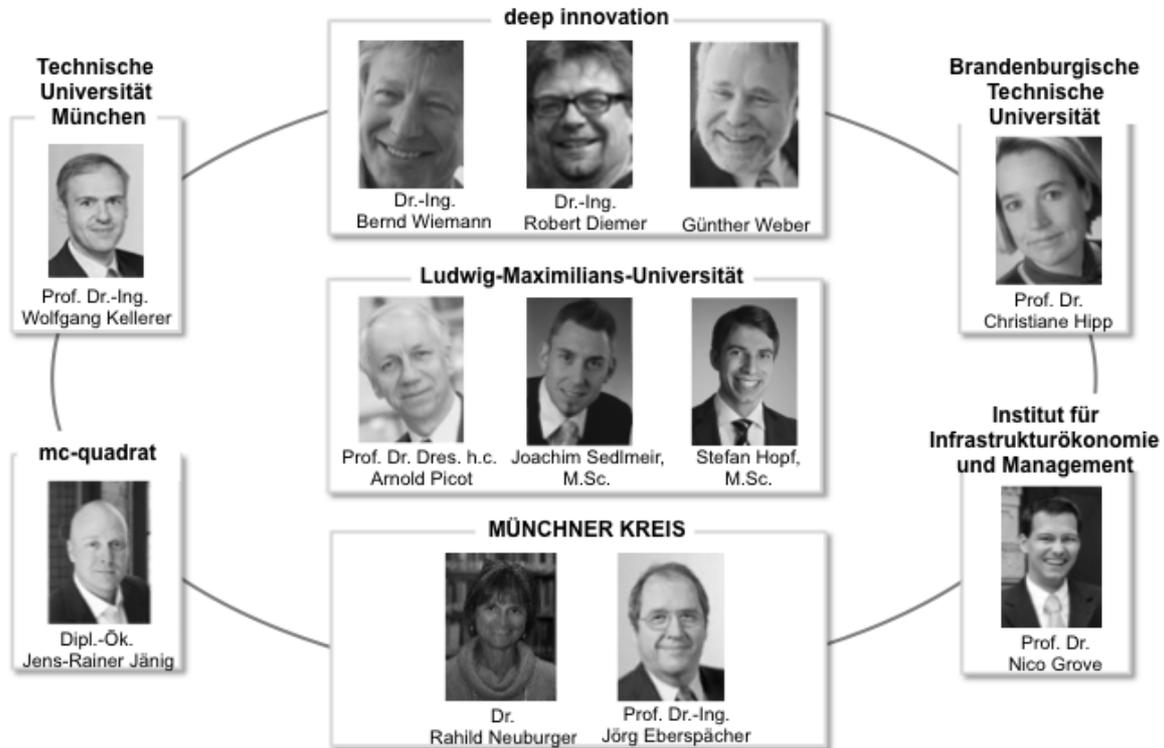
Die vorliegenden Projektergebnisse sollen unterschiedlichen Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik sowie weiteren Stakeholdern Orientierung und Anreize geben sowie Akzente aufzeigen, um sich diesen Herausforderungen gemeinsam zu stellen. Bei der Herausarbeitung der Forschungsthemen finden sich daher allgemeine, aber auch spezifische Themenkomplexe wieder, die gezielt die jeweiligen Akteure ansprechen. So ist technischer Forschungs- und Entwicklungsbedarf zwar insbesondere für Wissenschaft und Wirtschaft von Bedeutung, sollte aber auch in der Technologieförderung der Politik Berücksichtigung finden. Anpassungen ökonomisch-rechtlicher Rahmenbedingungen adressieren dagegen eher die Politik, die jedoch auch von der Wissenschaft und Wirtschaft in der Diskussion begleitet werden sollte.

Es ist zu konstatieren, dass *Intelligente Netze und Dienste* als Themenkomplex die Welt des 21. Jahrhunderts wesentlich verändern werden. In Folge ist es von fundamentaler Bedeutung, an diesem Phänomen nicht lediglich beobachtend teilzunehmen, sondern frühzeitig gestaltend und innovativ entwickelnd zu agieren. In Deutschland bestehen hierzu insgesamt sehr günstige Voraussetzungen. Die vorliegende gründliche Bestandsaufnahme des heute erkennbaren Forschungs- und Entwicklungsbedarfs zu diesem komplexen Themenfeld möge auf diesem Weg eine Hilfestellung geben.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Konsortiums, den zahlreichen Expertinnen und Experten unserer Fachgespräche und Workshops sowie unseren Gesprächspartnern im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und beim Projektträger PT-DLR sei vielmals für ihr Engagement und ihren wertvollen fachlichen Input gedankt. Ohne diese erheblichen gemeinsamen Anstrengungen hätte das Vorhaben nicht in so relativ kurzer Zeit bewältigt werden können.

Projekt

Diese Studie wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie finanziert, durch den Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR) begleitet und durch die Mitwirkung folgender Institutionen und Personen realisiert:



Konsortialführung

- Konsortialführung: Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Projektleitung: Dr. Rahild Neuburger, MÜNCHNER KREIS / Ludwig-Maximilians-Universität München
- Projektkoordination: Joachim Sedlmeir, M.Sc., Ludwig-Maximilians-Universität München
Stefan Hopf, M.Sc., Ludwig-Maximilians-Universität München

Konsortialmitglieder und Autoren

- Dr.-Ing. Robert Diemer, deep innovation GmbH
- Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer, MÜNCHNER KREIS / Technische Universität München
- Prof. Dr. Nico Grove, Institut für Infrastrukturökonomie und Management
- Prof. Dr. Christiane Hipp, Brandenburgische Technische Universität
- Stefan Hopf, M.Sc., Ludwig-Maximilians Universität München
- Dipl.-Ök. Jens-Rainer Jänig, mc-quadrat Markenagentur und Kommunikationsberatung
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kellerer, Technische Universität München
- Dr. Rahild Neuburger, MÜNCHNER KREIS / Ludwig-Maximilians-Universität München
- Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Joachim Sedlmeir, M.Sc., Ludwig-Maximilians-Universität München
- Günther Weber, deep innovation GmbH
- Dr.-Ing. Bernd Wiemann, deep innovation GmbH

Projektunterstützung

- Yvonne Attenberger, B.Sc., Ludwig-Maximilians-Universität München
- Christine Axt, MÜNCHNER KREIS
- Gabi Gruber, MÜNCHNER KREIS
- Dominik Möslein, Technische Universität München
- Kai Stiens, B.Sc., Technische Universität München

Projektlaufzeit

01. Dezember 2013 – 29. August 2014

**Das Konsortium dankt zudem der großen Zahl von Unterstützern aus
Wissenschaft, Wirtschaft und Politik für ihre im Rahmen der Workshops
und anderweitig eingebrachte Expertise.**

Einführung

1 Ausgangssituation, Zielsetzung und Struktur der Studie

Der folgende Abschnitt hebt zunächst die Bedeutung *Intelligenter Netze und Dienste* hervor (siehe Kapitel 1.1). Anschließend wird die Zielsetzung der Studie beschrieben (siehe Kapitel 1.2) und die Konzeption und Gliederung ausführlich dargestellt (siehe Kapitel 1.3).

1.1 Bedeutung Intelligenter Netze und Dienste

Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) werden zunehmend im täglichen Leben eingesetzt, verstärkt auch in den *Domänen* Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung und Verwaltung. Dieser Durchdringungsprozess hin zu *Digitalen Infrastrukturen* und darauf aufsetzenden neuartigen Diensten erfolgte innerhalb dieser *Versorgungsdomänen* bisher jedoch in verschiedensten Ausprägungen, mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und kaum zwischen den *Domänen*.

Die *IuK-Technologien* entwickeln sich dabei zunehmend zu einem Schlüsselfaktor und Treiber für die Evolution und *Konvergenz* dieser *Versorgungsdomänen* und schaffen die Voraussetzungen für die Entstehung neuer Dienste und Funktionalitäten. Die Verknüpfung verschiedener *Infrastrukturen* durch *IuK-Technologien* zu *Intelligenten Netzen und Diensten* als zukünftige Basis von *Versorgungsdomänen* wird sowohl innerhalb der im Rahmen der Studie vornehmlich betrachteten Bereiche als auch in sich verbreiternden und überlappenden Einsatzbereichen wie *Smart Home*, *Smart Production*, *Smart City* oder *Smart Region* erfolgen und für die zukünftige wirtschaftliche Stärke und Innovationskraft Deutschlands von zentraler Bedeutung sein. So könnte Deutschland im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* eine Vorreiterrolle einnehmen, durch eine frühzeitige Exportorientierung systemische Lösungen international zum Einsatz bringen und dadurch heimische Schlüsselindustrien (z.B. im Bereich Mikroelektronik) stärken.

Insgesamt wird durch die Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* gemäß Schätzungen des Fraunhofer-ISI für Deutschland ein gesamtwirtschaftlicher jährlicher Nutzen von 55,7 Mrd. Euro prognostiziert, der auf Effizienzgewinnen und Wachstumspotenzialen basiert. Für den Zeitraum von 2012 bis 2022 soll sich dadurch ein kumulierter Gesamtwert von rund 336 Mrd. Euro ergeben (vgl. BITKOM & Fraunhofer ISI, 2012; BMWi, 2012). Neben der reinen Erschließung des ökonomischen Potenzials wird insbesondere durch eine *domänenspezifische* Umsetzung *Intelligenter Netze und Dienste* eine nachhaltige Bewältigung fundamentaler *domänenspezifischer* Herausforderungen erwartet. Dazu gehören zum Beispiel die Umsetzung der Energiewende, die Bewältigung des demografischen Wandels im Gesundheitswesen oder auch die Bewältigung der rapide wachsenden Verkehrsmenge (vgl. u.a. Baums et al., 2012; Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c). Aus gesellschaftlicher Sicht wird dadurch letztendlich eine erhebliche Steigerung der Lebensqualität (z.B. durch Zeitersparnis im Verkehr oder eine bessere Gesundheitsversorgung) erwartet.

1.2 Zielsetzung der Studie

Angesichts der Relevanz künftiger *Intelligenter Netze und Dienste* zielt diese Studie darauf ab, eine fundierte Ableitung und Analyse des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs (FuE-Bedarf) für den Einsatz von *IuK-Technologien* zur Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* hinsichtlich geeigneter Technologien und Anwendungen bis hin zur Gestaltung von institutionellen Voraussetzungen, Geschäftsmodellen und Akzeptanz zu leisten, um das sich abzeichnende enorme Potenzial erschließen zu können. Dabei soll insbesondere aufgezeigt werden, welche Hürden auf technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher, regulatorischer, politischer sowie gesellschaftlicher Sicht zu überwinden sind.

Vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung und der Bedeutung *Intelligenter Netze und Dienste* für die Wirtschaft und Gesellschaft gilt es, die folgenden wesentlichen Ziele zu fokussieren: *Intelligente Netze und Dienste* und ihre Kernbestandteile sind derart einzusetzen und zu verknüpfen, dass Effizienzgewinne, Wachstumsimpulse und eine allgemeine Steigerung der Lebensqualität für die Ge-

sellschaft erreicht werden können. Durch die Skalierung und Einsatzbreite der *Infrastrukturen* und Dienste sollen funktionelle und wirtschaftliche Vorteile erschlossen und den Anwendern spürbare Vorteile erbracht werden, um damit den zur Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* notwendigen Investitionsbedarf (vgl. u.a. Scheer, 2011) rechtfertigen zu können. Dies gilt für die grundsätzliche Einsatzdurchdringung digitaler Systemen in Wirtschaft und Gesellschaft und insbesondere für *Domänen*, die durch eine breite und grundlegende Versorgungsverpflichtung gekennzeichnet sind. Insgesamt wird es erforderlich sein, die auf *IuK-Technologien* basierenden *Intelligente Netze und Dienste* auf Technologie-, System- und Betriebsseite weiterzuentwickeln, sodass der Dynamik von Technologieentwicklung einerseits und den Anforderungen der Anwender andererseits nachhaltig Rechnung getragen werden kann.

Welche Hürden hierbei zu überwinden sind, soll die Aufbereitung des zur Realisierung der zukünftigen Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* notwendigen FuE-Bedarfs aufzeigen. In einem ersten Schritt musste dafür zunächst der gegenwärtige, entscheidungsrelevante, Sachstand auf Basis wissenschaftlicher und anwendungsorientierter Veröffentlichungen aufgearbeitet werden, um spezifische offene Fragen aufzeigen zu können. Auf Basis einer begründeten Kategorisierung dieser Problemfelder aus technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher, regulatorischer, politischer sowie gesellschaftlicher Sicht wurden anschließend konkrete FuE-Themen entwickelt. Die Ergebnisse galt es schließlich anhand einer Roadmap und eines prinzipiellen Aktionsplans festzuhalten und Handlungsempfehlungen für Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu formulieren.

1.3 Konzeption und Gliederung der Studie

Um die hohe thematische Komplexität mit einem fachlich außerordentlich breiten Spektrum an Anforderungen bestmöglich vermitteln zu können, wurde die im Folgenden skizzierte Studiengliederung gewählt (siehe Abbildung 1). Demnach werden in dem Studienabschnitt „Ergebnisse: Definition, FuE-Bedarf und Handlungsempfehlungen“ zunächst die Ergebnisse der Studie in den Kapiteln 2, 3 und 4 präsentiert. Anschließend wird in Kapitel 5 „Arbeitsmethodik: Analyse des FuE-Bedarfs“ die zugrundeliegende induktive und deduktive Arbeitsmethodik beschrieben.

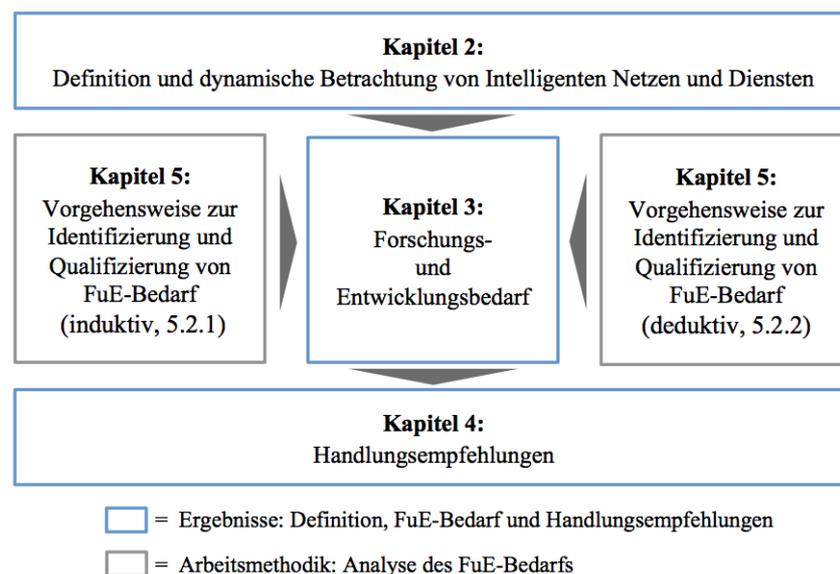


Abbildung 1: Überblick zur Struktur der Studie

Im Studienabschnitt „Ergebnisse: Definition, FuE-Bedarf und Handlungsempfehlungen“ werden folgende Kapitel und Inhalte behandelt:

- **Definition und dynamische Betrachtung von *Intelligenten Netzen und Diensten* (Kapitel 2):** Zu Beginn wird der aktuelle Forschungsstand zu *Intelligenten Netzen und Diensten* anhand einer umfassenden Literaturrecherche ermittelt (siehe Kapitel 2.1), um vor dem Hintergrund der daraus

gewonnenen Erkenntnisse folgende spezifische Arbeitsdefinition von *Intelligenten Netzen und Diensten* abzuleiten (siehe Kapitel 2.2):

Intelligente Netze und Dienste entstehen durch die Verknüpfung klassischer *Infrastrukturen* und Ergänzung von *Intelligenz* (verstanden als autonom operierende, analysierende, informationsverarbeitende und steuernde Funktionen und Komponenten auf mehreren Ebenen) – d. h. moderne Transportsysteme verbinden vielfältige IKT-HW/SW-Funktionsmodule miteinander, um neue Eigenschaften und innovative Anwendungsmöglichkeiten mit einem Mehrwert für die beteiligten Akteure zu erzielen. Demnach ist die *Intelligenz* von *Infrastrukturen* und Netzen ein dynamisches, evolutionäres und multidimensionales Phänomen, das neuartige Dienste und Anwendungsmöglichkeiten sowohl innerhalb einer *Domäne* (durch *vertikale Konvergenz*) als auch domänenübergreifend (durch *horizontale Konvergenz*) ermöglicht.

Auf Basis dieser Arbeitsdefinition wird anschließend ein konzeptionelles Framework für *Intelligente Netze und Dienste (IN-Framework)* vorgestellt, das sowohl die im Rahmen der Studie untersuchten *Domänen* (Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung, Verwaltung, IuK, *Smart Home* und Produktion), als auch die darin enthaltenen Forschungsfelder spezifiziert (siehe Kapitel 2.3.2). Für die Ermittlung des FuE-Bedarfs zur Konvergenz *Intelligenter Netze und Dienste* durch die Digitalisierung wurden die nachfolgenden zentralen Forschungsfelder ermittelt und der Studie zugrunde gelegt:

- **Digitale Primärdatenerfassung:** Ausstattung bestehender Versorgungs- und Metastrukturen durch *domänenspezifische*, IuK-basierte Grundfunktionen an den physikalischen Schnittstellen der *Infrastrukturen*
- **IuK-Strukturen & Intelligenz:** Evolution der *Versorgungsinfrastrukturen* durch neue IuK-Strukturen, deren Verknüpfung und *domänenspezifische* IuK-Werkzeuge, Komponenten und Lösungen
- **Vertikale Konvergenz:** *Domänenspezifisches* Zusammenwirken einer intelligenten Versorgungsinfrastruktur
- **Horizontale Konvergenz:** *Domänenübergreifendes* Zusammenwirken verschiedener intelligenter *Versorgungsinfrastrukturen* zur Erschließung neuer Effizienz- und Anwendungspotenziale
- **Querschnittsthemen:** Themen, Funktionen und Lösungen, die gleichrangige Relevanz für alle *Versorgungsinfrastrukturen* aufweisen

Auf Basis des *IN-Frameworks* werden anschließend in einem *Intelligente Netze Potenzialraum (IN-Potenzialraum)* durch eine Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* zu erwartende Potenziale konzeptionell beschrieben und drei zentrale Evolutionsstufen und deren wahrscheinlicher Eintrittszeitpunkt skizziert (siehe Kapitel 2.3.3):

- **Digitalisierung bestehender Netze:** Ausstattung bestehender *Versorgungsinfrastrukturen* mit *domänenspezifischen* IuK-Lösungen zu „Digitalisierten Netzen“ (~2015)
- **Vertikal integrierte Netze:** Realisierung Vertikal Integrierter Netze durch domänenspezifische und generische (vertikale) IuK-Konvergenz (~2015)
- **Service Netze:** Einheitliche *Service Netze*, basierend auf *domänenübergreifender (horizontaler) IuK-Konvergenz* und Smart-Service Plattformen (~2025)
- **Forschungs- und Entwicklungsbedarf (Kapitel 3):** Der identifizierte und qualifizierte FuE-Bedarf wird anschließend inhaltlich in fünf Bereiche gliedert und im Detail ausgewiesen:
 - **Vertikale und horizontale technische Konvergenz ermöglichen:** Schaffung der technischen Voraussetzungen zur Realisierung *domänenspezifischer* und *-übergreifender* Anwendungsmöglichkeiten (siehe Kapitel 3.1)
 - **Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO-Analyse entwickeln und bewerten:** Reaktion auf die sich ändernden Rollenzuteilungen in der Planung,

Errichtung und Instandsetzung von *Infrastrukturen* sowie Entwicklung von Migrationsstrategien (siehe Kapitel 3.2)

- **Ökonomische Potenziale erschließen:** Neben der Beseitigung von Intelligenzlücken sind neue Geschäfts- und Rollenmodelle zu entwickeln, White Spots zu identifizieren sowie KMUs strategisch einzubinden (siehe Kapitel 3.3)
- **Ordnungsrahmen schaffen:** Nach der Definition kritischer Funktionalitäten sind die rechtlichen/politischen Rahmenbedingungen für eine diskriminierungsfreie Nutzung von *Intelligenten Netzen* zu schaffen (siehe Kapitel 3.4)
- **Akzeptanz für *Intelligente Netze und Dienste in der Gesellschaft und bei jedem Individuum* schaffen:** Neben der Antizipation gesellschaftlicher Konsequenzen sind weitere Akzeptanzfaktoren zu erforschen sowie Informationsasymmetrien durch neue Bildungsstrategien zu beseitigen (siehe Kapitel 3.5)

Dieser inhaltlichen Strukturierung folgend werden auf höchster Ebene insgesamt 35 FuE-Themen ausgewiesen, die sich jeweils in konkreten FuE-Bedarf untergliedern. Zusätzlich wird jedes FuE-Thema durch eine Motivation begründet und anhand von potenziellen Ergebnissen veranschaulicht. Eine weitere Qualifizierung der FuE-Themen hinsichtlich Relevanz, Zeit und Komplexität ermöglicht zudem eine anschließende Priorisierung der FuE-Themen im Rahmen von Handlungsempfehlungen.

- **Handlungsempfehlungen (Kapitel 4):** Im letzten Kapitel des Ergebnisteils werden auf Basis der qualifizierten FuE-Themen Handlungsempfehlungen abgeleitet. Dafür wird zunächst in Kapitel 4.1 eine Kategorisierung der FuE-Themen in folgende FuE-Kategorien mit den jeweiligen Zielen vorgenommen:
 - **Grundlagenforschung:** Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse ohne unmittelbarer Orientierung an der praktischen Anwendbarkeit
 - **Angewandte Forschung:** Gewinnung und Weiterentwicklung von Wissen und Fähigkeiten, die der Lösung praktischer Probleme dienen sollen
 - **Entwicklung:** Unmittelbare Entwicklung eines konkreten Produkts und/oder Prozesses mit neuer oder veränderter Technologie
 - **Begleitende Maßnahmen:** Flankierende Maßnahmen zur Realisierung der FuE-Themen und zur raschen Kommerzialisierung

Anschließend erfolgt eine Priorisierung der FuE-Themen (siehe Kapitel 4.2) nach folgenden Kriterien und Zielen:

- **FuE-Kategorien:** Übergreifende Priorisierung nach Verteilung der aggregierten Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.1)
- **Zeit, Komplexität und Relevanz individueller FuE-Themen:** Individuelle Priorisierung von FuE-Themen in Abhängigkeit derer Komplexität, derer zeitlichen Umsetzungsdauer und derer Relevanz zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.2)
- **Relevanz individueller FuE-Themen für *Domänen*:** Individuelle Priorisierung von FuE-Themen in Abhängigkeit derer Relevanz zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder* der jeweiligen *Domänen* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.3)

Daraufhin werden die FuE-Themen in einer FuE-Roadmap hinsichtlich ihrer FuE-Kategorie und Umsetzungsdauer verortet (siehe Kapitel 4.3.1) und in einem Aktionsplan mit geeigneten Umsetzungsstrategien verknüpft (siehe Kapitel 4.3.2).

Im Studienabschnitt „Arbeitsmethodik: Analyse des FuE-Bedarfs“ wird schließlich folgendes Kapitel behandelt:

- Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsbedarf (Kapitel 5): Die methodische Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung wird ausführlich in Kapitel 5.1 beschrieben. Innerhalb der Vorgehensweise wird zwischen Prozess und verwendeten Werkzeugen unterschieden. Im Rahmen des Prozesses werden folgende Prozessschritte abgegrenzt:
 - **Induktive Generierung von FuE-Themen:** Verdichtung von Expertenaussagen des Forschungsverbunds, des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 18.2.2014 und sonstiger Expertenaussagen zu FuE-Themen (siehe Kapitel 5.2.1)
 - **Deduktive Ableitung von FuE-Themen:** Ableitung von FuE-Themen durch Analyse von *Zielbildern* im Rahmen des *Zukunftsatlas* hinsichtlich zukünftiger Anforderungen an *Intelligente Netze und Dienste* (siehe Kapitel 5.2.2)
 - **Qualifizierung und Priorisierung von FuE-Themen:** Qualifizierung und Priorisierung der identifizierten FuE-Themen nach Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, im Rahmen eines MÜNCHNER KREIS Expertenworkshops am 7.7.2014 durch Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik (siehe Kapitel 5.3.1), sowie durch den Forschungsverbund (siehe Kapitel 5.3.2)

Zur Identifizierung und Qualifizierung von FuE-Bedarf wurden zudem folgende zentrale Werkzeuge verwendet:

- **IN-Datenbank:** Die im Rahmen der deduktiven und induktiven Vorgehensweise gesammelten Informationen wurden in einer spezialisierten Datenbank eingetragen und als zentrale Verarbeitungsplattform für die während des Projekts gewonnenen Aussagen und Erkenntnisse verwendet
- **Zukunftsatlas:** Der *Zukunftsatlas* bildet die inhaltliche Basis des deduktiven Vorgehens und beinhaltet alle gesammelten *Zielbilder*, gegliedert nach den sieben untersuchten *Domänen* (Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung, Verwaltung, *Smart Home* und Produktion). Inhaltlich bildet der *Zukunftsatlas* damit *Zielbilder* und deren Anforderungen ab, die zukünftige Anwendungspotenziale in den jeweiligen *Domänen* beschreiben
- **Anforderungskatalog:** Auf Basis der *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* wurden durch einen Vergleich des Soll-Zustands (beschrieben durch die *Zielbilder*) und des Ist-Zustands Anforderungen (Delta) abgeleitet und gesammelt, die zu einer Realisierung der *Zielbilder* beitragen
- **Bewertungsmatrix:** Um die Relevanz der entwickelten FuE-Themen zu bewerten, wurde eine *Bewertungsmatrix* durch Synthese der *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* und des *Anforderungskatalogs* entwickelt. Im Rahmen der *Bewertungsmatrix* wurden die FuE-Themen einer subjektiven Bewertung durch die Mitglieder Forschungsverbunds hinsichtlich ihrer Relevanz zur Erfüllung der identifizierten Anforderungen unterzogen

Im Sinne einer Ergebnisorientierung folgen im nächsten Abschnitt zunächst die Ergebnisse der Studie (Kapitel 2, 3 und 4), bevor anschließend die verwendete Arbeitsmethodik erläutert wird (Kapitel 5).

Ergebnisse: Definition, FuE-Bedarf und Handlungsempfehlungen

2 Definition und dynamische Betrachtung von Intelligenten Netzen und Diensten

Zur Erfassung der thematischen Breite und zur Festlegung einer geeigneten Arbeitsdefinition von *Intelligenten Netzen und Diensten* wurde zunächst der Stand der Forschung im Rahmen einer Literaturübersicht aufgearbeitet (siehe Kapitel 2.1). Auf dieser Basis erfolgt anschließend eine Definition und dynamische Betrachtung *Intelligenter Netze und Dienste* (siehe Kapitel 2.2, die konzeptionell durch ein *IN-Framework* abgebildet und durch Evolutionsstufen hinsichtlich des zu erwartenden zukünftigen Potenzials konkretisiert wird (siehe Kapitel 2.3).

2.1 Stand der Forschung und Literaturübersicht

Ausgangspunkt des Projektvorhabens war es, einen Einblick in den gegenwärtigen Forschungsstand zu *Intelligenten Netzen und Diensten* durch eine inhaltlich breit angelegte wissenschaftliche Literaturrecherche zu erhalten (für eine ausführliche Studienübersicht siehe Literaturverzeichnis zu Kapitel 2). Dafür wurde ein Ausschnitt *domänenspezifischer* und *-übergreifender* Studien zu Forschungsaktivitäten gesammelt und hinsichtlich ihrer spezifischen Themenschwerpunkte analysiert. Gleichzeitig konnten so auch die unterschiedlichen Sichtweisen auf *Intelligente Netze und Dienste* berücksichtigt werden, um vor deren Hintergrund eine konsensfähige Begriffsdefinition von *Intelligenten Netzen und Diensten* zu erarbeiten, die für die spätere Ableitung des FuE-Bedarfs zugrunde gelegt wird. Die folgenden Tabellen bieten eine Übersicht der im Rahmen der Rechercheaktivitäten identifizierten Literatur und sind in drei Teile gegliedert – in Abhängigkeit davon, ob die Literatur *Mikro-*, *Meso-* und *Makro-*Themen im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* behandelt.

Während auf der *Mikro-*Ebene vor allem für den Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* spezifische (Teil-)Komponenten betrachtet und analysiert werden (z.B. Sensorik), werden auf der *Meso-*Ebene insbesondere Plattform-Themen oder teilsystemische Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zusammengefasst. Die *Makro-Ebene* beinhaltet schließlich übergreifende Aspekte *Intelligenter Netze und Dienste*, die vor allem im Bereich gesamtsystemischer Konzeptentwürfe liegen.

Autor	Jahr	Titel
Budelmann/ Krieg-Brückner	2012	From sensorial to smart materials: Intelligent optical sensor network for embedded applications
Calavia et al.	2012	A Semantic Autonomous Video Surveillance System for Dense Camera Networks in Smart Cities
Cecchini et al.	2012	Multi-objective evolutionary approaches for intelligent design of sensor networks in the petrochemical industry
Commuri/ Zaman	2011	Neural Network-Based Intelligent Compaction Analyzer for Estimating Compaction Quality of Hot Asphalt Mixes
Facchini et al.	2013	Dynamic green self-configuration of 3G base stations using fuzzy cognitive maps
Giménez et al.	2014	I3WSN: Industrial intelligent wireless sensor networks for indoor environments
Hancke et al.	2012	The Role of Advanced Sensing in Smart Cities
Larios et al.	2012	Energy efficient wireless sensor network communications based on computational intelligent data fusion for environmental monitoring
Lecesse et al.	2013	Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors
Lee et al.	2012	Performance analysis of PMIPv6-based network mobility for intelligent transportation systems
López et al.	2012	Taranis: Neural networks and intelligent agents in the early warning against floods
Malleswaran et al.	2013	Performance Analysis of Various Artificial Intelligent Neural Networks for GPS/INS Integration

Definition und dynamische Betrachtung von Intelligenten Netzen und Diensten

Mavrikis	2010	Modeling Student Interactions in Intelligent Learning Environments: Constructing Bayesian Networks from Data
Meribout	2011	A New Distributed and Scalable Network Protocol Targeting Intelligent Transportation Systems
Moreno-Cano et al.	2013	An indoor localization system based on artificial neural networks and particle filters applied to intelligent buildings
Nguyen et al.	2013	The advancement of an obstacle avoidance bayesian neural network for an intelligent wheelchair
Park et al.	2012	Intelligent Control for a Distributed Flexible Network Photovoltaic System Using Autonomous Control and Agent
Prisi et al.	2012	Novel Speed Bumps Design and Optimization for Vehicles' Energy Recovery in Smart Cities
Seo/Lee	2012	An Effective Wormhole Attack Defense Method for a Smart Meter Mesh Network in an Intelligent Power Grid
Sharma/Srinivasan	2013	A hybrid intelligent model based on recurrent neural networks and excitable dynamics for price prediction in deregulated electricity market
Soumik et al.	2013	Smart Homes - Green Cities: The role of intelligent diagnostics and control in energy efficient buildings
Stephenson et al.	2013	Network RTK for Intelligent Vehicles
Venkataraman et al.	2013	A moving cluster architecture and an intelligent resource reuse protocol for vehicular networks
Wu et al.	2012	Toward Intelligent Intrusion Prediction for Wireless Sensor Networks Using Three-Layer Brain-Like Learning
Ying et al.	2011	Distributed intelligent sensor network for the rehabilitation of parkinson's patients
Zhu et al.	2013	Research of nonlinear phase shift-aware of physical layer impairment in intelligent optical network

Tabelle 1: Übersicht der Literaturrecherche auf Mikro-Ebene

Forschungsaktivitäten auf der *Mikro-Ebene* zielen auf einzelne Komponenten und deren technologische Entwicklung, sowie deren Vernetzung miteinander zum Informationsaustausch ab. Dies beinhaltet beispielsweise die Integration von Sensorik zum Zwecke der Datenerfassung in bestehende und neue Systemkomponenten, *domänenspezifische* Analyse- und Auswerteverfahren, technische Protokolle zur Datenübertragung in *Intelligenten Netzen und Diensten* oder auch Prognoseverfahren und Mechanismen.

Autor	Jahr	Titel
Barrachina et al.	2014	Reducing emergency services arrival time by using vehicular communications and Evolution Strategies
Cardone et al.	2013	Fostering Participation in Smart Cities: A Geo-Social Crowdsensing Platform
Chen et al.	2013	Research of traffic flow multi-objectives intelligent control method for junction network
Cheng	2013	Designing on the On-Line Laboratory Management System of the Combination of Intelligent Card and Campus Network
Clavell	2013	(Not so) smart cities The drivers, impact and risks of surveillance-enabled smart environments
Cook	2012	How Smart Is Your Home?
Cretu	2012	Smart Cities Design using Event-driven Paradigm and Semantic Web
Deakin	2012	Intelligent cities as smart providers: CoPs as organizations for developing integrated models of eGovernment Services
Ditmeyer	2010	Network-centric Railway Operations Utilizing Intelligent Railway Systems
Domingo et al.	2013	Public Open Sensor Data: Revolutionizing Smart Cities
Edwards	2013	New Ways of Working are needed to make Smart Cities a Reality
Elouafiq et al.	2013	Aggressive and Intelligent Self-defensive Network Towards a new generation of semi-autonomous Networks
Faezipour et al.	2012	Progress and Challenges in Intelligent Vehicle area Networks
Gershorn	2011	Intelligent Networking - The ITS Model and Network Evolution A Systems Theory Interpretation
Guan	2012	Smart Steps to a Battery City

Jung et al.	2013	Advances on intelligent network management
Kourtit et al.	2012	Smart cities in perspective - a comparative European study by means of self-organizing maps
Kramer	2013	Smart cities will need big data
McLoughlin	2012	A More Intelligent Utility Network Not if, But When
Mileo et al.	2010	A Logical Approach to Home Healthcare with Intelligent Sensor-Network Support
Murray et al.	2012	Putting the smarts into smart cities
Orecchini/ Santian-geli	2011	Beyond smart grids – the need of intelligent energy networks for a higher global efficiency through energy vectors integration
Piro et al.	2013	Information Centric Services in Smart Cities
Sánchez et al.	2013	Integration of Utilities Infrastructures in a Future Internet Enabled Smart City Framework
Tang et al.	2012	Integrated Extensible Simulation Platform for Vehicular Sensor Networks in Smart Cities
Vilajosana et al.	2011	Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows
Walravens/Ballon	2013	Platform business models for smart cities: from control and value to governance and public value
Yamagata/Seya	2013	Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model
Zeiss	2010	Maintaining Intelligent Networks

Tabelle 2: Übersicht der Literaturrecherche auf Meso-Ebene

Auf der *Meso-Ebene* finden Forschungsaktivitäten quasi als Erweiterung der *Mikro-Ebene* statt. So handelt es sich um Betrachtungen der individuellen Partizipationsstärkung im Hinblick auf *Intelligente Netze und Dienste*, intelligente Regelungs- und Steuerungsmechanismen, die Aggregation und Weiterverarbeitung von Daten zur (i.d.R. *domänenspezifischen*) Effizienzsteigerung oder auch Fragestellungen im Bereich der Sicherheit und Wartung.

Autor	Jahr	Titel
Allwinkle/ Cruickshank	2011	Creating Smart-er Cities- An Overview
Baron	2013	Enabling Smart Cities through a Cognitive Management Framework for the Internet of Things
Barrionuevo et al.	2012	Smart Cities, Sustainable Progress
Batagan	2011	Smart Cities and Sustainability Models
Caragliu et al.	2011	Smart Cities in Europe
Dirks et al.	2010	Smarter cities for smarter growth
Tranos/Gertner	2012	Smart networked cities
Kuk	2011	The Business Models and Information Architectures of Smart Cities
Laberge	2011	Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks
Lazaroiu/Roscia	2012	Definition methodology for the smart cities model
Lombardi et al.	2012	Modeling the smart city performance
Mulligan/Olsson	2013	Architectural Implications of Smart City Business Models - An Evolutionary Perspective
Tranos/Gertner	2012	Smart networked cities

Tabelle 3: Übersicht der Literaturrecherche auf Makro-Ebene

Übergreifende Konzepte und Systemarchitekturen *Intelligenter Netze und Dienste* werden in der Forschung auf der *Marko-Ebene* untersucht. Hier dominieren ganzheitliche Erklärungs- und Gestaltungsentwürfe vor allem für *Smart Cities*. Besondere Bedeutung haben dabei Konzepte der Nachhaltigkeit und der Ressourcenschonung.

Die Unterteilung des Themenkomplexes in die drei vorliegenden Ebenen zeigt bereits, dass die Forschungsaktivitäten im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* sehr heterogen und ausdifferenziert aufgestellt sind. Forschung und Entwicklung im Kontext *Intelligenter Netze und Dienste* kann in Folge bewusst breit über diese drei Ebenen gestreut oder auch im Einzelfall wiederum zielorientiert fokussiert auf bestimmte Aspekte gerichtet werden.

2.2 Evolutionäres Verständnis von Intelligenten Netzen und Diensten

Nach dem vom Forschungsverbund Intelligente *Infrastrukturen* und Netze vertretenen evolutionären Verständnis von *Intelligenten Netzen und Diensten* werden diese in Anlehnung an eine Arbeitsdefinition des MÜNCHNER KREIS (BMW, 2012) und unter Berücksichtigung der aufgezeigten vielschichtigen und heterogenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aus der wissenschaftlichen Literatur wie folgt definiert:

Intelligente Netze und Dienste entstehen durch die Verknüpfung klassischer *Infrastrukturen* und Ergänzung von *Intelligenz* (verstanden als autonom operierende, analysierende, informationsverarbeitende und steuernde Funktionen und Komponenten auf mehreren Ebenen) – d. h. moderne Transportsysteme verbinden vielfältige IKT-Hardware/Software-Funktionsmodule miteinander, um neue Eigenschaften und innovative Anwendungsmöglichkeiten mit einem Mehrwert für die beteiligten Akteure zu erzielen. Demnach ist die *Intelligenz* von *Infrastrukturen* und Netzen ein dynamisches, evolutionäres und multidimensionales Phänomen, das neuartige Dienste und Anwendungsmöglichkeiten sowohl innerhalb einer *Domäne* (durch *vertikale Konvergenz*) als auch *domänenübergreifend* (durch *horizontale Konvergenz*) ermöglicht.

2.3 IN-Framework und IN-Potenzialraum

2.3.1 Notwendigkeit, Anforderungen und Merkmale der Konzepte

Zur Komplexitätsbewältigung und Analyse des FuE-Bedarfs im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* war es zunächst erforderlich, ein konzeptionelles Framework zu erstellen, das eine Erfassung und Beurteilung des Ist-Zustands, eine Identifikation von *domänenspezifischen* Themen und deren Verknüpfung in einer *domänenübergreifenden* Sicht erlaubt. Dadurch sollten insbesondere neue Wechselwirkungen zwischen *Domänen* erkennbar werden.

Dazu ist zum einen ein *Intelligente Netze Framework (IN-Framework)* mit den nachfolgend erklärten Merkmalen entwickelt worden, mit dem die thematische Vielfalt strukturiert, die Ist-Situation erfasst und mögliche Abhängigkeiten explizit zugeordnet werden. Es ermöglicht das gegenwärtige Verständnis von *Intelligenten Netzen und Diensten* konzeptionell abzubilden und zudem neben der aktuell eingesetzten Netzwerkarchitektur und IuK-Technologien auch die relevanten Querschnittsfelder (z. B. ubiquitäre Datenverfügbarkeit, Datenschutz und -sicherheit, Standardisierung) aufzuzeigen. Das *IN-Framework* bildet im nachfolgenden Schritt die Basis für die Potenzialanalysen in einem *Intelligente Netze Potenzialraum (IN-Potenzialraum)*.

2.3.2 IN-Framework und Forschungsfelder

Kernelement des *IN-Frameworks* ist die Themendetaillierung, mit der feinkörnige Einzelaspekte identifiziert, multivalent attribuiert sowie miteinander in Verbindung gesetzt werden können. Hier ist eine hohe Detaillierung erforderlich, um die komplexen Wirkungszusammenhänge zu strukturieren und die Zusammenhänge benennbar sowie auswertungsfähig zu machen. Entscheidend ist dabei die Einhaltung von konsistenten Erfassungs- und Analyse Kriterien sowie verwendeten Begriffen (siehe auch Glossar).

Zur Strukturierung und Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde ein methodischer Ansatz für die Erfassung und Ist-Beurteilung von *Intelligenten Netzen und Diensten* konzipiert, um dabei *vertikale* (d. h. *domänenspezifische*) Themen identifizieren zu können und diese in einer *horizontalen* (d. h. *domänenübergreifenden*) Betrachtung zu verknüpfen, neue Wechselwirkungen zwischen den *Versorgungsdomänen* aufzuzeigen und so zur Bewältigung der Komplexität beizutragen.

Dieser Ansatz beinhaltet sowohl infrastrukturenspezifische und (kommunikations-)technische als auch volks- und betriebswirtschaftliche, rechtlich/regulatorische und politische, gesellschaftliche sowie innovations-/zukunftsorientierte Betrachtungen und bezieht zudem neben bisher eingesetzter Netzwerkarchitektur und *IuK-Technologien* auch relevante Querschnittsfelder (z. B. ubiquitäre Datenverfügbarkeit, Datenschutz und -sicherheit, Standardisierung) mit ein.

Eine visuelle Darstellung des *IN-Framework* bietet Abbildung 2. Im Folgenden werden die einzelnen Elemente des *IN-Framework* genauer erklärt.

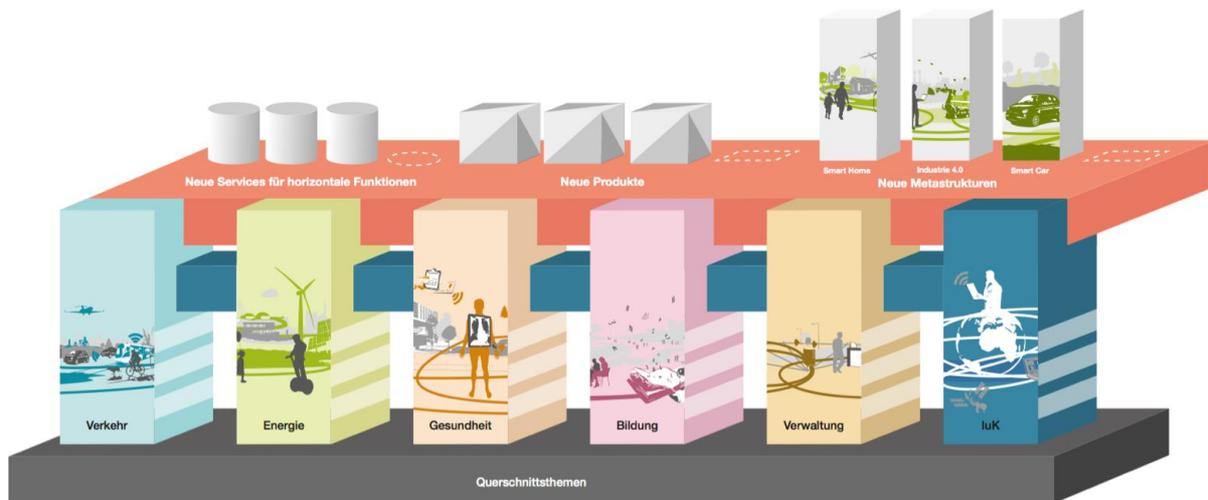


Abbildung 2: IN-Framework
(Grafische Elemente aus Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014)

Zu Beginn sollte mit dieser Methodik das gegenwärtige Verständnis von *Intelligenten Netzen und Diensten* auf *Versorgungsdomänen* konzeptionell abgebildet werden. Bereits an dieser Stelle wurden Indikatoren aufgegriffen, die digitale Kommunikationssysteme als neue *Domäne* Information und Kommunikation (IuK) und damit als grundlegende *Versorgungsinfrastruktur* auffassen und eine Integration dieser eigenständigen *Domäne* in das *IN-Framework* erfordern. In ihrer verknüpfenden Funktion (siehe Abbildung 3) erfüllt die IuK-*Domäne* damit eine für *Intelligente Netze und Dienste* fundamentale Voraussetzung für die Entstehung *domänenübergreifender* Dienste. Dieser erheblichen Bedeutung entsprechend, sollten für diese *Domäne* die damit ebenfalls verbundenen staatlichen, gesellschaftlichen und industriellen Planungs- und Betriebsverantwortlichkeiten miteinbezogen werden.²

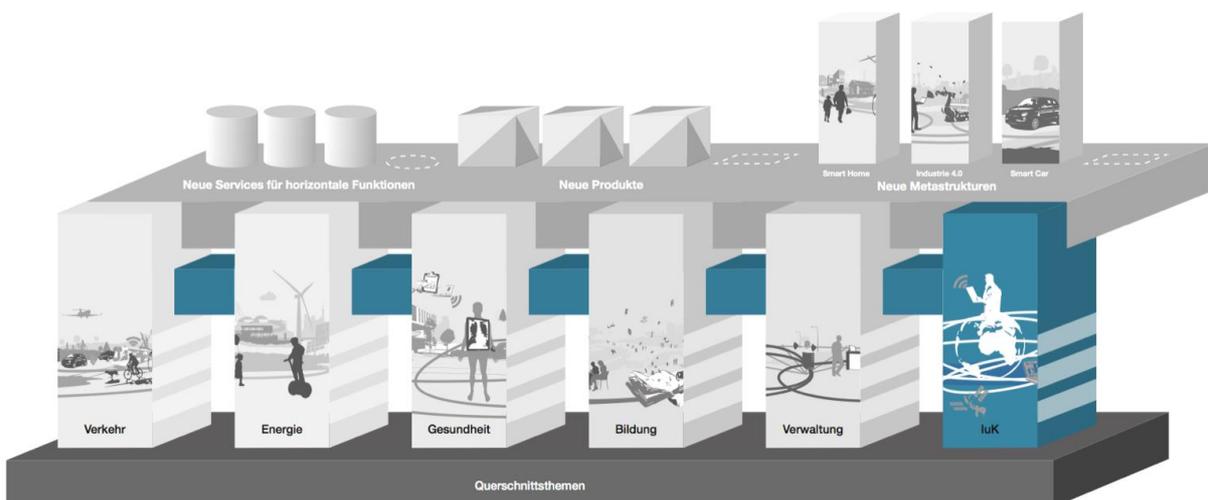


Abbildung 3: IN-Framework – Funktion der IuK-Domäne
(Grafische Elemente aus Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014)

Anschließend wurden auf Basis der sechs betrachteten zentralen *Versorgungsinfrastrukturen* (Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung, Verwaltung und IuK) **generische Forschungsfelder** definiert, um

² Dies geschieht im Rahmen dieser Studie durch eine umfangreiche Integration IuK-spezifischer Aspekte in FuE-Themen. Die IuK-*Domäne* wird daher nicht explizit in die *domänenspezifische* Qualifizierung der FuE-Themen aufgenommen.

den Gesamtforschungsbedarf innerhalb der *Domänen* und *domänenübergreifend* zu strukturieren (siehe Abbildung 4).

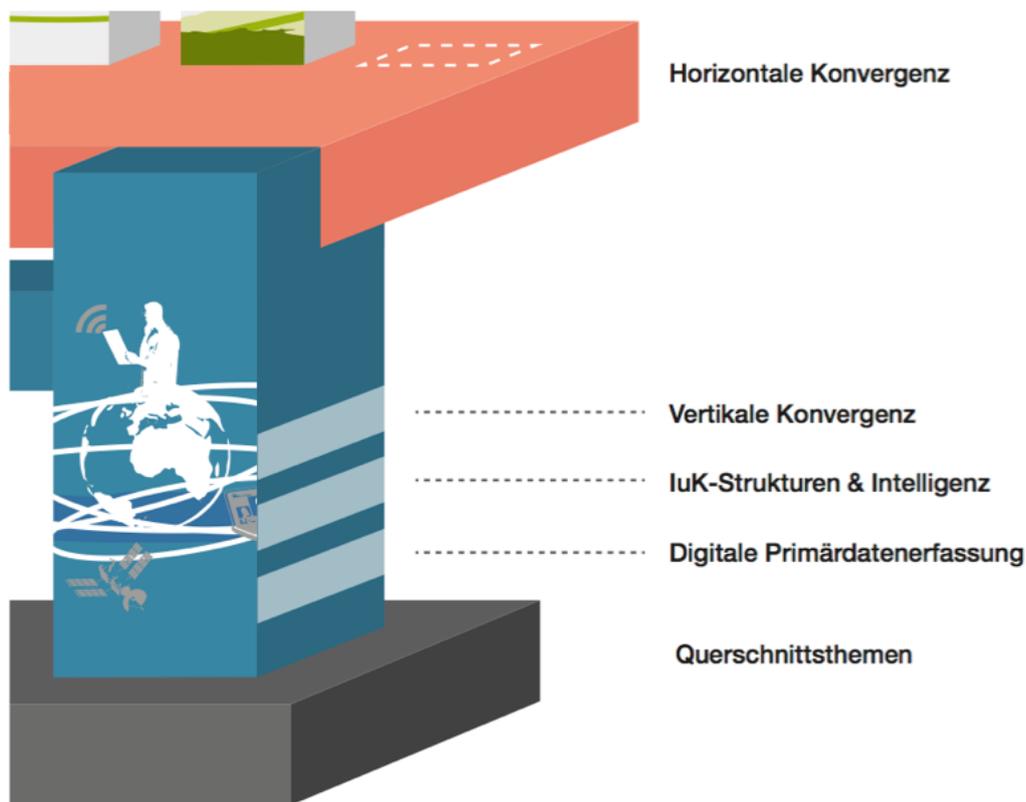


Abbildung 4: IN-Framework – Forschungsfelder
(Grafische Elemente aus Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014)

- **Forschungsfeld *Digitale Primärdatenerfassung***
Ausstattung bestehender Versorgungs- und Metastrukturen durch *domänenspezifische*, IuK-basierte Grundfunktionen an den physikalischen Schnittstellen der *Infrastrukturen*
- **Forschungsfeld *IuK-Strukturen & Intelligenz***
Evolution der *Versorgungsinfrastrukturen* durch neue IuK-Strukturen, deren Verknüpfung und *domänenspezifische* IuK-Werkzeuge, Komponenten und Lösungen
- **Forschungsfeld *Vertikale Konvergenz***
Domänenspezifisches Zusammenwirken einer intelligenten Versorgungsinfrastruktur
- **Forschungsfeld *Horizontale Konvergenz***
Domänenübergreifendes Zusammenwirken verschiedener intelligenter *Versorgungsinfrastrukturen* zur Erschließung neuer Effizienz- und Anwendungspotenziale
- **Forschungsfeld *Querschnittsthemen***
Themen, Funktionen und Lösungen, die gleichrangige Relevanz für alle *Versorgungsinfrastrukturen* aufweisen

FuE-Themen in den Forschungsfeldern *Digitale Primärdatenerfassung*, *IuK-Strukturen & Intelligenz* und *Vertikale Konvergenz* sind nach der Logik des *IN-Framework* vor allem im Kontext der jeweiligen *Domänen* zu betrachten, da überwiegend *domänenspezifische* Lösungen (z.B. zur digitalen Erfassung von Primärdaten) benötigt werden – obgleich *domänenübergreifende* einheitliche Lösungen insbesondere zur Realisierung der erwarteten Effizienzsteigerung anzustreben sind. In den Forschungsfeldern *Querschnittsthemen* und *Horizontale Konvergenz*, werden dagegen *domänenübergreifende* FuE-Themen verortet.

Die ausgewiesene *Horizontale Konvergenz* auf Basis der Vernetzung von *Domänen* durch *IuK-Technologien* schafft zusätzlich eine Plattform für die Realisierung von neuen Dimensionen des Zusammenwirkens zwischen den *Domänen* (siehe Abbildung 5).

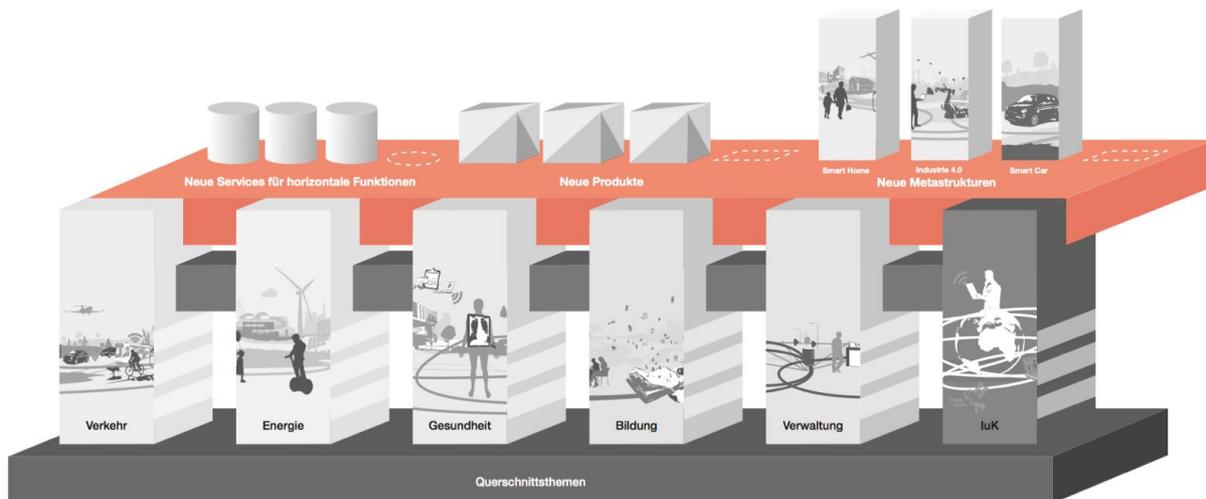


Abbildung 5: IN-Framework – Horizontale Konvergenz
(Grafische Elemente aus Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014)

Auf Basis der *Horizontalen Konvergenz* können durch die *horizontale* Verknüpfung von *domänenspezifischen* Informationen und Funktionen *neue Services für horizontale Funktionen* so gestaltet und angeboten werden, dass sie sowohl von den *Domänen* genutzt als auch die Basis für *neue Produkte* bilden können. Zusätzlich dazu wurden auf Ebene der *Horizontalen Konvergenz* *Meta-(Infra)strukturen* eingeführt und in das *IN-Framework* integriert, die neu entstehende Wirkungszusammenhänge mit Domänencharakter abbilden, die auf der Basis der bestehenden *Versorgungsdomänen* aufbauen aber durch ihre physische Ausprägung konzeptionell eine eigene *Domäne* bilden. Im Rahmen des Projekts werden in diesem Bereich insbesondere *Smart Home* und Produktion betrachtet. Mit *Smart Car* wird in Abbildung 5 nur eine der weiteren *horizontal* konvergente *Meta-(Infra)strukturen* schematisch angedeutet.

2.3.3 IN-Potenzialraum und Evolutionsstufen

Der *IN-Potenzialraum* soll einen strukturierten Umgang mit den durch die *Konvergenz Intelligenter Netze und Dienste* entstehenden Potenzialen ermöglichen. Das *IN-Framework* hat dafür eine notwendige Strukturierung, eine feingranulare Thematisierung und eine Attribuierung geschaffen. Im *IN-Potenzialraum* werden Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* konzeptionell beschrieben und anschließend mit geeigneten Werkzeugen und Vorgehensweisen (siehe Kapitel 5.1) konkretisiert, analysiert und attribuiert, um daraufhin auf die Erschließung dieses Potenzials ausgerichtete FuE-Themen zu entwickeln.

Der Ausgestaltung des *IN-Potenzialraums* liegen drei schematische Evolutionsstufen *Intelligenter Netze und Dienste* zugrunde (siehe Abbildung 6), die der IuK-Technologie eine maßgebliche Rolle als Treiber von *Konvergenz* zuteilen.

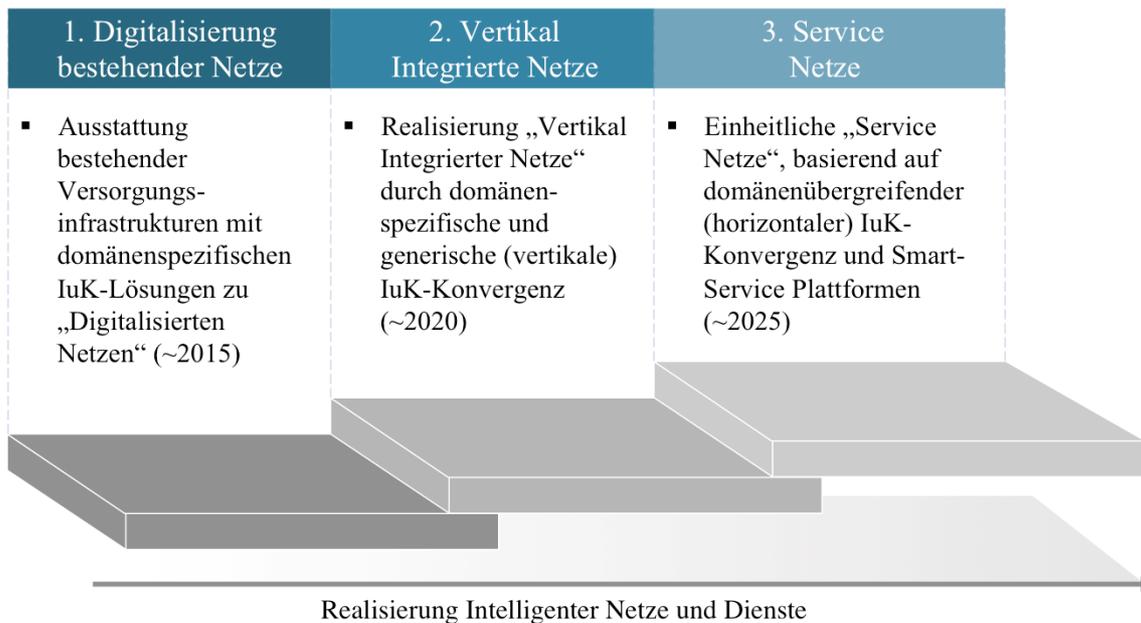


Abbildung 6: Evolutionsstufen Intelligenter Netze und Dienste

Dementsprechend wird durch *Digitalisierung* bestehender Netze zunächst eine Ausstattung bestehender *Versorgungsinfrastrukturen* mit *domänenspezifischen* IuK-Lösungen zu *Digitalisierten Netzen* erwartet. Dies geschieht bereits in vielen *Domänen* z.B. durch Cyber-Physical-Systems und ermöglicht u.a. auf Basis einer digitalen Primärdatenerfassung eine Interaktion der „realen“ und „virtuellen“ Welt (für aktuelle beispielhafte IKT-Projekte siehe u.a. Roland Berger Strategy Consultants, 2013). Ungefähr bis 2015 ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung in vielen *Domänen* zumindest begonnen und in ersten Bereichen innerhalb der *Domänen* bereits abgeschlossen wurden. Die nächste Evolutionsstufe beschreibt anschließend *Vertikal Integrierte Netze*, die insbesondere durch *domänenspezifische* und generische (vertikale) IuK-Konvergenz erreicht werden können. Damit werden z.B. intermodale Verkehrslösungen einschließlich einheitlicher Identifikations- und Abrechnungsverfahren ermöglicht oder auch die Vernetzung und Interaktion verschiedenster Akteure im Gesundheitswesen realisiert.³ Insbesondere eine Betrachtung verschiedener *Zielbilder* in den jeweiligen *Domänen* (siehe Kapitel 5.2.2.2) hat ergeben, dass diese Evolutionsstufe in etwa 2020 erreicht werden könnte. Die letzte Evolutionsstufe bezieht sich auf einheitliche *Service Netze*, die basierend auf *domänenübergreifender (horizontaler) IuK-Konvergenz* und *Smart-Service Plattformen* entstehen. Auf dieser Basis ist davon auszugehen, dass sich bis 2025 zahlreiche neue Services für *horizontale* Funktionen, neue Produkte und *Meta-(Infra)strukturen* entwickeln werden. Während sich in einigen *Domänen* die skizzierten Entwicklungen bereits heute abzeichnen, sind sie in anderen *Domänen* kaum erkennbar, da die untersuchten *Domänen* insgesamt sehr unterschiedliche Voraussetzungen und Ausgangsniveaus zur Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* aufweisen. Die beschriebenen Evolutionsstufen sind somit hinsichtlich Realisierungszeitpunkt und Ausprägung weder linear, noch trennscharf zu verstehen, sondern dienen hauptsächlich der konzeptionellen Strukturierung des zu erwartenden Potenzials.

Das Potenzial, das durch den Einsatz digitaler Technologien in den *Versorgungsdomänen* entstehen kann, lässt sich analog zum *IN-Framework* zunächst u.a. in technische, prozessuale, betriebswirtschaftliche, volkswirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Dimensionen einordnen. Schon dabei wird die Breite der Einflussmöglichkeiten deutlich, deren Bearbeitung durch ihre Vielfalt und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten einer klar strukturierten Vorgehensweise bedürfen.

³ *Vertikal Integrierte Netze* werden in den jeweiligen *Domänen* u.a. auch als *Intelligente Verkehrsnetze*, *Intelligente Energienetze*, *Intelligente Gesundheitsnetze*, *Intelligente Bildungsnetze* und *Intelligente Verwaltungsnetze* bezeichnet (für eine ausführliche Beschreibung der jeweiligen Netze siehe Glossar).

So wurden aus dem *IN-Framework* zum einen **deterministische** Potenziale aus der linearen Fortschreibung, aber auch Potenziale aus **bedingten** und pfadbezogenen Abhängigkeiten, sowie **strategische** und **disruptive** Potenziale als Basis für strukturell neues Handeln abgeleitet.

Deterministische Potenziale beschreiben überwiegend Trendfortschreibungen, Produkt und Funktions-Roadmaps und direkte Ableitungen aus bereits laufenden nationalen und internationalen Projekten. **Strategische Potenziale** wurden aus technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Potenzialüberlegungen gebündelt. Eine besondere Bedeutung erlangten in dieser Studie zudem die **bedingten Potenziale**, die auf Potenziale durch *horizontale* und *vertikale Konvergenz* hinweisen, die durch Verknüpfen vormals unabhängiger Prozesse zu entwickeln sind. **Disruptive Potenziale** sind als Wegbereiter für zukünftige Optionen zu verstehen. Diese Potenziale sind durch die Analysen, Handlungsempfehlungen und Roadmaps in die Ergebnisse eingeflossen.

Als Beispiel eines grundlegenden **strategischen Potenzials** für das Forschungsfeld *IuK Strukturen & Intelligenz* hat sich die Einschätzung entwickelt, IuK-Lösungen in den verschiedenen *Domänen* jeweils auf ein möglichst einheitliches Modulkonzept hinzuführen. Die Spezialisierung in der Hardware und Systemsoftware gilt es demnach strukturell zu reduzieren und dafür skalierbare Architekturen und Virtualisierung auf System- und Anwendungsebene zu forcieren. Dadurch wird relevanter Raum für vielfältige Skalierungsvorteile bei Beschaffung, Betrieb und Service induziert.

Ein Beispiel für ein konzeptionell zentrales **bedingtes Potenzial** hat sich aus den Überlegungen zur *Horizontalen Konvergenz* ergeben und ist ein Kernelement des *IN-Frameworks* und der skizzierten Evolutionsstufen *Intelligenter Netze und Dienste* in dieser Studie: eine Plattform der *Horizontalen Konvergenz* bzw. *Smart Service Plattform*. Mit dieser Plattform soll die Nutzung *horizontal* von den *Domänen* nutzbarer neuer Services erschlossen (vgl. u.a. Arbeitskreis Smart Service Welt, 2014) werden und Raum für neue Produkte geschaffen werden, die aus der Verknüpfung von Daten aus den verschiedenen *Domänen* entstehen können. Zudem wird durch die *Horizontale Konvergenz* die Basis für *Meta-(Infra)Strukturen* gelegt, die auf den vorhandenen *Versorgungsdomänen* aufbauen und neue Metastrukturen, wie z.B. *Smart City, Industrie 4.0* oder das *Smart Car* als mobiler Informations-Hub im zukünftigen Mobilitätsmanagement, bilden.

Ein Beispiel für ein **disruptives Potenzial** kann sich aus der Frage nach einer Neupositionierung der volkswirtschaftlichen Rolle von *Versorgungsdomänen* ergeben. Kann – und wenn ja – wie kann die Digitalisierung hier die Art der Planung, des Betriebs und der Weiterentwicklung in einem volkswirtschaftlichen Systemverständnis beeinflussen?

Ein weiteres **disruptives Chancenpotenzial** hat auch die Bündelung und Etablierung einer verantwortlichen Institution für die Gesamtorientierung der Informations- und Kommunikationsstrukturen als eigenständige *Versorgungsdomäne* IuK. Harmonisierung und Planung von Forschung, Entwicklung und Einsatz der IuK wird durch sich immer schneller entwickelnde IuK-Technologien, ihrer Produkte, ihres Einsatzes und ihrer weiter wachsenden Bedeutung zunehmend zu einem zentralen Schlüsselfaktor. Dies könnte eine Chance sein, aus Verzögerungen neue Beschleunigungs- und neue Skaleneffekte, auch in europäischem und weltweitem Handeln, zu erzielen.

Die folgenden FuE-Themen wurden auf Basis des *IN-Frameworks*, der skizzierten evolutionären Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* und der beschriebenen Potenziale identifiziert und qualifiziert.

3 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Der zu ermittelnde Forschungs- und Entwicklungsbedarf umfasst ein außerordentlich breites Spektrum von Anforderungen und ist deshalb durch eine hohe thematische Komplexität geprägt. Die Fokussierung von FuE-Themen wird insbesondere durch die technische Vielschichtigkeit und die unterschiedlichen Anforderungen der jeweils betrachteten *Domänen* erschwert. Ein Ausschnitt aktueller wissenschaftlicher Publikationen zu einigen Themenfeldern im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* hat dies bereits verdeutlicht. Die folgenden FuE-Themen wurden auf Basis von Expertenworkshops und in Abstimmung mit dem BMWi generiert und sind als Teilmenge möglicher Forschungs- und Entwicklungsthemen im *Potenzialraum Intelligenter Netze* zu verstehen.

Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sollen dazu anleiten, Informations- und Kommunikationstechnologien in *Intelligenten Netzen* als Kernbestandteile derart einzusetzen und zu verknüpfen, dass die in den jeweiligen *Domänen* existierenden Anforderungen mit Effizienzgewinnen und Wachstumsimpulsen erfüllt werden, die Skalierung und erweiterte Einsatzbreite funktionelle und wirtschaftliche Vorteile erschließen sowie für die Anwender als Leistungsfortschritt wahrnehmbar werden.

Die FuE-Themen werden im Folgenden unter Berücksichtigung des interdisziplinären Charakters von *Intelligenten Netzen und Diensten* anhand verschiedener Perspektiven (Technik, Wirtschaft, Individuum & Gesellschaft, Recht, Regulierung und Politik) inhaltlich in fünf Bereiche gegliedert (Technische *Konvergenz*, siehe Kapitel 3.1; Umsetzungsstrategien, siehe Kapitel 3.2; Ökonomische Potenziale, siehe Kapitel 3.3; Ordnungsrahmen, siehe Kapitel 3.4; Akzeptanz, siehe Kapitel 3.5) und gemäß einer einheitlichen Beschreibungsstruktur dargestellt (siehe Abbildung 7). Der Beschreibungsstruktur folgend, wird jedes FuE-Thema durch eine Motivation begründet, durch FuE-Bedarf konkretisiert und anhand exemplarischer Ergebnisse veranschaulicht. Anschließend werden die Ergebnisse des Qualifizierungs- und Priorisierungsprozesses (für eine Beschreibung des Prozesses siehe Kapitel 5.1) für jedes FuE-Thema zusammengefasst.

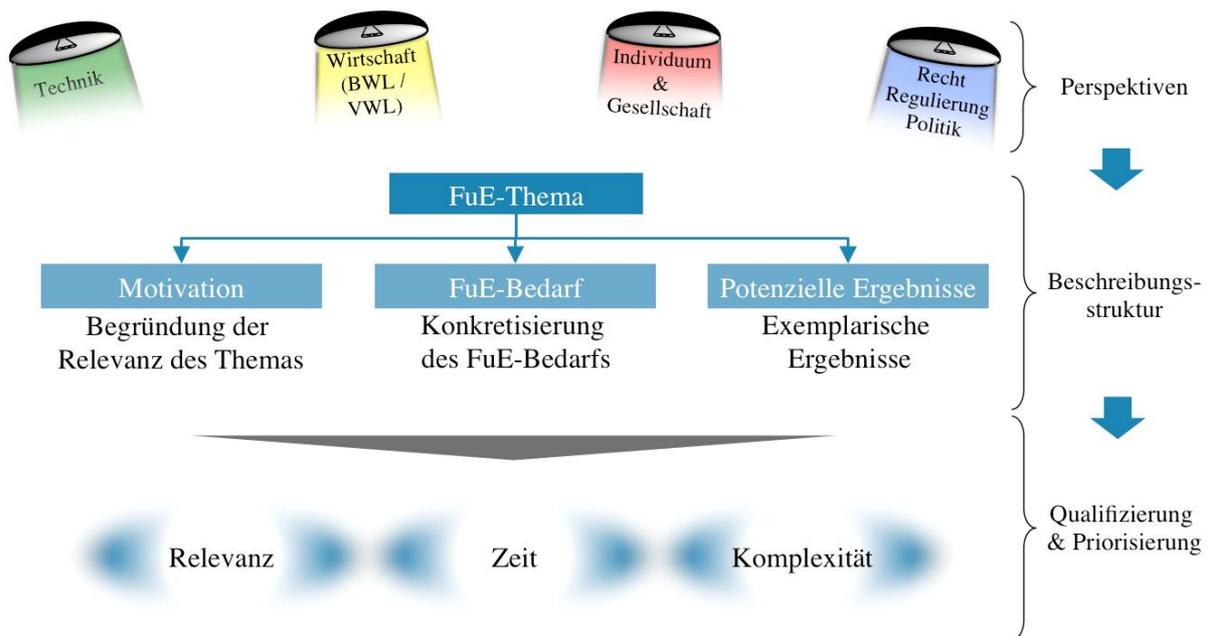


Abbildung 7: Struktureller Aufbau der FuE-Themen

Die Gliederungslogik, die der nachfolgenden Beschreibung der FuE-Themen zugrunde gelegt wird, umfasst drei Hierarchieebenen: In der ersten Gliederungsebene werden die FuE-Themen entsprechend ihres inhaltlichen Schwerpunkts gebündelt. Wie oben beschrieben, bezieht sich diese Ebene auf Themencluster in den Bereichen Technische *Konvergenz* (FuE-Themen 1-12), Umsetzungsstrategien (FuE-Themen 13-16), Ökonomische Potenziale (FuE-Themen 17-23), Ordnungsrahmen (FuE-Themen 24-32) und Akzeptanz (FuE-Themen 33-35). Die folgende Ebene (2. Gliederungsebene) beschreibt die

FuE-Themen, die durch den jeweiligen FuE-Bedarf (3. Gliederungsebene) präzisiert werden. Eine grafische Darstellung dieser Gliederungslogik liefert Abbildung 8.

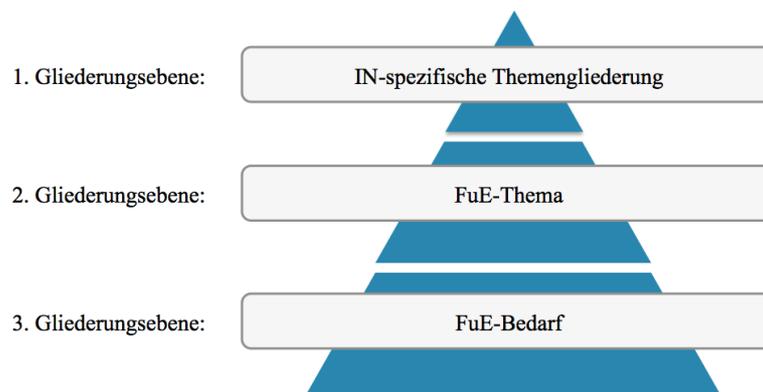


Abbildung 8: Gliederungslogik der FuE-Themen

3.1 Vertikale und horizontale technische Konvergenz ermöglichen

Ein großer Stellenwert kommt den FuE-Themen zu, die darauf abzielen, die *vertikale* und *horizontale Konvergenz* sicherzustellen. Die folgenden FuE-Themen wurden dabei identifiziert. Sie sind weitgehend unabhängig von einzelnen *Domänen* zu sehen und lassen sich grob in vier Teilbereiche aufteilen: Daten- und Endsystemfokus, Kommunikationssystemfokus, Interoperabilitätsfokus und Gesamtsystemfokus (Querschnittsfunktionen). Die Themen System-Software-Architekturen (siehe Kapitel 3.1.4), Primärdatenschnittstelle (siehe Kapitel 3.1.5), Datenmanagement (siehe Kapitel 3.1.7) und neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien (siehe Kapitel 3.1.2) beschreiben den FuE-Fokus auf Endsysteme und deren Software- und Datenarchitekturen. Der technische Fokus auf der Kommunikation liegt bei den Themen Basisdienste (siehe Kapitel 3.1.1), Flexibilität durch SDN und Virtualisierung (siehe Kapitel 3.1.3) und Mobilkommunikation (siehe Kapitel 3.1.8). Interoperabilität ist ein wichtiges Element, um *Konvergenz* zu ermöglichen. Die FuE-Themen Referenzarchitekturen (siehe Kapitel) und Standardisierung (siehe Kapitel 3.1.11) befassen sich mit diesem Schwerpunkt. Schließlich gibt es FuE-Querschnittsfunktionen wie Intelligenzfunktionen (siehe Kapitel 3.1.9), Querschnittsfunktionalitäten (siehe Kapitel 3.1.10) sowie Verfügbarkeit und Fehlertoleranz (siehe Kapitel 3.1.12).

3.1.1 FuE-Thema 1: Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln

I. Motivation

Kommunikationsnetze bilden in Zukunft zur *übergreifenden* Vernetzung aller Bereiche das Rückgrat unserer Informationsgesellschaft und stellen damit einen kritischen Faktor für die zukünftige Entwicklung aller Bereiche der Gesellschaft und der industriellen Systeme dar. In diesem FuE-Thema soll nicht auf Kommunikationsnetze als heutige *IuK-Versorgungsinfrastrukturen* eingegangen werden, d.h. weniger auf konkrete Bedarfe, Umsetzungen oder spezifische Bausteine, die es kurzfristig zu realisieren gilt. Dieses FuE-Thema umfasst vielmehr generelle Mechanismen wie Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit und Netzsicherheit sowie generelle Basisdienste und Schnittstellen, die dazu dienen, vielfältige *vertikale* und technische *Konvergenz* zu ermöglichen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Anwendungssektorenübergreifende Basisdienste identifizieren, beschreiben und evaluieren

Es sind Basisdienste in Kommunikationsnetzen zu identifizieren, die für mehrere Anwendungssektoren gleichermaßen eine Grundlage für den Betrieb darstellen. Dazu gehören Übertragungsdienst und Quality of Service (QoS) Dienste und auch Konfigurations- und Netzmanagementdienste.

- b) Konvergente Zugangsmöglichkeiten analysieren und bereitstellen (siehe auch drahtlose Vernetzung, Kapitel 3.1.8)

Zugangsmöglichkeiten zu Kommunikationsnetzen dürfen nicht nur auf eine Art oder einen bestimmten Zugang beschränkt sein, damit sie gleichermaßen von verschiedenen *Domänen* benutzt werden können. Während die technische Realisierung in nachfolgenden FuE-Themen konkretisiert wird, gilt es in diesem FuE-Bedarf, generelle Eigenschaften zur Erlangung von *Konvergenz* aufzustellen und zu entwerfen, wie z.B. Virtualisierungsmechanismen und Zugangskontrolle.

- c) Einheitliche Schnittstellen zwischen Kommunikationssystemen identifizieren und entwerfen

Um die Vielzahl an existierenden Kommunikationsnetzen für *vertikale* und *horizontale Konvergenz* und *domänenübergreifende* Anwendungen zu öffnen, sind einheitliche Schnittstellen zu definieren und in die Standardisierung einzubringen (siehe Kapitel 3.1.11). Die in vielen Fällen bereits existierenden Standards sind zu analysieren und in den Entwurf miteinzubeziehen, um möglichst wenige neue Standards schaffen zu müssen.

- d) Verfahren zur Analyse und Gewährleistung von Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit in intelligenten kritischen (Dienst-)Infrastrukturen analysieren, bewerten und neu entwickeln (siehe Kapitel 3.1.12)

Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit sind grundlegende Merkmale jeglicher kritischer Funktionen und somit bereits in Kommunikationsnetzen vorhanden. Es besteht jedoch FuE-Bedarf, um die Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit unter dem Gesichtspunkt *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* neu zu analysieren, zu bewerten und zu bestimmen, ob und wie neue Verfahren entworfen werden bzw. angepasst werden müssen um gleichzeitig verschiedene *Domänen* zu unterstützen.

- e) (Einheitliche) Verfahren zur Netzsicherheit analysieren und entwerfen

Es besteht großer Bedarf an Netzsicherheit. Dieser ist nicht nur für heutige IuK-Netze wichtig, sondern auch für Kommunikationsnetze, die *vertikale* und *horizontale Konvergenz* unterstützen. Bestehende Verfahren sind dahingehend zu analysieren und ggf. zu erweitern oder neu zu entwerfen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs führen zu generellen Mechanismen und Algorithmen, die eine essenzielle Grundlage für den Betrieb *Intelligenter Netze* als kritische Faktoren für *vertikale* und *horizontale* technische *Konvergenz* bereitstellen. Dazu zählen Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit und Netzsicherheit als generelle Merkmale. Daneben können weitere Basisdienste identifiziert werden, die für alle Anwendungen *Intelligenter Netze und Dienste* gleichermaßen vorhanden sein müssen. Dazu gehören unter anderem geeignete Zugangsmöglichkeiten für jegliche Anwendungen. Für den Betrieb sind dafür u.a. geeignete Schnittstellen zu identifizieren und als Standard festzulegen.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel bis hoch eingeschätzt. Diese Einschätzung beruht zum einen auf der hohen Heterogenität der existierenden Lösungsansätze und zum anderen auf den steigenden Anforderungen an die Basisdienste. Da die heterogenen Kommunikationsbasisdienste einer fortwährenden Veränderung unterworfen sind, ergibt sich ein hoher Koordinierungsaufwand. Dabei ist weiterhin eine Kompatibilität mit bestehenden Basisdiensten, z.B. GSM, IPv4, stets zu gewährleisten. Gleichzeitig steigen die Anforderungen und deren Vielfalt an Basisdienste z.B. hinsichtlich Verfügbarkeit und Sicherheit durch neue, konvergierende Anwendungen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2020-2025. Dieser späte Horizont ergibt sich aus dem erheblichen Aufwand, der betrieben werden muss, um einzelne Lösungsansätze zu vereinheitlichen. Je nach Komplexität können allerdings Basisdienste zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Ausprägung zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund kann kein einheitlicher Zeithorizont angegeben werden. Zeit wird nicht nur für die Technologieentwicklung, sondern insbesondere auch für die Änderung der Prozesse und die Standardisierung benötigt.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten Zielbilder innerhalb der jeweiligen Domänen) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige Domäne schließen.

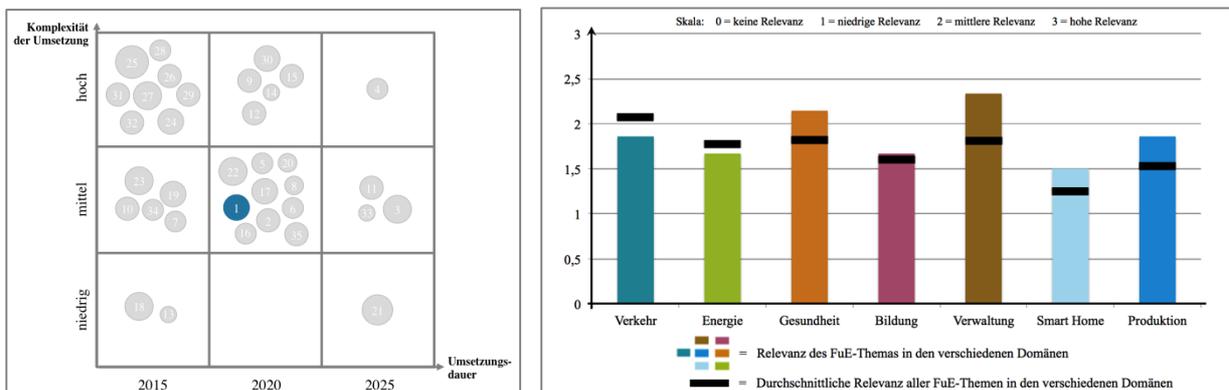


Abbildung 9: Qualifizierung des FuE-Themas 1 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.2 FuE-Thema 2: Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien für Intelligente Netze und Infrastrukturen nutzbar machen

I. Motivation

Intelligente Netze erfordern es, den Netzwerkbegriff und die Funktionen eines Netzes unter völlig neuen Gesichtspunkten und Prämissen zu betrachten. Durch die Verlagerung von *Intelligenz* aus höheren Schichten, wie zum Beispiel der Anwendungsschicht in das Netz selber, ergeben sich neue Gestaltungsmöglichkeiten für den Einsatz der Netze. Netzwerke wandeln sich von der statischen, rein zur Datenübertragung konzipierten Schicht hin zu eigenständigen, modular zusammensetzbaren, Funktionsblöcken innerhalb vernetzter Strukturen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Einsatzpotenziale von CPS-Systemkonzepten in *Infrastrukturen* identifizieren und analysieren

Cyber-Physical-Systems sind eigenständige (System-)Komponenten, welche die Schnittstelle zwischen realer und digitaler Welt darstellen. Durch die Vernetzung ergeben sich zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten, die zu identifizieren und analysieren sind. Durch die Vernetzung können vielfältige, neue Informationen in Anwendungen integriert werden; vormals nur lokal durchführbare Funktionen wie zum Beispiel Regelungen werden räumlich und über mehrere CPS-Knoten verteilt. Zudem werden durch CPS-Knoten Informationen zur Verfügung gestellt, die auf Grund der Vernetzung von anderen Knoten auch genutzt werden können.

b) Funktionsmodule einer CPS-Architektur für den generellen Einsatz in *Infrastrukturen* analysieren

Cyber-Physical-Systems können in neuen Systemarchitekturen als Building-Blocks oder Funktionsmodule eingesetzt werden. So können Anwendungen im Netzwerk bzw. in der Cloud laufen, wobei CPS die Interaktionen mit der Umwelt bzw. der physikalisch realen Welt durchführen. Damit hierbei keine Insellösungen entstehen, sind *domänenübergreifende* Gemeinsamkeiten für Funktionen zu identifizieren, die von CPS ausgeführt werden. Durch den Einsatz von CPS wird es ermöglicht, einzelne Entitäten modular als Building-Block in einen System-Entwurf einzuplanen.

c) Einheitliche Schnittstellen-Module an der Primärdatenschnittstelle entwerfen (mit speziellem Augenmerk auf hohe Variantenvielfalt, niedrige Einzelstückkosten sowie Fehlerdiagnose- und Servicefunktionalitäten)

Es besteht großer Bedarf, Daten in (intelligente) Netze einzuspeisen und hierbei auf standardisierte Schnittstellen zurückgreifen zu können. Nur durch Standardisierung sind notwendige niedrige Einzelstückkosten erzielbar. Es sind Schnittstellen zu identifizieren und zu analysieren, die möglichst allgemein gehalten werden (siehe Kapitel 3.1.11), um eine Vielzahl an intelligenten Knoten anbinden zu können und dennoch eine Grundmenge an Basis-Funktionalitäten wie Fehlerdiagnose und Servicezugriffe (z.B. automatische Updates) zu ermöglichen.

d) Prinzipielle Einsatzarten für das *Taktile Internet* (5G) in *Infrastrukturen* bereits in der Frühphase der Entwicklung identifizieren

Das *Taktile Internet* beschreibt zusätzlich geforderte Eigenschaften an ein v.a. mobiles Netzwerk, die teilweise bereits aus dedizierten Industrie-Umgebungen bekannt sind (Echtzeit-Kommunikation, Sicherheitsaspekte, u.a.). Dadurch ist zu analysieren, inwieweit Spezial-Netzwerke im Industrie-Umfeld durch 5G ersetzt werden können. Des Weiteren sind neue Anwendungen, die besondere Netzwerkeigenschaften des 5G nutzen, hinsichtlich einer Erweiterung auf den Consumer-Markt zu identifizieren.

- e) Einsatzpotenziale u.a. in Verkehr (kooperative Verkehrssysteme), Medizin (Telemedizin und Prothesen und Exoskelette), Bildung (eLearning mit real-time Interaktion zwischen Lernendem und Trainer) detaillieren

Intelligente Netze und Dienste ermöglichen eine vereinfachte *vertikale Konvergenz* auch innerhalb einzelner *Domänen*. Auf Grund der zur Verfügung stehenden Basisfunktionalitäten in *Intelligenten Netzen* ist davon auszugehen, dass sich der notwendige Entwicklungsaufwand für Anwendungen sowohl innerhalb einer *Domäne* als auch *domänenübergreifend* stark verringert und sich der Entwicklungsprozess verändern wird. Neue Entwurfs- und Entwicklungsstrategien sind diesbezüglich zu entwerfen, da sich die Dezentralisierung/Virtualisierung bereits in der Entwicklungsphase widerspiegelt.

Im Bereich Verkehr sind Einsatzpotenziale z.B. hinsichtlich kooperativer Verkehrssysteme mit einheitlichen Buchungs- und Abrechnungsmöglichkeiten zu analysieren. Als weiteres Beispiel ist eine weg- und fahrzeugabhängige Verkehrssteuerung zur Schonung der Umwelt zu betrachten.

Aufbauend auf den neuen Eigenschaften und Funktionen der *Intelligenten Netze* können weitere Einsatzpotenziale im Bereich Medizin und Bildung identifiziert werden. Im Bereich Telemedizin wird v.a. der Umstand genutzt, dass Daten gesichert und zuverlässig über ein Netzwerk bis zum Arzt/Krankenhaus übertragen werden, um somit einen Vor-Ort-Besuch überflüssig zu machen. Hierbei sind vor allem Aspekte der Datensicherheit, des Datenschutzes und der Datenhoheit von größter Bedeutung.

Für Bildung spielen *Intelligente Netze und Dienste* eine bedeutende Rolle, da durch eine sichere Authentifizierung und Autorisierung nicht nur Bildungsinhalte verteilt werden, sondern auch Prüfungsleistungen über das Netzwerk erbracht werden können. Dies ermöglicht es, neue Formen überprüfbarer und mit Zertifikaten versehener Bildungsangebote z.B. in Form einer virtuellen Universität bereit zu stellen.

- f) Technischen und wirtschaftlichen Nutzen des *Taktilen Internets* exemplarisch in Funktionen und Services abbilden und pilotieren

Das *Taktile Internet* ermöglicht es, typische Funktionen aus der Industrie über das Internet durchzuführen. Vor allem der Aspekt der Realzeit-Kommunikation spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Nur durch die Zusicherung von maximalen Übertragungszeiten für Daten können zum Beispiel Regelungen über das Internet realisiert werden, wofür zum aktuellen Zeitpunkt gesonderte Netzwerkstrukturen mit unterschiedlicher Technologie verwendet wird. Besonders der Aspekt der Mobilität auf Grund der Luftschnittstelle gewinnt hier an Bedeutung, da somit der gesamte Automotive-Bereich in die *Internet-Infrastruktur* eingebunden werden kann. Hierdurch wird *All-IP* auch auf diesen Bereich ausgedehnt.

- g) Einsatzpotenziale der Big Data Konzepte für den technischen und wirtschaftlichen Nutzen bei der *vertikalen* und *horizontalen* Infrastrukturkonvergenz analysieren

Unter diesem Punkt wird eine kritische Auseinandersetzung mit dem Thema Big Data, dessen Nutzen, aber auch dessen Gefahrenpotenzial gesehen. Es stellt sich u.a. die Frage, welche Einsatzzwecke aber auch Folgen der Einsatz von Big Data, also das Sammeln, Auswerten und v.a. Korrelieren von Massendaten hat.

- h) Anforderungskatalog für den Infrastruktureinsatz von Big Data Konzepten und Technologien entwickeln

Dieser Forschungsbedarf spiegelt die Ergebnisse der Diskussion um die Einsatzpotenziale von Big Data wieder. Hierbei erfolgt eine Beschreibung der Anforderungen an die intelligenten Netze, um den Einsatz von Big Data zum einen technisch zu ermöglichen, zum anderen aber auch gesellschaftlich vertretbar zu realisieren.

- i) Grundsätzliche Funktionalitäten von Big Data Konzepten und Technologien an die Bedürfnisse der *Infrastruktur Konvergenz* anpassen

Big Data steht im Fokus eigener, speziell auf dieses Thema abgestimmter Forschungsprogramme. Die Ergebnisse hieraus bilden eine wichtige Basis für die Integration von Big Data-Konzepten in *Intelligenten Netzen und Diensten* und die daraus resultierende *Konvergenz intelligenter Infrastrukturen*. Diese Themen sollten jedoch nicht ausschließlich getrennt voneinander betrachtet werden, sondern hinsichtlich sinnvoller Aspekte integrativ analysiert werden.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs sind frühe Erfahrungen bei der Erforschung und Entwicklung auf Systemebene zu betrachten. Darauf aufbauend lassen sich sowohl kommende Schwierigkeiten bei den weiteren Arbeiten als auch weitere Chancen bei konkreten Umsetzungen frühzeitig erkennen. Diese Erkenntnisse fließen in die Beschreibung/Standardisierung von Schnittstellen und Funktionen mit ein, so dass hierbei schon auf praktische Erfahrungswerte zurückgegriffen werden kann. Zudem sind neue Methoden und Konzepte exemplarisch als Beispiele und als Gedankenimpulsgeber vorhanden, auf die ggf. aufgesetzt werden kann. Durch die frühzeitige Bereitstellung von Systemkonzepten und Schlüsseltechnologien können diese und deren Anwendungsbereich in einem evolutionären Prozess weiterentwickelt werden.

IV. Qualifizierung des FuE-Bedarfs

Komplexität

Die Komplexität bei der Bearbeitung des vorliegenden Forschungsthemas ist verhältnismäßig hoch, da bereits in frühen Stadien der Forschung/Entwicklung ein Zusammenspiel aller beteiligten Akteure gefordert wird. Somit ist zu Anfang eine *domänenübergreifende* Einigung auf Standards/Schnittstellen notwendig. Als Herausforderung wird hierbei die Berücksichtigung der gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen gesehen. Aus technischer Sicht kann frühzeitig, nach erfolgter Einigung auf Schnittstellen, mit der Implementierung begonnen werden. Es ist möglich, kontinuierlich je nach Entwicklungsstand und Fortschritt weitere Funktionen in das Gesamtsystem zu integrieren und es somit schrittweise anzupassen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont für die Realisierung dieses Forschungsthemas wird mittel- bis langfristig veranschlagt, wobei dies differenziert zu betrachten ist. Durch den iterativen Charakter dieses Themas werden kontinuierlich neue Konzepte und Technologien für *Intelligente Netze und Dienste* verfügbar gemacht. Allerdings wird es Zeit benötigen, bis sich Best-in-Class Lösungen etablieren und als Basis-Funktionen in zuverlässiger Form zur Verfügung stehen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

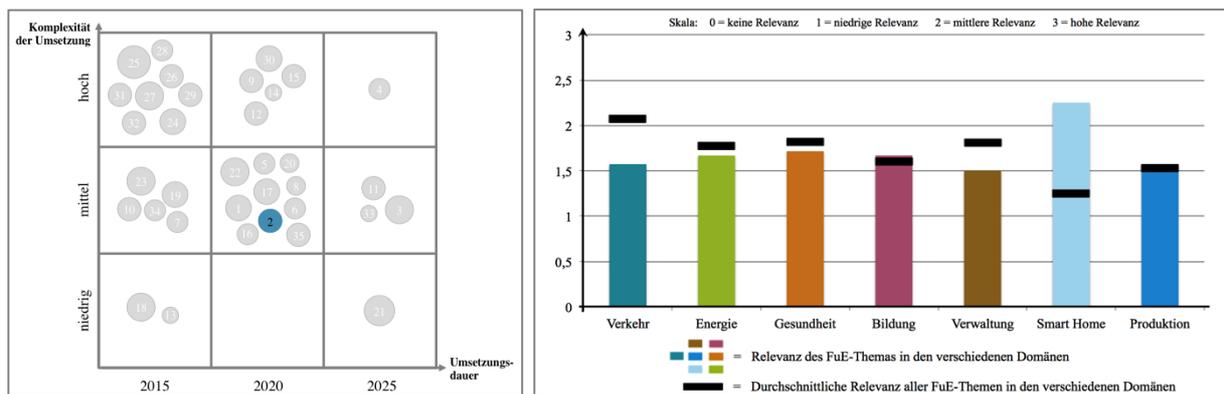


Abbildung 10: Qualifizierung des FuE-Themas 2 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.3 FuE-Thema 3: Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von Software Defined Networking (SDN) und Netzwerkvirtualisierung entwickeln

I. Motivation

Flexibilität ist eine Schlüsselanforderung für das Ermöglichen von *vertikaler* und *horizontaler* technischer *Konvergenz* und nicht zuletzt eine Basiseigenschaft von *Intelligenten Netzen und Diensten*, die sich flexibel an neue Anforderungen anzupassen haben. Heutige Netze sind vielfach einzelnen *Domänen* zugeordnet und unterstützen sehr wenig Flexibilität, d.h. Anpassbarkeit. Dies liegt unter anderem auch in der zugrundeliegenden, monolithischen Architektur der Netze. In den letzten Jahren sind mit Software Defined Networking (SDN) und Netzvirtualisierung zwei Technologien für Netze aufgetreten, die geeignet sind, eine hohe Flexibilität in Netzen zu ermöglichen. Netzvirtualisierung erlaubt es, eine Netzinfrastruktur für verschiedene Nutzer und verschiedene Anwendungen zu unterteilen und die resultierenden virtuellen Netze voneinander isoliert zu betreiben. Dieses Konzept ist vergleichbar mit dem Konzept des Cloud Computings bei Rechnersystemen. Daher wird eine enge Integration von Netzvirtualisierung und Servervirtualisierung (i.e. Cloud Computing) erwartet. Während Virtualisierung die bestehenden Ressourcen (Netz-, Serverressourcen) flexibler zu nutzen erlaubt, bietet das Konzept SDN deren flexible Steuerung, in dem die Nutzdatenweiterleitung in den Netzknoten getrennt von der Steuerungsebene programmiert werden kann und damit neue Möglichkeiten für die Netzsteuerung geöffnet werden (vgl. u.a. Zinner et al., 2013; Jarschel et al., 2014).

Noch besteht hoher Forschungsbedarf bei der Konkretisierung dieser generellen Konzeption für unterschiedliche Anwendungsanforderungen und insbesondere für die Unterstützung vielfältiger Anwendungssektoren.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Nutzungspotenziale von SDN analysieren und bewerten

Vom SDN Konzept wird erwartet, dass die Steuerung von Kommunikationsnetzen hinsichtlich Anpassbarkeit, Programmierbarkeit, Granularität und Protokollunabhängigkeit deutlich verbessert wird. Für konkrete *Domänen* und für *horizontale Konvergenz* ist zu untersuchen, inwieweit jeder dieser Eigenschaften zum Tragen kommt und welche Kosten dadurch verursacht werden, um das Potenzial von SDN aus technischer und wirtschaftlicher Sicht zu analysieren.

b) Steuerungsverfahren für Netzwerke (Forwarding) entwickeln

Die mit SDN erzielbare Flexibilität hängt von den Programmen ab, die in der SDN zentralen oder verteilten SDN Steuerungseinheit unterschiedliche Steuerungsverfahren realisieren. Es besteht Forschungsbedarf, hier geeignete Verfahren zu entwerfen, die insbesondere auch auf *vertikale* und *horizontale Konvergenz* abzielen.

c) Flexible Steuerung von Cloud Systemen und Datenzentren (Storage and Processing) entwickeln

Im ersten Schritt wird mit SDN die Datenweiterleitung in Netzen überaus dynamischer verwaltet als bisher. In zukünftigen Schritten werden dann auch Zugriffe auf ganze Daten- und Programm-/Service-Strukturen in Cloud-Systemen oder Datenzentren als Teil von Software Defined Networking verstanden und dynamisch verlagert und virtualisiert werden. Dies stellt einen zentralen neuen Enabler für die horizontale und vertikale Konvergenz dar.

d) Verfahren für die flexible Einrichtung und Verwaltung von virtualisierten Netzwerken entwerfen und bewerten

Virtualisierte Netzwerke sind kosteneffizient (z.B. bzgl. Netzressourcen, Energie) in physikalische Netze einzubetten.

e) Verfahren für die Isolation von Datenströmen in virtualisierten Netzwerken entwickeln und bewerten

Die Datenströme in koexistierenden virtualisierten Netzwerken dürfen sich je nach Anforderung nicht gegenseitig beeinflussen. Eine harte Isolation ist unter Umständen mit hohen Kosten und Ressourcenaufwand verbunden. Es besteht Forschungsbedarf wie und unter welchen Kosten eine gewünschte Isolation erzielt werden kann. Fragestellungen sind außerdem die Isolation hinsichtlich Angriffsicherheit sowie die eindeutige Zuordenbarkeit von Effekten.

f) Hardware-Unterstützung für SDN und Netzwerkvirtualisierung analysieren und entwickeln

Zur Beschleunigung der obigen Verfahren ist zu untersuchen, in wieweit Funktionen in Hardware realisiert werden können.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs ermöglichen eine neuartige Realisierung von Flexibilität in Kommunikationsnetzen, die es erlaubt verschiedene Anwendungen einzurichten, zu betreiben und zu managen, ohne funktionale Kompromisse zwischen den Anwendungen einzugehen, Datenströme isoliert voneinander auf derselben Netzinfrastruktur zu betreiben, die Datenweiterleitung und die Verarbeitung z.B. im Cloud Computing flexibel zu kombinieren und neue Steuerungsverfahren einzuführen.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel bis hoch eingeschätzt. Eine hohe Komplexität besteht sowohl bei der Umsetzung als auch beim übergreifenden Management. Spezielle Herausforderungen stellen dabei Orchestrierung, Migration, Ausfallsicherheit, Quality of Service (QoS) und Network Function Virtualization (NFV) dar. Insbesondere bei virtuellen Netzen sind darüber hinaus Sicherheitsfragen und Zuständigkeiten zu lösen. Eine weitere große Herausforderung stellt das Deployment über Domänengrenzen hinweg dar.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2020-2025. Erste Bausteine und Standardisierungsframeworks sind bereits vorhanden und sind anwendertauglich anzupassen. Dabei ist die Einbeziehung bestehender Systeme zu gewährleisten. Es wird erwartet, dass die Zeitschiene stark mit dem Breitbandausbau gekoppelt ist. Eine mögliche Verfügbarkeit von Lösungen in einzelnen *Domänen* wird etwa 2020 erwartet. Deren *horizontale* Integration wird nicht vor 2015 erwartet.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

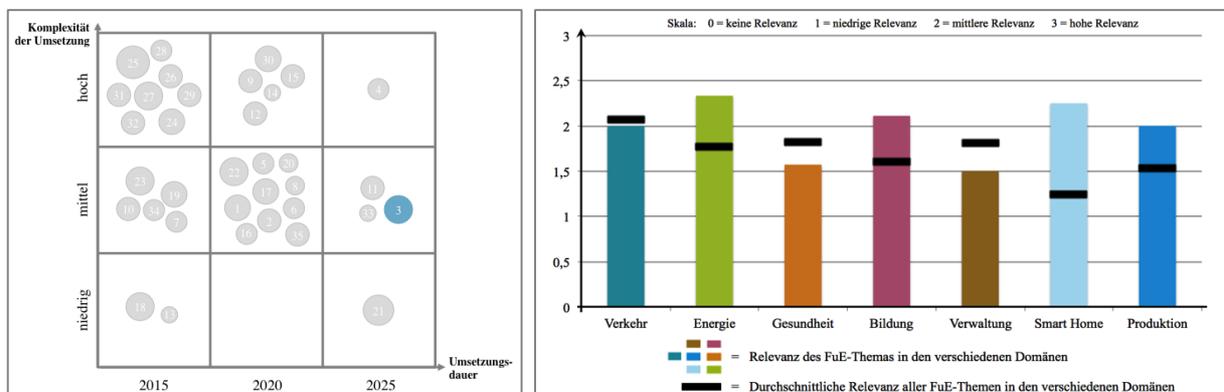


Abbildung 11: Qualifizierung des FuE-Themas 3 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.4 FuE-Thema 4: System-Software-Architekturen für große Versorgungsinfrastrukturen vor dem Hintergrund der Potenziale durch die IuK-induzierte Evolution des System-, Daten- und Prozessmanagements in und um Versorgungssysteme weiterentwickeln

I. Motivation

Die Management, Prozess- und Datenentwicklung der *Versorgungsdomänen* haben in der Vergangenheit eine weitgehend unabhängige methodische und zeitliche Entwicklung durchlaufen. Die digitale Durchdringung mit tiefgreifenden Datenerfassungs-, Datenkonsolidierungsherausforderungen stellt eine bedeutende Evolutionsstufe dar. Es gilt demzufolge nun, die Chance zu nutzen, eine strukturell ähnliche Architektur der Anwendungssoftwarearchitektur in den *Versorgungsdomänen* zu schaffen.

Architektur, Modularisierung und Einbindung der Querschnittsfunktionen sind ein zentraler und entscheidender Enabler für die Erschließung neuer Effizienzdimensionen innerhalb einer *Domäne* und als Voraussetzung für die *Konvergenz* über *Domänen* hinweg (siehe Kapitel 3.1.10). Sie bilden darüber hinaus die Implementierungsbasis für zukünftige neue *Meta-(Infra)strukturen*, die neue Versorgungsleistungen über neue Infrastrukturelemente schaffen, bündeln und anbieten.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Mit der bevorstehenden Evolutionsstufe einer umfassenden Datenerfassungs-, Datenkonsolidierungs- und damit verbundenen Konvergenzentwicklung wird die Möglichkeit geschaffen, die Basis für eine strukturell ähnliche Anwendungssoftwarearchitektur in den *Domänen* zu schaffen. Gleichzeitig sind die neuen System-Softwarearchitekturen für die Nutzung und Einbindung von vielfältigen Querschnittsfunktionalitäten zu konzipieren.

Dies betrifft die Phasen des strukturellen Wandels mit der Neukonzeption, des Betriebs wie auch der Weiterentwicklung.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Einflussfaktoren und Determinanten für eine Evolution der System-Architektur analysieren und identifizieren

Die kurz, mittel und langfristigen Einflussfaktoren sowie die Bestimmungsgrößen des Digitalisierungsprozesses müssen zur Ableitung einer Systemarchitektur erfasst werden. Dadurch werden für den evolutionär signifikanten Schritt der Digitalisierung sowohl hinsichtlich seiner Ziele, als auch der Vorgehensweisen, die technologisch, organisatorisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich relevanten Bestimmungsgrößen identifiziert und analysiert.

- b) Ein grundlegendes Software-Architekturskelett konzipieren, entwerfen und analysieren sowie „Building Blocks“ identifizieren

Sowohl aus top-down Sicht als auch mit bottom-up Verifikation soll ein grundlegendes Architekturskelett entstehen, um die Basis für eine neue evolutionäre Phase der Infrastrukturentwicklung zu legen. Dabei sind besonders exemplarische „Building-Blocks“ zu betrachten: Sie erlauben die Strukturen zu kennzeichnen, durch Ähnlichkeiten einen Mehrfachnutzen in verschiedenen Versorgungssystemen zu schaffen und die Basis für den Zusatznutzen durch *horizontale* Verknüpfung und Verwendung gleicher Funktionsmodule (z.B. Nutzer-Management) zu erarbeiten.

- c) „Building Blocks“ aufbauen und Querschnittsfunktionen integrieren

Die „Building Blocks“ systemtechnisch zu strukturieren und beispielhaft zu implementieren ist eine Vorstufe zur breiten Einbindung von Realisierungspartnern. *Horizontale* Integration und wiederverwendbare Querschnittsfunktionen sind ein besonderer Arbeitsschwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeit in diesem Handlungsfeld.

- d) Servicebeschreibungssprachen für gemeinsame Querschnittsfunktionen anpassen

Für eine breite Wirksamkeit und eine professionelle Umsetzung sollen Werkzeuge und Beschreibungssprachen bereitgestellt werden, die gemäß Plattformdefinitionen und Schnittstellen eine kooperative Entwicklung durch viele Partner in diesen Aufgabenfeldern ermöglichen und eine künftige Service-Architektur unterstützen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Mit einer durchgehenden Systemarchitektur wird der Digitalisierungsnutzen hinsichtlich erzielbarer Effizienz, Betriebskostensenkung, neuen Funktionalitäten und Lebenszyklusplanung auf vielfältige Weise ermöglicht und gefördert:

- SW Plattformarchitektur wirkt als Impuls für die Softwareindustrie im nationalen und internationalen Markt der zukünftigen, digitalisierten Versorgungssysteme. Dadurch ergeben sich Chancen für Anbieter von System- und Anwendungssoftware
- Die Top-Down System-Architektur macht eine systemweit anwendbare Datennutzungs-, Datenkonsolidierungs- und Datenerfassungs-Policy möglich.

- So schafft die Ähnlichkeitsbetrachtung zwischen den *Versorgungsinfrastrukturen* auch die Voraussetzung für die Identifikation und Integration von *horizontalen* Funktionsmodulen. Dadurch kann eine Parallelisierung der Bereitstellung von Querschnittsfunktionen mit definierten Schnittstellen frühzeitig erfolgen. Beispiele für *horizontale* Funktionsmodule sind zum Beispiel:
 - Nutzer- und Identifikationsfunktionen
 - Nutzungs- und Abrechnungssystematik
 - Nutzerdatenmanagement
 - Realtime Mass-Data Management
 - Sicherheit
 - Zuverlässigkeit
- Die System-Architektur erleichtert eine immer bedeutender werdende längerfristige HW- und SW-Versionsplanung.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität dieses Forschungsthemas für die praktische Einführung wird insbesondere aus politischer Sicht als hoch eingeschätzt.

Wissenschaftler und Wirtschaftsfachleute sehen trotz möglicher vielfältiger Blocker und der fachlichen Komplexität in einer Gesamt-Systemarchitektur ein wünschenswertes Ziel und den wichtigen Vorteil einer Chance für eine bessere Komplexitätsbeherrschbarkeit durch Modularisierung und gleichartiger *horizontaler* Systemfunktionalitäten.

Trotz vieler Beteiligter, vielfältiger Standards und sehr unterschiedlicher Rahmenbedingungen der Versorgungsstrukturen wird ein solcher Top-down Ansatz als notwendiger Schritt zur Funktions- und Effizienzsteigerung bei der Digitalisierung der Versorgungsnetze gesehen. Die Erfahrung aus früheren Projekten der Digitalisierung sollte daher von Beginn an systematisch genutzt werden.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Ein derartiges Forschungsthema kann nur in aufeinander aufbauenden Stufen vorangetrieben werden. Es hat eine große strukturelle Wirksamkeit und das Potenzial, in jeder Stufe weitreichende, die Digitalisierung stärkende, Nebeneffekte auszulösen.

Ein Systemarchitekturkonzept ist in einem ersten, zeitlich überschaubaren Schritt realisierbar, wobei die Kernfunktionalität mit seinem Erweiterbarkeitsmodell im Mittelpunkt steht. In diesem Schritt kann aus der Ermittlung von Gleichartigkeit, der Existenz einer Plattformstruktur, von Datenarchitekturen und Funktionsmodulen auf die Dimension der Nutzungs- und Effizienzsteigerungspotenziale geschlossen werden.

Im zweiten Schritt kann mit Systemmodulen, *horizontalen* Lösungsmodulen und Pilotierungen die Anwendungstauglichkeit geschärft und im Zeithorizont ab 2025 eine breite Basis für Softwareanbieter implementiert werden.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung

lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

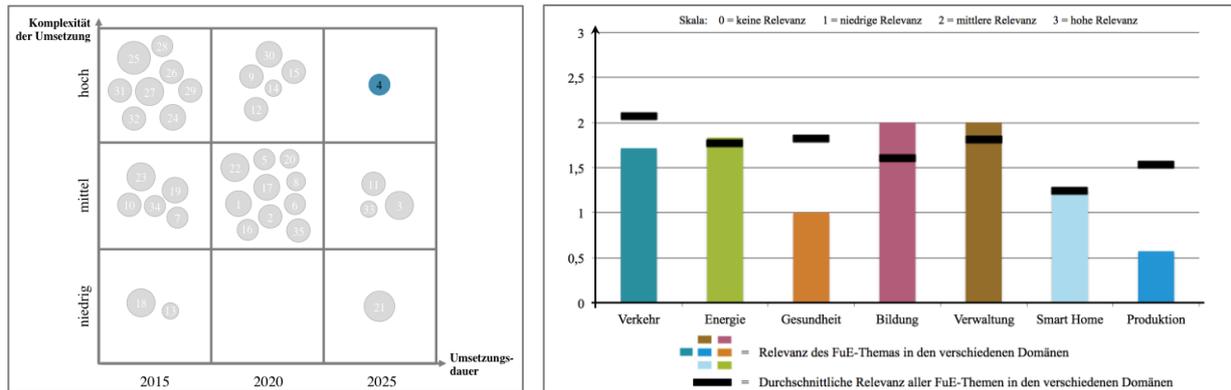


Abbildung 12: Qualifizierung des FuE-Themas 4 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.5 FuE-Thema 5: Übergreifende Konzeptionen zur Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle erarbeiten und exemplarisch zum Einsatz bringen

I. Motivation

Intelligente Netze ermöglichen Anwendungen und Funktionen auf Basis digitalisierter Daten bzw. Informationen. Somit stellen Daten und deren Erfassung den zentralen Dreh- und Angelpunkt für die zukünftige digitalisierte Informationsgesellschaft dar. Essenziell ist hierbei, eine valide und verlässliche Datenbasis zu schaffen. Zu diesem Zweck ist es von fundamentaler Bedeutung, bereits an der Quelle der Daten bzw. Information mit Hilfe von standardisierten/vereinheitlichten Systemen den Zugriff zu verwalten. Diese Aufgabe werden in zukünftigen Systemen insbesondere Cyber-Physical-Systems (CPS) übernehmen, die die Systemkomponenten an der Schnittstelle von realer, analoger und digitaler Welt darstellen. Dieses FuE-Thema betrachtet insbesondere die Verwaltung der durch *Intelligente Netze und Dienste* verbundenen CPS und die damit erfassten/generierten Daten.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Eine Systemarchitektur und zugehörige Systemmodule der Primärdatenschnittstelle für den industriellen Einsatz erarbeiten

Es ist ein Konzept für eine Systemarchitektur zu erarbeiten, welche es erlaubt, durch spezielle Systemmodule die Erfassung von Primärdaten in verschiedenen *Domänen* zu ermöglichen, Datenstrukturen zu erstellen, anzupassen und im Kontext von *Intelligenten Netzen und Diensten* bereitzustellen. Hierzu sind geeignete Hardware-Technologien zu identifizieren, ebenso wie kombinierte Hard- und Softwarekonzepte zur Gewährleistung der Funktionalität (Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit, Hardware-/Software-Codesign etc.). Um eine Homogenisierung bei der Datenerfassung zu erreichen, sind dazu technische Parameter zur Beschreibung der Daten in geeigneter Weise zu definieren. Weitere Anforderungen an die Systemmodule werden in den folgenden FuE-Bedarfen aufgezeigt.

- b) Einen Anforderungskatalog für systemisch relevante Grundfunktionen erarbeiten, der Module für Safety, Security, adaptive Funktionsstrategien und autonome Systemfunktionalitäten beinhaltet

Auf Grund der Bedeutung der Primärdatenschnittstellen sind grundlegende Funktionen bei der Datenerfassung für die Systemfunktionalität und -stabilität innerhalb *Intelligenter Netze* essenziell. Vor allem in Bezug auf Akzeptanz sind die Module für Safety und Security von wesentlicher Bedeutung. Um hierfür eine tragfähige Basis zu schaffen, ist es erforderlich, dass ein Anforderungskatalog mit allen grundlegenden Funktionen erstellt wird. Diese sind domänenunabhängig zu identifizieren. Bereits während der Erfassung und Digitalisierung von Daten muss deren Authentizität gewährleistet sein.

- c) Anwendungs- und Nutzenpotenziale von CPS-Schnittstellenmodulen in bestehenden und zukünftigen *Infrastrukturen* und in generellen industriellen Prozessen (wirtschaftlich und technisch) erarbeiten

Eine Standardisierung der Schnittstellen zu *Intelligenten Netzen* ermöglicht die Bildung von kostengünstigen Basiskomponenten im Bereich der Datenerfassung, begünstigt durch Skalierungseffekte. Cyber-Physical-Systems werden in Zukunft als intelligente Knoten an der Schnittstelle zwischen analoger und digitaler Welt agieren und dort vielfältige Funktionen bereitstellen. Ziele der neuen Funktionalitäten sind zum einen eine effizientere und zugleich flexiblere Nutzung vorhandener Ressourcen. Indem Systeminformationen wie Ressourcenauslastung- und Verfügbarkeit etc. in Echtzeit zur Verfügung stehen, wird die Realisierung diverser Optimierungsstrategien ermöglicht. Zum anderen werden durch die Verknüpfung und Nutzung dieser aus mehreren Knoten stammenden Informationen neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen.

- d) Unternehmerisches Handeln bei der Entwicklung und Erschließung der industriellen Nutzung von CPS-kompatiblen Systemmodulen fördern

Die Einführung von Cyber-Physical-System in die industrielle Nutzung erfordert unternehmerisches Denken und Handeln, da hierbei Neuland betreten wird und somit das Ergebnis ungewiss und mit Risiken behaftet ist. Allerdings bietet dies die große Chance, sich z.B. durch neue Prozesse im Produktionsablauf, durch andere Formen der Logistik in und während der Produktion und durch dem Zusammenspiel der inter-industriellen Partner zu differenzieren und sich dadurch schneller und flexibler an neue Anforderungen anpassen zu können. Das unternehmerische Risiko, diesen Schritt zu gehen, soll vermindert werden, da ansonsten v.a. der deutsche Mittelstand versäumt, sich den neuen Gegebenheiten und den neuen Möglichkeiten insbesondere im produzierenden Gewerbe anzupassen und zu nutzen.

- e) Ein Managementsystems für die exponentiell wachsende Anzahl intelligenter Teilfunktions-träger in der Peripherie und in den Netzkontrollpunkten (Device Management / Device Control) konzipieren und realisieren

Eine Herausforderung bei der Realisierung der Digitalisierung wird es sein, die hierfür notwendigen Geräte und Elemente in allen Aspekten zu verwalten. Vorher in sich abgeschlossene Funktionen und Systeme werden in Zukunft in Wechselwirkung zueinander stehen. Gerade diese Wechselwirkungen sind es, die die Komplexität in der Verwaltung von Cyber-Physical-Systems mit sich bringen, denn hierbei werden zum Beispiel Funktionen für ein Rechte-/Zugriffsmanagement für einen kontrollierten Datenaustausch benötigt. Zudem muss ein durchgängiges Management der in den Cyber-Physical-Systems eingesetzten Hard- und Software gewährleistet werden. Diese Systeme werden wesentliche Aufgaben innerhalb von *Intelligenten Netzen und Diensten* übernehmen, so dass ein Konzept für Austausch oder Update der Hard- und Softwarekomponenten oder eine Änderung der Konfiguration essenzielle Punkte darstellen. Für die Netzwerkkomponenten wird dieses Thema unter „Software Defined Networking (SDN)“ (siehe Kapitel 3.1.3) dediziert behandelt.

III. Potenzielle Ergebnisse

Nach der Bearbeitung des FuE-Bedarfs sind die Anforderungen an die Primärdatenerfassung, vor allem im Bereich der Cyber-Physical-Systems zusammengefasst. Eine durchgängige, ganzheitliche Architektur ermöglicht es, verschiedene Lösungen für das Management der Systeme zu erarbeiten und weitere, auf den Primärdaten basierende Anwendungen zu identifizieren. Dies stellt die Basis sowohl für die *vertikale* als auch *horizontale Konvergenz* dar.

Die Fokussierung auf das Management der Primärdatenschnittstelle ermöglicht im internationalen Vergleich einen Wettbewerbsvorteil insbesondere bei der Digitalisierung von Maschinen und Anlagen. Dadurch könnte sich ein nationaler Vorteil bei der *Digitalisierung bestehender Versorgungsinfrastrukturen* und damit ein erhebliches Exportpotenzial ergeben.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität für die Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle wird allgemein als mittel eingestuft. Die maßgeblichen und treibenden Faktoren dafür sind:

- Vereinheitlichung der Primärdaten: Datenbeschreibung, Datenstrukturen, etc.
- Vielfalt an bereits existierenden Standards und Technologien erfordert Konsolidierung
- Unterschiedliche Lebenszyklen in verschiedenen *Domänen*
- Verschiedene Innovationsgeschwindigkeiten zwischen IKT und *Infrastruktur*
- Handhabbarkeit in Teilbereichen gegeben (v.a. im industriellen Umfeld), jedoch nicht übergreifend (insb. wenn Kunden aus den Bereichen Verkehr oder Gesundheit involviert sind)
- Sicherstellung von Datenkonsistenz und -integrität

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Dieses Forschungsthema ist eine wesentliche Voraussetzung zur Weiterentwicklung des gesamten Themenkomplexes, wobei durchgehende Ergebnisse in einem mittelfristigen Zeithorizont bis 2020 erwartet werden. Die Integration von bestehenden Systemen in neue *Infrastrukturen* stellt einen maßgeblichen Faktor dar. In einzelnen *Domänen* wird das Management von Primärdatenschnittstellen im Rahmen der *vertikalen Konvergenz* schneller realisiert werden, wie in der *domänenübergreifenden horizontalen Konvergenz*. Wenn bereits bestehende Ontologien verwendet werden können, ist ein frühzeitiger Roll-Out möglich. Allerdings decken diese Ontologien nicht alle Erfordernisse von *Intelligenten Netzen* ab und sind nur bedingt einsetzbar. Im Falle der Verwendung von heterogenen CPS mit individueller Sensorebene sind Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung bis 2020 zu erwarten. Bei einer durchgehenden, systemweiten CPS-Ansprache wird der Zeithorizont bis 2025 gesehen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

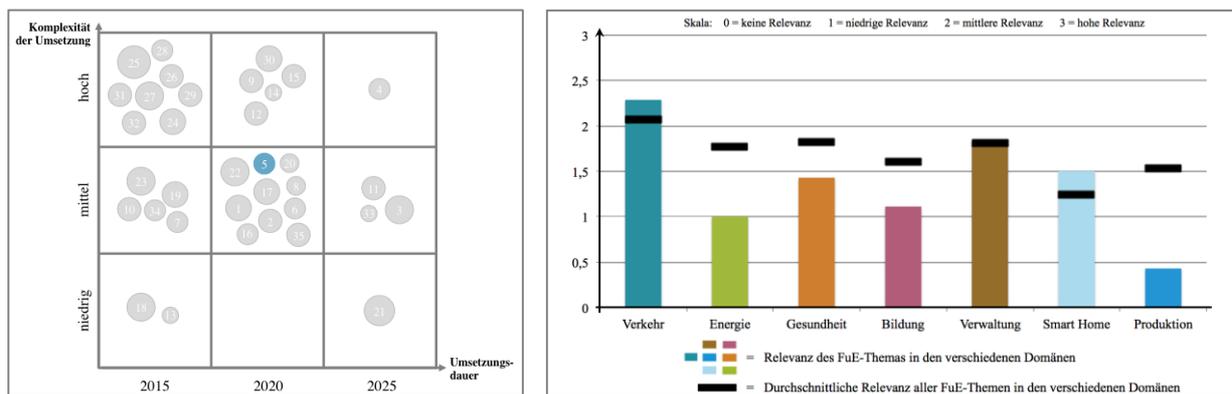


Abbildung 13: Qualifizierung des FuE-Themas 5 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.6 FuE-Thema 6: Bereichsspezifische und übergreifende Referenzarchitekturen erstellen und hinsichtlich Konvergenz auslegen

I. Motivation

Referenzarchitekturen werden als notwendige Voraussetzung betrachtet, um *vertikale Konvergenz* und *horizontale Konvergenz* zu erzielen. Referenzarchitekturen dienen dazu, Komponenten zu definieren, deren Bezüge untereinander und zwischen den zugehörigen Schnittstellen und Komponenten festzulegen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) *Domänenspezifische* und *übergreifende* Referenzarchitekturen identifizieren und modellieren

Referenzarchitekturen sind für jede *Domäne* und *übergreifend* über mehrere *Domänen* auf Basis von verschiedenen Konvergenzscenarien zu identifizieren und mit geeigneten Methoden und unter Zuhilfenahme von existierenden Modellen zu beschreiben.

b) *Domänenspezifische* Referenzarchitekturen zu übergreifenden Meta-Referenzmodellen integrieren

Existierende und neu zu entwickelnde *domänenspezifische* Referenzarchitekturen sind zu integrieren. Die resultierenden Meta-Referenzmodelle zeigen Integrationswege und -möglichkeiten – insbesondere zur Realisierung *vertikaler Konvergenz* – auf.

c) Netztopologien auf ihre Eignung für Referenzarchitekturen analysieren und bewerten

Nicht alle Netztopologien, z.B. reine Verteilnetze, Meshnetze oder Ringstrukturen, eignen sich gleichermaßen für die Realisierung von Systemen hinsichtlich aller Referenzarchitekturen. Unterschiede sind herauszustellen und hinsichtlich Kosten und Nutzen zu bewerten.

d) Steuerungsarchitekturen auf ihre Eignung für Referenzarchitekturen analysieren und bewerten

Architekturen für die Systemsteuerung haben Einfluss auf die Flexibilität und Skalierbarkeit der Systeme. Für die Referenzarchitekturen sind geeignete Steuerungsarchitekturen zu identifizieren, zu analysieren und zu bewerten.

- e) Verfahren und Schnittstellen für das übergreifende Netzwerkmanagement identifizieren und entwerfen

Netzmanagementverfahren sind geeignet in Referenzmodellen einzugliedern und einzuarbeiten.

- f) Konvergenzstrategien entwickeln und bewerten

Auf Basis der Referenzarchitekturen und Meta-Referenzarchitekturen sind Strategien für *vertikale* und *horizontale Konvergenz* zu entwickeln. Dabei sind geeignete Simulations- und Testszenarien aufzustellen und für die Analyse und Bewertung heranzuziehen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs stehen eine Reihe von Referenzarchitekturen und Meta-Referenzarchitekturen zu Verfügung sowie Strategien, wie diese *vertikale* und *horizontale Konvergenz* ermöglichen. Analyseergebnisse basierend auf umfassenden Simulationen und Tests helfen die Referenzarchitekturen auf ihre Eignung hin zu bewerten.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt, da erste Referenzarchitekturen bereits existieren. Allerdings ist deren Vereinheitlichung erst noch zu lösen. Bei diesem FuE-Thema ist die Komplexität nicht vorrangig technischer, sondern insbesondere politischer und organisatorischer Art. Es bestehen insbesondere vielfältige Abhängigkeiten zwischen *domänenspezifischen* Referenzarchitekturen, die es zu lösen gilt.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2015-2025. Meta-Referenzmodelle sind zeitnah erstellbar (2018). Ihre Umsetzung in allen Details ist jedoch zeitlich durch die erforderliche politisch-organisatorische Konsensbildung aufwändig und wird für 2020 in *Domänen* und 2025 *übergreifend* erwartet.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

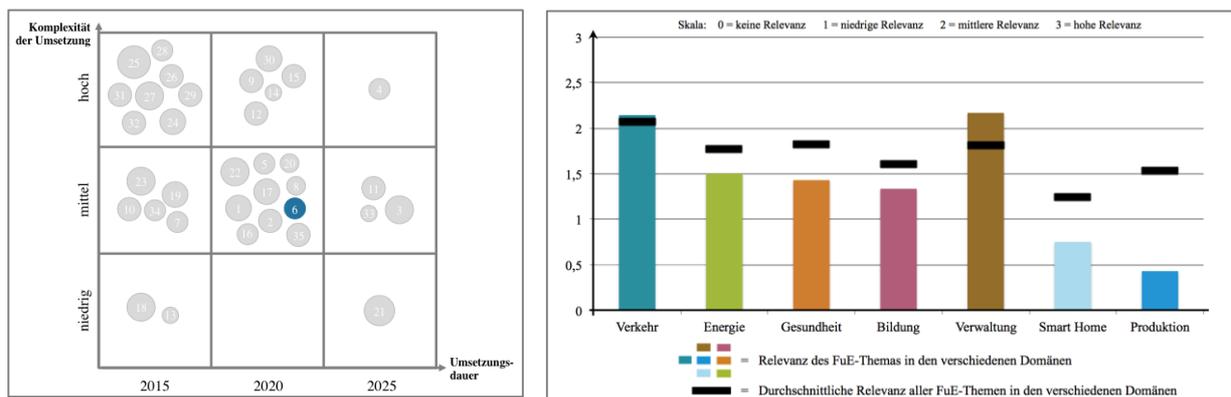


Abbildung 14: Qualifizierung des FuE-Themas 6 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.7 FuE-Thema 7: Geeignete Datenmanagementsysteme entwickeln und deren Anforderungen erarbeiten

I. Motivation

Intelligente Netze und Dienste dienen dazu, Daten bereitzustellen und den Zugriff darauf zu regeln, wobei besondere Eigenschaften wie Zugriffszeiten, Sicherheit, Schutz etc. nicht auf Anwendungsebene, sondern als inhärente Netzwerkfunktion zur Verfügung gestellt werden. Daraus ergibt sich folglich, dass bei der Betrachtung von *Intelligenten Netzen und Diensten* dem Datenmanagement eine bedeutende Rolle zukommt. Es stellt sich die Frage, inwieweit bestehende Konzepte aus dem Bereich des Datenmanagements auf *Intelligente Netze und Dienste* übertragen werden können und wie die verschiedenen, *domänenspezifischen* Ausprägungen zusammenwirken.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Kompatible Datenformate in und zwischen den *Versorgungsinfrastrukturen* identifizieren und entwickeln

Wesentliche Treiber für die Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* liegen im Bereich des Datenzugriffs und der gemeinsamen Datennutzung über Domänengrenzen hinweg. Ohne kompatible Datenformate können Anwendungen nur als Insellösung entstehen, die eine Konvertierung der Daten in ein für sie brauchbares Format jeweils eigenständig lösen. Dabei wird diese Problemstellung nicht einheitlich gelöst, sondern immer wieder erneut vorgenommen. Dies bindet Ressourcen unnötig in einem hohen Ausmaß. Kompatible Datenformate und geregelte Zugriffsmöglichkeiten ermöglichen einen Schub in Richtung effizienter Anwendbarkeit und Verbreitung der Daten, was sich wiederum in einer massiven Steigerung der Zahl der Anwendungen widerspiegeln kann.

Nur durch die Erarbeitung von gemeinsamen Datenformaten ist es zudem möglich, Datenmanagementsysteme als Produkte zu entwickeln, die auf Grund von Skalierungseffekten kostengünstig anwendbar sind und somit eine große Verbreitung erfahren können.

- b) Schnittstellendefinition, Festlegung und Standardisierung erarbeiten

Als Basis für Datenmanagementsysteme sind einheitliche Schnittstellen und Grundfunktionen zur Verwaltung der Daten erforderlich. Durch die Festlegung und Nutzung von Standards können sich Verwaltungs- und Managementsysteme in verschiedenen Formen und Varianten etablieren. Vor allem wird dadurch die Erfassung der Daten, deren Bereitstellung und ihre Verwaltung, sowie eine Aufteilung in einzelne, selbständige Komponenten ermöglicht, die von verschiedenen Anbietern bereitge-

stellt werden können. Dies erzeugt Wettbewerb, in dem verschiedene Lösungen – je nach Anforderung an Leistungsfähigkeit und Funktionsumfang – entstehen und als Treiber fungieren können.

- c) Flexible, verteilte und sichere Datenstrukturen als Data-Pool und gemeinsame Datenreferenz für große Nutzerzahlen mit Realzeit Anforderungen modellieren

Daten und deren Struktur sind der zentrale Bestandteil innerhalb *Intelligenter Netze und Dienste*. Dies bedeutet, mit Hilfe zentral zur Verfügung gestellter, gemeinsam genutzter Daten wird sowohl eine *vertikale* als auch *horizontale Konvergenz* erreicht. Dies stellt hohe Anforderungen an den Daten-Pool, da v.a. bei einer großen Nutzerzahl die Zugriffsmechanismen sichergestellt werden müssen. Zudem sind auch die Zeitanforderungen zu betrachten, da für das *Taktile Internet* nicht nur die Übertragung, sondern auch der Zugriff auf die Daten von wesentlicher Bedeutung ist. Um hierfür an Lösungen arbeiten zu können, ist es sinnvoll, mit der Modellierung flexibler, verteilter und sicherer Datenstrukturen zu beginnen. Dies erlaubt im Anschluss daran die Aktivitäten zu parallelisieren und somit schneller Ergebnisse zu erhalten.

- d) Merkmalkatalog für die Anforderungen nach dem Bundesdatenschutzgesetz, den zukünftigen Echtzeitanforderungen und unter Berücksichtigung zukünftiger Anonymisierungsverfahren erarbeiten

Eng verknüpft mit der Modellierung der Datenstrukturen ist ein Merkmalkatalog. Für diesen Katalog ist es essenziell, dass zukünftige Anforderungen betrachtet werden. Neue, in zukünftigen Systemen unabdingbare Verfahren wie zum Beispiel zur Anonymisierung privater Daten benötigen weitergehende Funktionen und stellen tiefgreifende Anforderungen wie zum Beispiel Echtzeiteigenschaften an das System.

III. Potenzielle Ergebnisse

Geeignete Datenmanagementsysteme erlauben den Zugriff und die Verwaltung von Daten, unabhängig einer speziellen Applikation. Mit Hilfe dieser Managementsysteme sind die Eigenschaften der Daten wie Zugriffskontrolle, Lebensdauer der Daten, Zugriffszeiten, etc. innerhalb des Netzes zu verwalten. Als Ergebnis dieses Forschungsthemas wird ein Anforderungskatalog mit den Eigenschaften der Daten und einer prototypischen, beispielhaften Implementierung zum Aufzeigen der Fähigkeiten erwartet.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität wird durchgehend als relativ hoch eingestuft, da viele unterschiedliche Interessen und Faktoren bei der Betrachtung von Daten zusammenzuführen sind. Um die Komplexität beherrschbar zu machen sind Metadaten zur Beschreibung der Nutzdaten einzuführen, wobei der Abstimmungsprozess hierfür auf Grund der Heterogenität sehr aufwendig sein kann. Die Aggregation von Datenmodellen über Domänengrenzen hinweg bedarf einer genauen Betrachtung da immer ein Kompromiss zwischen Datennutzung und Privatsphäre gefunden werden muss. Hohe Komplexität wird auch bei der Interaktion der verschiedenen Datenbelange gesehen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Auf Grund der Dringlichkeit und der Bedeutung der Daten für die *Intelligente Netze und Dienste* werden Ergebnisse bereits kurz bis mittelfristig erwartet. Bereits bestehenden Datenmanagementsysteme müssen hinsichtlich ihrer Eignung im Bereich der Vernetzung und verteilten Anwendung analysiert und überprüft werden. Auch hier spielen Ontologien und Datenbeschreibungsmöglichkeiten eine be-

sondere Rolle, die auf Grund der Vielfalt von unterschiedlichen Datenmodellen und Datenarten notwendig sind.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

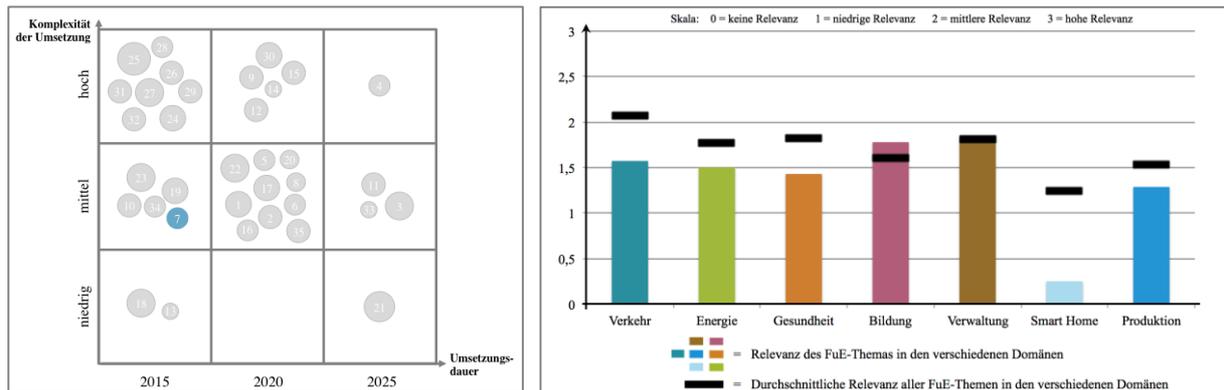


Abbildung 15: Qualifizierung des FuE-Themas 7 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.8 FuE-Thema 8: Übergreifende und durchgehend drahtlose Vernetzung erforschen

I. Motivation

Um die in Zukunft geforderte Flexibilität und Mobilität der Systeme zu ermöglichen wird erwartet, dass die Vernetzung und Kommunikation in verstärktem Maße drahtlos geschieht. Es besteht erhöhter Forschungsbedarf, derzeitige drahtlose Kommunikationssysteme hinsichtlich Abdeckung in ausreichender Bandbreite, Echtzeitfähigkeit, Unterstützung von Maschinenkommunikation und Kooperation zu erweitern (vgl. u.a. Sörries, 2013).

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Konzepte für einen flächendeckenden Zugang zu Kommunikationsnetzen mittels Integration drahtloser Vernetzung erstellen und evaluieren (z.B. LTE-WLAN Offloading)

Um eine durchgängige Versorgung unterschiedlicher Kommunikationsgeräte sicherzustellen sind Verfahren zu entwickeln, um unterschiedliche drahtlose Systeme zu integrieren.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- b) Bedarf und Konzepte verschiedener Stufen der Echtzeitkommunikation in drahtlosen Netzen analysieren, entwickeln und evaluieren (z.B. *Industrie 4.0* etc.)

Echtzeitkommunikation ist eine essenzielle Anforderung an die Kommunikation für unterschiedlichste *Domänen*. Drahtlose Netze erfüllen die Anforderungen derzeit nicht ausreichend. Dementsprechend müssen neue Konzepte analysiert, entwickelt und evaluiert werden.

- c) Bedarf und Konzepte für maschinenzentrierte Kommunikation in der Mobilkommunikation als Basis für *Intelligente Netze und Dienste* analysieren, entwickeln und evaluieren (z.B. Smart Metering, Smart Grid, Fahrzeuge etc.)

Kommunikation zwischen Maschinen unterliegt z.B. anderen Kommunikationsparadigmen als Telekommunikation oder Internetkommunikation und ist durch viele kurze Nachrichten, die teilweise in Echtzeit übermittelt werden müssen, gekennzeichnet. Entsprechend den *Domänen* sind Kommunikationsparadigmen zu identifizieren und geeignete Lösungen zu entwickeln.

- d) Konzepte für Vernetzung mittels kooperierender Endsysteme bewerten, entwerfen und analysieren

Miteinander kooperierende Endsysteme können als Ad Hoc Netze oder selbstorganisierende Netze vielfältige Kommunikationsaufgaben ohne eine explizite *Infrastruktur* wahrnehmen. Je nach Domänen sind geeignete Verfahren zu analysieren und zu bewerten und ggf. neu zu entwickeln.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs liegen neue Verfahren und Mechanismen vor, die drahtlose Kommunikation für neue *Domänen* hinsichtlich einer Realzeitkommunikation, Maschinenkommunikation und Kooperation/Selbstorganisation von Kommunikationsnetzen nutzbar machen.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Diese Einschätzung basiert zum einen auf dem Vorhandensein von Mobilkommunikationslösungen, die als Basis für Erweiterungen und Neuentwicklungen benutzt werden können, und zum anderen auf der trotzdem existierenden Komplexität, die berücksichtigt werden muss. Hohe Komplexität ergibt sich bei Lösungen hinsichtlich Echtzeitverhalten, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, die von bestehenden System nicht oder nur sehr unzureichend unterstützt werden. Neue Lösungen beinhalten auch die Integration von bestehenden Lösungen im Mobilfunkbereich (z.B. WLAN und LTE) und von Fest- und Mobilfunknetzen, was die Komplexität weiter steigen lässt. Neben den technischen Herausforderungen ergeben sich auch regulatorische und politische Hürden für den mobilen Breitbandausbau sowie eine flächendeckende Versorgung.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2020-2025. Für die bestehenden Lösungen muss der Rollout vorangetrieben werden. Für einzelne Anforderungen wie Echtzeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit sind Neuentwicklungen notwendig.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des ge-

schätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

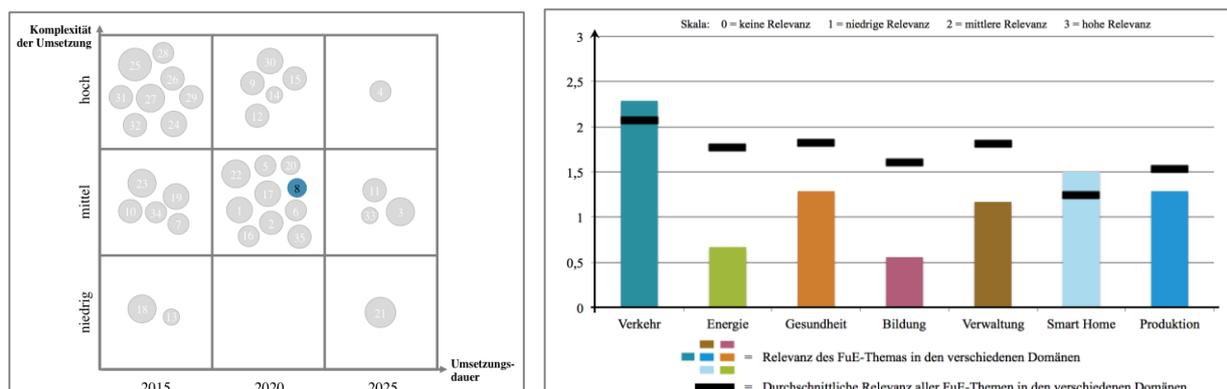


Abbildung 16: Qualifizierung des FuE-Themas 8 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.9 FuE-Thema 9: Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenzfunktionen in den Verbundnetzen und Strategien des Intelligenzmanagements und der Intelligenzverteilung erarbeiten

I. Motivation

Die technische Abbildung und Implementierung von *Intelligenz* und/oder intelligenten Funktionalitäten unterliegt in den *Domänen* einer dynamischen Entwicklung.

Für die topologische und funktionelle Strukturierung *Intelligenter Netze und Dienste* als Anwendungsfeld von künstlicher *Intelligenz* sind Definitionen und Beschreibungsverfahren abzustimmen. Ein Intelligenzmanagement verteilter *Intelligenz* mit ihren Definitionen, Funktionstypen und ihren Kooperationsleistungen wird die Basis für die nächste Generation der Evolution *Intelligenter Netze und Dienste* bilden.

Es sind sowohl detaillierte Anwendungsbereiche zu benennen, als auch Konzepte und Modellierungsverfahren für diese Aufgabenstellungen bereitzustellen und in Pilotierungen Funktions- und Nutzenachweise zu führen.

Dafür zeichnet sich eine breite Palette von Anwendungsfeldern ab:

- Topologische und administrative Steuerung und Verwaltung der Netze (Management der Netzwerk-Virtualisierung, SDN) kann durch Intelligenzfunktionen in hohem Maße sowohl automatisiert als auch hinsichtlich nicht vorhergesehen Systemverhaltens mit kürzesten Reaktionszeiten handhabbar werden (siehe Kapitel 3.1.3).
- Sicherheitssysteme und Teilfunktionen zur frühzeitigen Erkennung von Bedrohungen sind derart auszulegen, dass diese sich schnell an selbstständig veränderte Bedrohungspotenziale anpassen können (siehe Kapitel 3.1.12).
- Änderungen an der Systemkonfiguration in verteilten Netzen sind kontinuierlich selbstständig zu erfassen und systemisch Strategien für alternative Funktionskonfigurationen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Robustheit bereitzuhalten.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Durch Realtime-Selbsttestfunktionalitäten werden *Intelligente Netze und Dienste* kontinuierlich während des Betriebs auf korrekte Funktionsfähigkeit hin überprüft.
- Das Management Intelligenter Daten stellt eine wesentliche Kernkomponente dar, auf der neue Anwendungen und neue Dienstleistungen basieren.
- Die Implementierung von Dienste-Funktionalitäten nimmt einen Großteil des Entwicklungsaufwands für einzelne Anwendungen ab, da Dienst-Funktionen *Intelligenter Netze und Dienste* zurückgegriffen werden kann.
- Konsistente und aktualisierte Informations- und Auskunftssysteme sind Beispiele für die Anwendung und den Nutzen intelligenter Daten in Verbindung mit Dienst-Funktionen, da die zeitliche Korrelation und Gültigkeit der Daten als Infrastrukturmerkmal benutzt werden kann.
- Die Mensch-Maschine Schnittstelle für Betrieb und Wartung stellt eine neue Herausforderung dar, da neue Komplexität durch die Vernetzung und *Intelligenz* des Netzes entsteht, die handhabbar zu gestalten ist.
- Management von Funktionsdegradierung und Teilsystemausfall sind große Bedrohungsszenarien und sind dementsprechend zu behandeln. Dabei dürfen keine Kaskaden- oder Lawineneffekt ausgelöst werden.
- Individualisierte Nutzerinteraktion wird es ermöglichen, die Gewohnheiten und den Kenntnisstand von Nutzen im Rahmen einer intelligenten Mensch-Maschine-Schnittstelle mit einzubeziehen, dabei kann es sich um die Bedienungsomenklatur, physikalische oder geistige Beeinträchtigungen oder auch kulturelle oder sprachliche Gewohnheiten handeln. Somit lernt das technische System die Bediensprache des Nutzers.

Die Architektur von kooperierenden, vernetzten, autonomen Prozessen ist ein wesentlicher Teilbereich der Evolution *Intelligenter Netze und Dienste*. Neue Beschreibungs-, Planungs- Modellierungs- sowie Testverfahren sind dafür eine notwendige Voraussetzung, da es sich um die Kernstruktur großer technischer Systeme mit höchsten Zuverlässigkeitsanforderungen und nationaler Einsatzbreite handelt.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Die sich evolutionär weiterentwickelnden Formen der künstlichen *Intelligenz* in ihren zentralen, verteilten und autonom kooperierenden Formen auf die Ausprägungen intelligenter Vernetzung abbilden.

Durch die Identifizierung von Einsatzfelder werden übertragbare Konzepte, Anpassungen und Beschreibungsmethoden bereitgestellt, so dass sich neue Funktionen innerhalb *Intelligenter Netze und Dienste* evolutionär herausbilden. Die Strukturierung der Potenziale eines *Intelligenz*-Managements wird notwendig, um dieses gezielt und breitflächig nutzen zu können und dessen Komplexität beherrschbar zu machen. Zu diesem Zweck erfolgt eine Modellierung der Intelligenzfunktionalitäten mit dem Ziel der intelligenten Kooperation autonomer Teilprozesse und ihrer dynamischen Systemstatusanpassung. Dabei sollen Modellierungsansätzen aus anderen Einsatzfeldern wie neuronalen Netzen, Agentensystemen bis hin zu evolutionären Algorithmen und kollektiver *Intelligenz* mit betrachtet werden.

- b) Entwicklung und Ableitung von Intelligenzklassifizierungen für vernetzte Systeme sowie Optimierung- und Weiterentwicklungsstrategien (Next Generation Intelligent Networks)

Für die Klassifizierung der *Intelligenz* ist eine topologische und administrative Steuerung und Verwaltung der Netze (Management der Netzwerk-Virtualisierung, SDN) erforderlich. Die Herausforderung besteht darin, neue Sicherheitssysteme und eine frühzeitige Erkennung von Bedrohungen zu realisieren. Hierbei ist die Zuverlässigkeit und Robustheit der Gesamtfunktionalität als Anforderung auf den Ebenen der Gesamtarchitektur, der Teilfunktionen, der Datenstrukturen und z.B. der Nutzerschnittstellen in neuer Form zu handhaben. Eine Teilfunktion darin ist zum Beispiel die Realtime-

Selbsttestfunktionalität zur Früherkennung von Funktionsstörungen und Leistungssteuerung während des laufenden Betriebs. Dies setzte hierbei eine implizite Verarbeitungs- und Synchronisationsebene intelligenter Daten voraus.

c) Dienste und Nutzer bezogene Intelligenzfunktionalitäten in *Intelligenten Netzen*

In der Anfangsphase werden durch die Implementierung von *domänenspezifischen* Dienstefunktionalitäten erweiterte Funktionalitäten in das Leistungsspektrum der verwendeten Netzwerke eingebracht. Konsistente und aktualisierte Informations- und Auskunftssysteme mit einer Modellierung von zentralen und dezentral-kooperierenden Systementwürfen führen die noch unabhängigen Netzwerke auf Grund eines gemeinsamen Datenaustausches zusammen, zeigen das Potenzial dieser verbundenen Netze auf und bilden die Grundlage für *Intelligente Netze und Dienste*. Die Weiterentwicklung der Mensch-Maschine Schnittstelle für Betrieb und Wartung der Netze ist notwendig, damit sich eine Form von Mindest-Akzeptanz entwickelt, die Entwicklung und Evolution dieser Netzwerke mit zu tragen und zu fördern. Ein weiterer Punkt hierbei ist ein intelligentes Management von Funktionsdegradierung und Teilsystemausfall gegenüber Nutzern, da nur durch Verlässlichkeit Vertrauen geschaffen werden kann. Eine individualisierte Nutzerinteraktion als *horizontale* Funktionsebene über alle *Domänen* hinweg stellt wiederum den Nutzer als Treiber für die Anwendung von *Intelligenten Netzen* in den Fokus.

III. Potenzielle Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bearbeitung des hier benannten FuE-Bedarfs stellen einen wesentlichen Schritt in der Evolution *Intelligenter Netze und Dienste* dar, indem sie ein fundamentales Funktionsmerkmal bilden. Ein großes Ergebnisfeld sind die anwendungsorientierte Konzepte, Beschreibungsformen und Modellierungsverfahren. Die Entwicklung, Definition und Verifizierbarkeit in ersten Pilotierungen für eine erste Stufe eines *Intelligenz*-Managements in vernetzten Systemen zeigen die Leistungsfähigkeit und die Effizienzsteigerungspotenziale detailliert auf. Diese bilden die Basis für die Skalierung der Ergebnisse dieses Forschungsfeldes.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität dieses Forschungsthemas wird als mittel bis hoch eingeschätzt, da Intelligenzfunktionalitäten zunächst vor allem *domänenspezifisch* zu modellieren sind und anschließend domänenübergreifend in komplexen Beziehungen gesetzt werden müssen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die zeitliche Erwartung, bereits in den Jahren 2017 bis 2020 relevante Ergebnisse zu erzielen, wird von Wissenschaftlern und Technikern artikuliert. Während Wirtschaft und Politik überwiegend erst nach längerer Forschungszeit (bis 2025) relevante Ergebnisse in der Praxis erwartet. Dies überrascht nicht, da Wissenschaft und Technik das Bild des heute realisierten Status konkreter Teilsysteme vor Augen hat, aber die organisatorischen und wirtschaftlichen Konsequenzen der Einbettung und der Wechselwirkungen noch einer tiefgreifenden wissenschaftlichen Forschungsarbeit bedürfen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die

durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

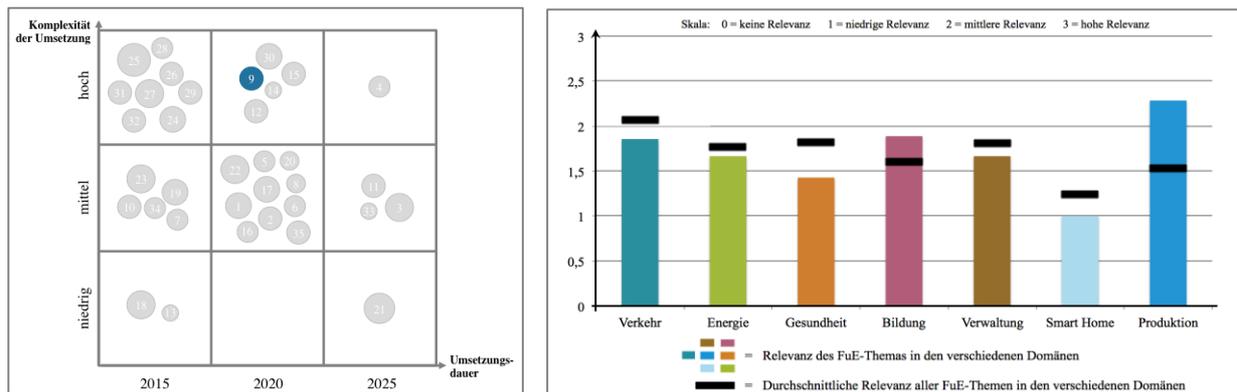


Abbildung 17: Qualifizierung des FuE-Themas 9 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.10 FuE-Thema 10: Querschnittsfunktionalitäten in Intelligenen Netzen identifizieren, konzipieren, modellieren und bewerten

I. Motivation

Zur Unterstützung *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* sind Querschnittsfunktionalitäten zu identifizieren, die übergreifend über unterschiedliche Anwendungssektoren benötigt werden. Diese Querschnittsfunktionalitäten beinhalten Verfahren zur einheitlichen Identifikation, zur Abrechnung und zum Gerätemanagement.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Modulare Funktionsketten analysieren und neue Basisdienste identifizieren

Modulare Funktionsketten aus größtenteils vorhandenen Einzelfunktionen sind zu analysieren. Fehlende Basisdienste, die sich in mehreren Funktionsketten wiederfinden lassen, sind zu identifizieren und zu modellieren. Neue Basisdienste könnten z.B. Tools zur Prognose und Berechnung der Nutzungskosten von kombinierten Infrastrukturleistungen sein.

b) Konzepte für ein einheitliches, infrastrukturübergreifendes Rechnungs- und Bezahlsystem entwickeln

Während für die meisten *Domänen* bereits digitale Bezahlsysteme im praktischen Einsatz sind, können diese in den seltensten Fällen auch für andere *Domänen* verwendet werden. Eine Nutzung für mehrere *Domänen* gleichzeitig ist derzeit schwer realisierbar. Abrechnungssysteme und Bezahlsysteme sind so anzupassen und weiterzuentwickeln, dass sie *domänenübergreifend* eingesetzt werden können.

c) Konzepte und Methoden zur sicheren *domänenspezifischen* und -übergreifenden Nutzeridentifikation entwickeln

Ähnlich wie bei den Bezahlsystemen fehlen Nutzidentifikationssysteme, die universell – d.h. übergreifend über *Domänen* hinweg – eingesetzt werden können. Bestehende Identifikationssysteme sind ggf. geeignet zu erweitern oder neue übergreifende Systeme, die unterschiedliche (Sub-)Systeme miteinbeziehen, zu entwickeln.

- d) Standardisiertes Identitätsmanagement zur missbrauchssicheren Identifizierung und Anonymisierung der Nutzer konzipieren

Für komplexe *domänenübergreifende* Systeme reicht ein einfacher Nutzeridentifikationsmechanismus nicht aus. Da es sich um sensible Nutzerdaten handelt, die ggf. für ganz unterschiedliche *Domänen* bereitstehen, ist ein Nutzerdatenmanagement zu entwerfen und zu evaluieren. Ziel ist hierbei, einen unautorisierten und missbräuchlichen Zugriff auf Nutzerdaten zu verhindern und so weit möglich nur einen anonymisierten Zugriff auf Nutzerdaten für bestimmte Anwendungen zu erlauben.

- e) Konzepte für einen effizienten und sicheren Einsatz verschiedener Endgeräte im Rahmen eines funktionierenden Device Managements entwickeln

Der Zugang zu konvergenten Dienstleistungen muss von mehreren nahezu beliebigen Geräten aus möglich sein. Dafür sind geeignete Methoden und Mechanismen für das Gerätemanagement zu konzipieren. Je nach Gerätetyp und Kontext kann damit den Anwendungen erlaubt werden, sich auf die u.U. besondere Nutzersituation oder durch die Endgeräte gegebenen Möglichkeiten anzupassen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs sind konkrete Entwicklungen von übergreifenden Querschnittsfunktionen für die Benutzeridentifikation, die Abrechnung von Leistungen, die Bezahlung und das Endgerätemanagement.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Einzelne Lösungen liegen in den *Domänen* bereits vor. Die Herausforderung liegt in der Vereinheitlichung und in der Kombination verschiedener Systeme. Vielfältige wirtschaftliche und politische Interessen tragen zur Komplexität bei.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2015-2020. Da Anwender und Nutzer profitieren, ist von einer mittelfristigen Umsetzung auszugehen. Da *domänenspezifische* Lösungen oder übergreifende Lösungen in Teilaspekten existieren, kann man ebenfalls eine kurz- bis mittelfristige Lösung erwarten. Allerdings besteht hoher Integrations- und Abstimmungsaufwand.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

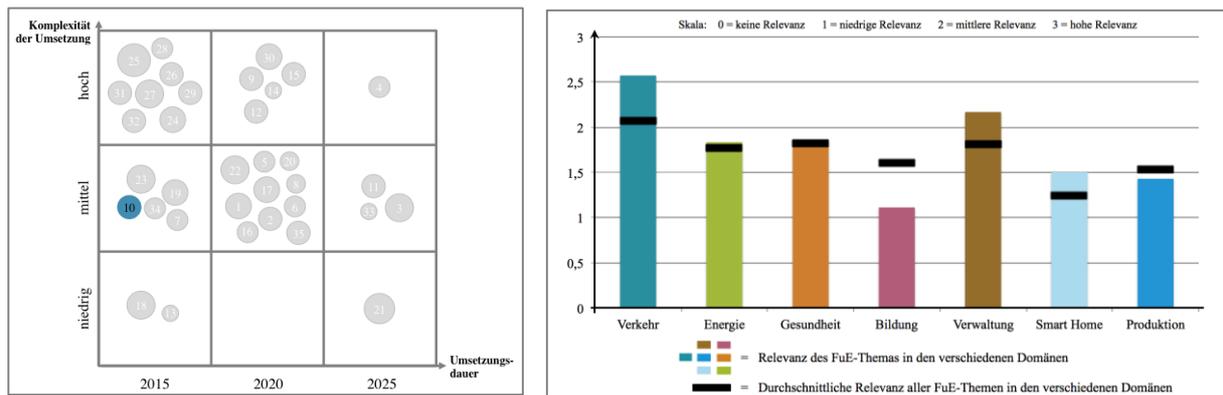


Abbildung 18: Qualifizierung des FuE-Themas 10 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.11 FuE-Thema 11: Notwendige Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren definieren und bewerten

I. Motivation

Standardisierung von Schnittstellen und Prozessen sind eine Notwendigkeit um *vertikale* und *horizontale Konvergenz* und Kompatibilität der Systeme zu ermöglichen. Dabei ist auf die Integration bestehender, etablierter Standards in den einzelnen *Domänen* zu achten. Diese müssen bewertet und zur *domänenübergreifenden Vernetzung* verknüpft werden (vgl. u.a. Cen-Cenelec-Etsi Smart Grid Coordination Group, 2012a und 2012b zu Standardisierungsverfahren im Energiebereich).

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Technische Standards von Beginn an forcieren, auf europäischer Ebene verankern und damit eine globale Positionierung anstreben

Es sind Strategien zu entwickeln, wie Standardisierungsverfahren frühzeitig in den FuE-Prozess integriert werden können und wie vor allem die Standardisierung in unterschiedlichen konvergierenden *Domänen* integriert oder zumindest angepasst werden kann.

- b) Potenzial offener und proprietärer Standards analysieren, vergleichen und gegebenenfalls jeweils vorteilhafte Anwendungsbereiche abgrenzen

Hierbei soll darauf geachtet werden, wie weit die Standards bereits verbreitet sind, inwieweit sie sich auf eine oder mehrere *Domänen* bereits beziehen und ob sie ggf. erweitert werden können. Bei der Analyse ist darauf zu achten, wie Einfluss auf die Standards genommen werden kann, d.h. wie die Standardisierung geregelt ist oder – bei de facto Standards – wer die treibende Kraft dahinter ist und wie sie beeinflusst werden kann.

- c) Strategien und Herausforderungen für den Einsatz von Open Source Software in Unternehmen und Öffentlichen Systemen analysieren und bewerten

Im Netze- und Computerbereich ist die Qualität von Open Source Software in vielen Fällen der von kommerzieller Software ebenbürtig. Als Beispiel seien hier die Betriebssysteme Linux oder Android genannt. Durch den Entwicklungsprozess, an dem die gesamte Software-Community beteiligt ist, besteht teilweise sogar ein Flexibilitätsvorteil für Open Source Software, ganz abgesehen von dem Kostenvorteil beim Einsatz. Ausgehend von den Anforderungen der einzelnen *Domänen* und möglicher

horizontaler und *vertikaler Konvergenz* sind die Potenziale von Open Source Software auszuloten und zu analysieren.

- d) Metriken für die Bewertung und Normierung von Netzqualität (Quality of Service, QoS) und Endnutzerqualität (Quality of Experience, QoE) erstellen und bewerten

Um die Qualität *Intelligenter Netze* für verschiedene Anwendungssektoren vergleichbar zu machen, reichen reine Netzmetriken wie QoS nicht mehr aus. Es sind daher Metriken zu entwerfen, die Anwendungsanforderungen und Anwendungsdienstgütemaße berücksichtigen. Ein Beispiel stellt Quality of Experience da, welche die Dienstgüte aus Nutzersicht misst – d.h. inwieweit beispielsweise ein Nutzer mit der ihm dargebrachten Qualität eines über das Netz übertragenen Videos zufrieden ist. Dieses Maß ist unabhängig von technischen Maßen wie beispielsweise der Datenrate zu sehen.

- e) Metriken für die Bewertung und Normierung von Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit erstellen und bewerten

Resilienz – d.h. die Verfügbarkeit eines Systems und dessen Fehlertoleranz – wird meist in sehr *domänenspezifischen* Anforderungen beschrieben, da es keine durchgehende übergreifende Definition gibt. Daher ist eine *Quality of Resilience* als ein weiteres Dienstgütemaß, das die Anforderungen verschiedener *Domänen* beschreibt, zu analysieren und hinsichtlich *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* zu definieren.

- f) Sicherheitsmechanismen (z.B. Verschlüsselungsverfahren) und Metriken zu deren Bewertung / Normierung definieren, vereinheitlichen und bewerten

Verfahren und Modelle für die Sicherheit sind sowohl für den Austausch als auch für die Haltung von Daten zu vergleichen, zu bewerten und zu definieren. Sie schließen dabei Verschlüsselungsverfahren und Protokolle sowie Verfahren zur Abwehr von Angriffen auf die Datenübertragung und den Zugriff auf die Daten ein.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs ermöglichen frühzeitig die Standardisierung zur Unterstützung von *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* zu beeinflussen und zu bewerten.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel bis hoch eingeschätzt. Standardisierung ist auf verschiedenen Ebenen notwendig und muss sowohl national als auch international durchgeführt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Normen durchsetzbar gestaltet werden.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Standardisierung ist ein fortlaufender Prozess, daher wird der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas mit 2025 angegeben. Es besteht ein hoher Abstimmungsaufwand auf europäischer und internationaler Ebene.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zu-

dem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

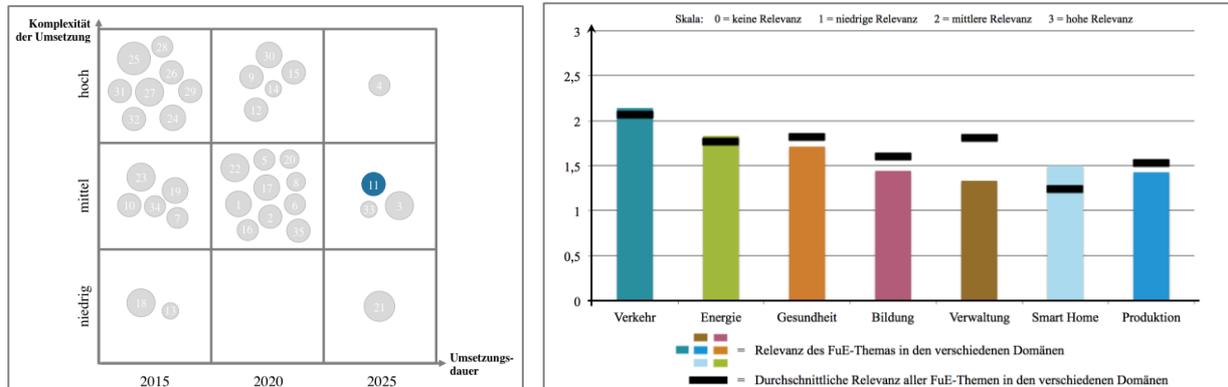


Abbildung 19: Qualifizierung des FuE-Themas 11 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.1.12 FuE-Thema 12: Gesamtsystemische Resilienz Intelligenter Netze entwickeln

I. Motivation

Die Toleranz digitaler, vernetzter Systeme gegen Störungen und das Aufrechterhalten von Kernfunktionalitäten stellt einen immer entscheidender werdenden Faktor bei der Digitalisierung dar, mit relevanter gesellschaftlicher, volks- und betriebswirtschaftlicher sowie persönlicher Dimension. Die Bedeutung dieses Themas wächst mit einer fortschreitenden Durchdringung der IuK-Funktionalitäten, die letztendlich alle Lebensbereiche umfassen wird.

Die Robustheit der Gesamtfunktionalität ist als Anforderung auf den Ebenen der Gesamtarchitektur, der Teilfunktionen, der Datenstrukturen und z.B. auch der Nutzerschnittstellen in neuer Form zu handhaben. Relevante Herausforderungen sind neue Beschreibung- und Spezifikationsverfahren für die Erfassung von Anforderungen, sowie des Strukturierens, Modellierens und Implementierens geeigneter Strategien dynamischer Systemkonfiguration mit z.B. Degradierung von Leistung und/oder Funktionen bei Aufrechterhaltung von konsistenten Systemreaktionen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Gesamtsystemische (*domänenübergreifende*) Interdependenzen strukturiert analysieren und modellieren (ggf. durch netzwerktheoretische Konzepte im Bereich Network of Interdependent Networks bzw. Interdependent Networks)

Durch die zunehmend komplexere Verteilung der Systemfunktionalitäten (vom *Primärdatenmanagement* bis zur Endnutzerinteraktion) sowohl durch *vertikale* als auch durch die *horizontale Konvergenz*, ergeben sich neue Verarbeitungsprinzipien in und zwischen *Domänen*.

Für die jeweils angestrebte Teil- oder Gesamtsystemfunktion sind dadurch neue Fehlerursachen und neue Monitoringmethoden erforderlich, um die Systemreaktion zu überwachen. Beeinträchtigungen der Systemreaktionen zur Aufrechterhaltung eines sicheren Systemzustands, können sich aus dem

Zusammenwirken der Teilnetzwerke ergeben, durch Dysfunktionalität im Zusammenwirken verteilter *Intelligenz*, intrinsischen Fehlfunktionen oder den nicht berechtigten Eingriff und manipulativer Eingriffe von außen. Ziel ist es für dieses Forschungsthema, trotz störender Ereignisse mittels dynamischer Rekonfiguration oder sinnvoller Funktions- und Leistungsdegradierung einen breiten Funktionsbereich als sichere Grundfunktionalität zu erhalten.

- b) Auswirkungen möglicher Beeinträchtigungen kritischer Infrastrukturelemente analysieren (insbesondere mögliche Kaskadeneffekte) und hinsichtlich Risiko bewerten (vgl. u.a. Projekte KritisKAT, KRITIS und EPSKI; vgl. auch Fekete, 2011; Bundesministerium des Inneren, 2005, 2007 und 2009)

Gerade im Hinblick auf die Ausfallsicherheit von Systemen ist eine verteilte Aufgabenbewältigung derart vorzunehmen, dass der Ausfall einzelner Netzkomponenten bzw. Anwendungen keine derartigen Interdependenzen aufweisen kann, die das Gesamtsystem zum Erliegen bringen können – gleiches gilt für einzelne Akteure und Komponentenbetreiber (vgl. u.a. Kaskadeneffekte durch Interdependenzen von Infrastrukturnetzen, siehe z.B. Pipek, 2012 zu Resilienzstrategien im Energiebereich).

- c) Lösungsansätze und spezifische Maßnahmenkataloge zur Stärkung der Robustheit und *Resilienz* Intelligenter *Infrastrukturen* und Netzen entwickeln

Dazu sind Mindeststandards in Hinblick auf System-*Resilienz* und Zugriffsmöglichkeiten durch Nutzer festzulegen (Security).

- d) Systeme zur Beherrschbarkeit und zum Risikomanagement etablieren

Weiterhin gilt es, auch die Betriebssicherheit von Netzen und darauf basierenden Anwendungen sicherzustellen (Safety).

III. Potenzielle Ergebnisse

Potenzielle Ergebnisse zum Forschungsthema *Resilienz von Intelligenten Netzen und Diensten* sind insbesondere:

- Entwicklung und Einführung einer Systemtheorie zur Beherrschbarkeit und zum Risikomanagement von *Intelligenten Netzen und Diensten* um Resilienzansforderungen zu etablieren
- Bereitstellung genereller Lösungsansätze und spezifischer Maßnahmenkataloge zur Stärkung der Robustheit und *Resilienz* von *Intelligenten Netzen und Diensten*
- Entwicklung und Erprobung von Modellierungssprachen um Anforderungsprofile und Systemstrukturen beschreibbar, Systeme konfigurierbar, testbar und während des Betriebs überprüfbar zu machen

Es ist davon auszugehen, dass sich das Thema *Resilienz* für zukünftige zuverlässige und auch bei unvorhersehbaren Fehlern sicher funktionierende digitale, vernetzte Systeme als entscheidendes und damit chancenreiches Kompetenzfeld entwickelt.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als hoch eingeschätzt. Diese Einschätzung erfolgt auf Basis differenzierter Beobachtungen. So trägt hier die Vielfalt möglicher Störeinflüsse besonders zu dieser Einschätzung bei (HW, SW, Netz). Durch diese Vielfalt und Kombinatorik von Einflussgrößen ist es besonders komplex, eine hohe Vorhersehbarkeit mögli-

cher Fehler- und Angriffsarten vorzubestimmen. Auch die zunehmende massive Verteilung von Systemteilstfunktionen trägt zu dieser Einschätzung bei.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung in Pilotierungen wird hier auf den Zeitraum um 2020 - 2025 angesetzt. Diese Einschätzung erfolgt vor allen auf Basis der hohen Kosten für Forschung und Systementwicklung, die aktuell zu einer niedrigen Umsetzungsmotivation führen. Auch ist der volkswirtschaftlicher Nutzen/Schaden als Auslöser für Entwicklungsaktivitäten nur bei aufwändiger ganzheitlicher (komplexer) Betrachtung ableitbar. So wird eine Veränderung nur nach dem Slogan „Der Markt bewegt sich nur nach Katastrophen“ erwartet.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten Zielbilder innerhalb der jeweiligen Domänen) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige Domäne schließen.

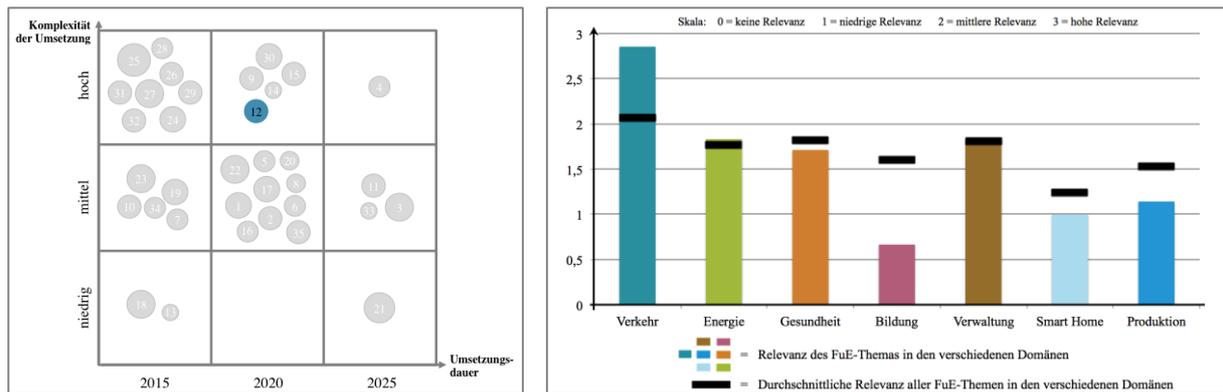


Abbildung 20: Qualifizierung des FuE-Themas 12 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.2 Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO-Analyse entwickeln und bewerten

Für die Einführung neuer Technologien ist nicht nur deren funktionaler Nutzen qualitativ zu untersuchen, sondern es sind auch zur deren Einführung notwendigen Kosten einem quantitativen Nutzen gegenüberzustellen. Technologien werden schrittweise eingeführt, daher besteht ein direkter Zusammenhang in der Einführungsstrategie zwischen technischen Abhängigkeiten und den entstehenden Kosten, die gemeinsam in die Betrachtung mit einzufließen haben. Man spricht von einer technisch-ökonomischen Analyse und Optimierung.

3.2.1 FuE-Thema 13: Veränderungen in Finanzierungs- und Betreibermodellen für den Infrastrukturausbau ermitteln und analysieren

I. Motivation

Kommunikationsnetze stellen schon heute kritische Funktionen für unsere Informationsgesellschaft bereit. Durch die *vertikale* und *horizontale Konvergenz* verschiedener *Domänen* werden die entstehenden Intelligenten Netze und Dienste eine noch bedeutendere Schlüsselrolle als bisher einnehmen. Es ist in Folge zu untersuchen, inwieweit bestehende Finanzierungs- und Betreibermodelle weiterhin tragfähig sind, inwiefern Änderungsbedarf besteht und wie dieser durch neue Modelle unterstützt werden kann.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Veränderte Rolle des Staates und der öffentlichen Verwaltung beim Aufbau, Betrieb und der Weiterentwicklung von *intelligenten Netzen* untersuchen

Der Staat und die öffentliche Verwaltung nimmt eine besondere Rolle bei der Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* ein. Es stellen sich die folgenden Fragen: Welche staatlichen Einrichtungen sind beteiligt? Wie kann der hohe Innovationsbedarf und damit schnelle Änderungen einfach und effizient durch den Staat unterstützt werden? Mit welchen Instrumenten kann und soll der Staat eingreifen (Koordinationsstelle, Gesetzgebung, Finanzierung, Regulierung, Deregulierung etc.)

- b) Finanzierungsmodelle für den Infrastrukturausbau *Intelligenter Netze und Dienste* unter Berücksichtigung existierender *Infrastruktur* (siehe Kapitel 3.2.3) entwickeln

Der Ausbau der bestehenden *Infrastruktur* hin zu *Intelligenten Netzen*, die eine *vertikale* und *horizontale Konvergenz* unterstützen, benötigt ausreichend finanzielle Unterstützung um alle Bereiche der Gesellschaft und alle Gebiete ausreichend abzudecken und für zukünftige Anforderungen gerüstet zu sein. Die wesentlichen Fragen sind diesbezüglich: Was sind geeignete Finanzierungsmodelle? Wie kann von den bestehenden Modellen zu neuen Modellen migriert werden? Was sind Migrationsmodelle für Legacyinfrastrukturen? Sind Public Private Partnerships eine Lösung?

- c) Tragfähige Betreibermodelle für *Intelligente Netze und Dienste* entwickeln

Der potenziell kostenintensive Betrieb *Intelligenter Netze und Dienste* ist zukunftssicher auszurichten. Dafür sind tragfähige Betreibermodelle für *Intelligente Netze und Dienste* aufzustellen, mit bestehenden Modellen zu vergleichen, für unterschiedliche Ausbau- und Nutzungsszenarien zu analysieren und kritisch zu beurteilen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs stehen tragfähige Finanzierungs- und Betreibermodelle sowie deren kritische Analyse zur Verfügung. Im Anschluss erfolgt eine Diskussion der technischen wie auch politisch-regulatorischen Umsetzung.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als gering bis mittel eingeschätzt. Bestehende Modelle sind bekannt, es gilt neue Abhängigkeiten zu modellieren und die Modelle auf Änderungen zu analysieren. Politische und regulatorische Einflüsse sind dabei nur schwer zu modellieren.

Zeithorizont

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2015. Eine Änderungsanalyse bezüglich Betreibermodellen muss sehr zeitnah erfolgen, um politischen und regulatorischen Einfluss sofern notwendig frühzeitig nehmen zu können.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

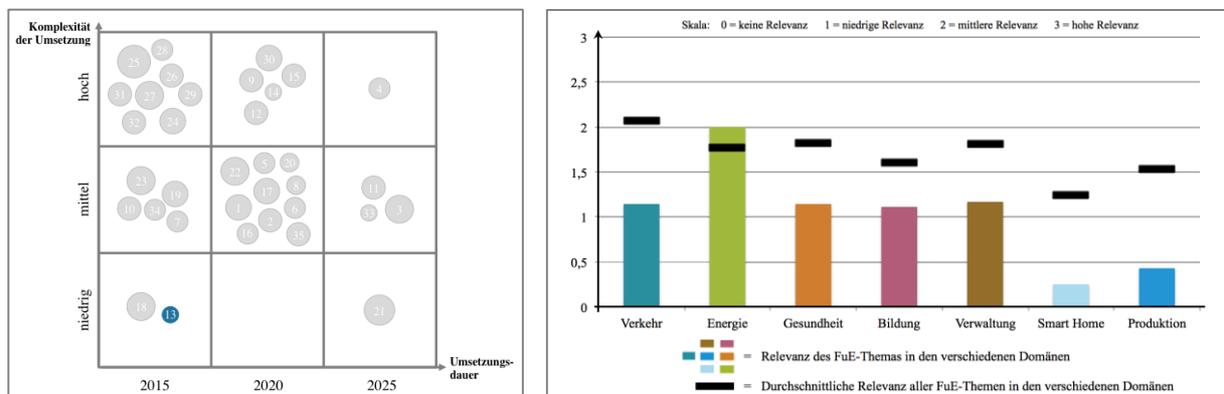


Abbildung 21: Qualifizierung des FuE-Themas 13 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.2.2 FuE-Thema 14: Grundlegende Änderungen für Infrastruktur Planungs- und Ausbaumethoden für Intelligente Netze durch den IuK-Einsatz identifizieren

I. Motivation

Intelligente Netze weisen zur Realisierung *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* Anforderungen auf, die über die Anforderungen an heutige IuK-Netze für Telekommunikationsdienste hinausgehen. Daher sind für den Aufbau und Ausbau *Intelligenter Netze* neue Planungsmethoden zu entwickeln (vgl. u.a. The Royal Academy of Engineering, 2012), welche die neuen Anforderungen berücksichtigen. Insbesondere sollten diese neuen Methoden eine gemeinsame Planung von konvergierenden Netzen (z.B. Converged Access) unterstützen. Dabei sind nicht nur technische sondern auch betriebswirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen (techno-ökonomische Analyse).

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Auswirkungen von Planungsmethoden auf andere Anwendungssektoren analysieren und bewerten

Existierende Ansätze für die Netzplanung in unterschiedlichen Sektoren sind zu analysieren und ihre Auswirkungen auf andere *Domänen* zu untersuchen, um Gemeinsamkeiten und kritische Auswirkungen zu identifizieren.

- b) Verfahren zur gemeinsamen Planung von Netzen entwickeln (z.B. durch System-of-Systems Engineering Ansätze, vgl. u.a. Barot et al. 2013) und bewerten

Basierend auf einer Analyse von Planungsmethoden für einzelne *Domänen* sind Methoden für die gemeinsame Planung zu entwickeln und anhand von Szenarien zu analysieren. Dabei sind nicht nur technische sondern auch betriebswirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen (techno-ökonomische Analyse).

- c) Rollenmodelle für die Netzplanung analysieren und bewerten

Hier ist insbesondere der Frage nachzugehen, wer an der Planung *Intelligenter Netze und Dienste* beteiligt sein sollte und wie sich die Rollen im Planungsprozess beschreiben lassen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs ermöglichen neuartige techno-ökonomische Planungsmethoden und Verfahren für die gemeinsame *domänenübergreifende* Planung von *Intelligenten Netzen und Diensten* unter Einbeziehung von bestehender *Infrastruktur*.

IV. Qualifizierung des FuE-Bedarfs

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als hoch eingeschätzt. Die Planung konvergenter Netze umfasst eine enorme Menge an Einflussfaktoren, die alle in das Modell einfließen. Die Kosten und die Verfügbarkeit für in Forschung und Entwicklung befindliche Technologien sind schwer zu modellieren. *Konvergenz* kann in unterschiedlichen Abstufungen erfolgen, die alle im System zu hinterlegen sind. Neben CAPEX sind die zukünftigen Betriebskosten nur schwer zu modellieren, sie stellen bereits jetzt noch ein großes Forschungsthema dar.

Zeithorizont /Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2020-2025. Die Verfügbarkeit von Planungsverfahren wird mit der Technologieverfügbarkeit zwingend einhergehen und in verschiedenen Komplexitätsstufen/Detailierungen in verschiedenen Zeitabschnitten zur Verfügung stehen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung

lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

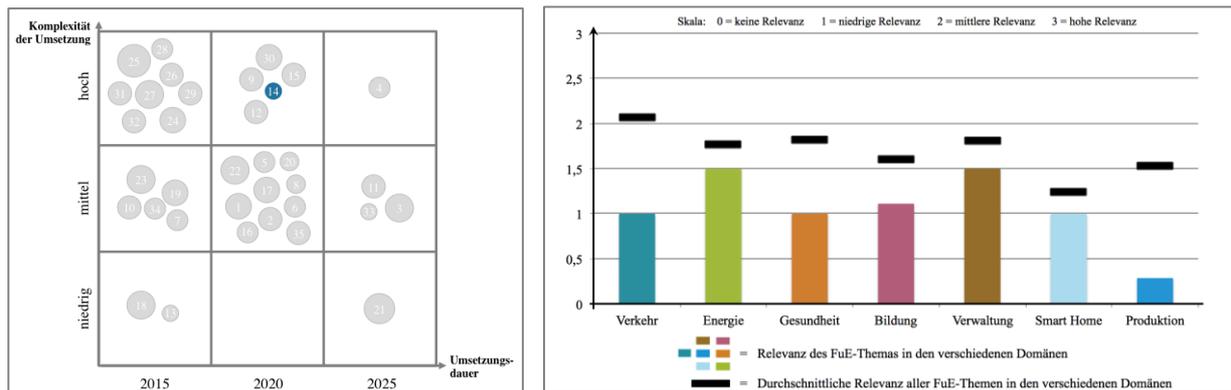


Abbildung 22: Qualifizierung des FuE-Themas 14 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.2.3 FuE-Thema 15: Evolutions- und Migrationsstrategien für Legacyinfrastrukturen und -systeme entwickeln

I. Motivation

Intelligente Netze und Dienste werden in großem Maße auf bestehender *Infrastruktur* aufbauen und bestehende, separate *Infrastrukturen* verbinden. Daher ist es unerlässlich, die Migration von Legacyinfrastruktur zu *Intelligenten Netzen* für *vertikale* als auch *horizontale Konvergenz* zu untersuchen und geeignete Verfahren zu entwickeln. Dabei spielen neben technischen Gesichtspunkten insbesondere auch Kostenaspekte im Rahmen einer technisch-ökonomischen Analyse eine tragende Rolle.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Ökonomische Bewertung von konvergierten *Infrastrukturen*

Wesentliche Fragen sind u.a.: Welchen ökonomischen Wert haben zukünftige konvergierte *Infrastrukturen*? Welche Stufen sind hinsichtlich ökonomischer Aspekte zu unterscheiden?

b) Verfahren für den gleichzeitigen Betrieb von Legacyinfrastrukturen und konvergierten *Infrastrukturen* entwickeln und ökonomisch und technisch bewerten

Sich ergebende Fragestellungen sind u.a.: Welche technischen Verfahren unterstützen den gemeinsamen und gleichzeitigen Betrieb von Legacyinfrastrukturen und konvergierten *Infrastrukturen*? Wie sind diese Verfahren ökonomisch zu bewerten?

c) Migrationsverfahren unter Berücksichtigung verschiedener Lebensdauermodelle entwickeln und ökonomisch bewerten

Es sind Migrationsschritte zu definieren, die auf Zielszenarien konvergierter *Infrastrukturen* und Zwischenschritten von gemeinsamer Nutzung von Legacyinfrastruktur und konvergierter *Infrastruktur* basieren. Im Rahmen einer technisch-ökonomischen Analyse sind aus den Migrationsschritten Migrationsstrategien zu entwickeln und zu bewerten.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs stehen Migrationsstrategien und deren technisch-ökonomische Bewertung anhand von Szenarien zur Verfügung.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als hoch eingeschätzt. Migrationsstrategien bauen auf geeigneten Planungsmethoden und Modellen auf, die ggf. zu erstellen sind. Eine Migration innerhalb einer *Domäne* (*vertikale Konvergenz*) ist möglicherweise einfacher zu analysieren und weniger komplex wie eine Migration zu einer *horizontalen Konvergenz*. Um eine aussagekräftige Sensitivitätsanalyse zu erreichen, sind eine Vielzahl an Parameters in das Modell zu integrieren. Um zu Lösungen zu kommen sind Abstraktionen notwendig.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2015-2025. Migrationsstrategien werden mit der Technologieverfügbarkeit zwingend einhergehen und in verschiedenen Komplexitätsstufen/Detaillierungen in verschiedenen Zeitabschnitten zur Verfügung stehen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

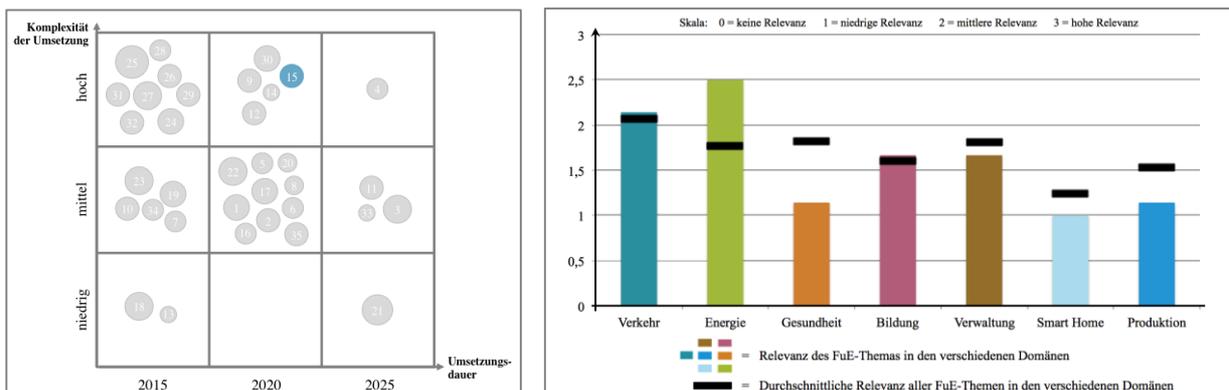


Abbildung 23: Qualifizierung des FuE-Themas 15 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.2.4 FuE-Thema 16: Den IuK-induzierten Wandel des Unternehmensverständnisses, der Organisation und der Prozesse der Infrastrukturbetreiber untersuchen

I. Motivation

Es wird erwartet, dass sich durch den verstärkten Einsatz von IuK-Technologien in den Unternehmen und die zunehmende Vernetzung durch *Intelligente Netze* die Betriebsabläufe und damit auch die Organisationsstrukturen in den Unternehmen ändern, welche die *Infrastrukturen* betreiben.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Wandel des Unternehmensverständnisses, der Organisation und der Prozesse der Infrastrukturbetreiber analysieren

Der Einfluss von Kommunikationsinfrastruktur und deren Bedeutung ist zu erfassen und quantitativ zu bewerten sowie zu modellieren, um einen etwaigen Wandel analysieren zu können.

- b) Neue Rollenmodelle – insbesondere von virtuellen Infrastrukturbetreibern – identifizieren und bewerten

Die Virtualisierung von Netzinfrastruktur wie auch Speicher und Verarbeitungsinfrastruktur (Cloud Computing) schafft neue Rollen und Geschäftsmodelle. Es ist zu untersuchen, inwieweit diese Rollen von einem Unternehmen selbst eingenommen werden, um deren Potenziale auszuschöpfen oder um zu prüfen, ob Abhängigkeiten mit externen Betreibern eingegangen werden. Dabei spielen Sicherheitsüberlegungen und Verfügbarkeitsanalysen ebenso eine Rolle wie ökonomische Betrachtungen.

- c) Kombinationsmöglichkeiten von virtuellen und physikalischen *Infrastrukturen* analysieren und ökonomisch bewerten

Die Kombination von virtuellen und physikalischen *Infrastrukturen* stellt eine weitere Herausforderung einer technisch-ökonomischen Analyse dar. Hier geht es u.a. um Standort-Abhängigkeiten, aber auch um Zugriffe auf Hardware hinsichtlich Verfügbarkeit und Datenschutz.

III. Potenzielle Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser FuE-Themen stellen neue Prozessmodelle und Betriebs- sowie Rollenmodelle dar, die zeigen, welche Potenziale neue Kommunikationstechnologien und insbesondere Virtualisierung auf die Unternehmensprozesse haben.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung dieses FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Existierende Modelle für Betriebsabläufe sind erst um den Einfluss von Kommunikationsinfrastruktur zu erweitern. Hier muss ggf. eine Analyse erfolgen, um alle Einflussfaktoren zu erfassen und entsprechend ihrer Bedeutung zu berücksichtigen. Die Vielfalt von Unternehmen und Unternehmensrollen macht die Analyse sehr komplex. Die Virtualisierung von Kommunikationstechnologie stellt neue Anforderungen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der zu erwartende Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung dieses FuE-Themas ist 2020. Der Wandel von Unternehmen wird mit der Technologieverfügbarkeit zwingend einhergehen und Modelle in verschiedenen Komplexitätsstufen/Detaillierungen in verschiedenen Zeitabschnitten zur Verfügung stehen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

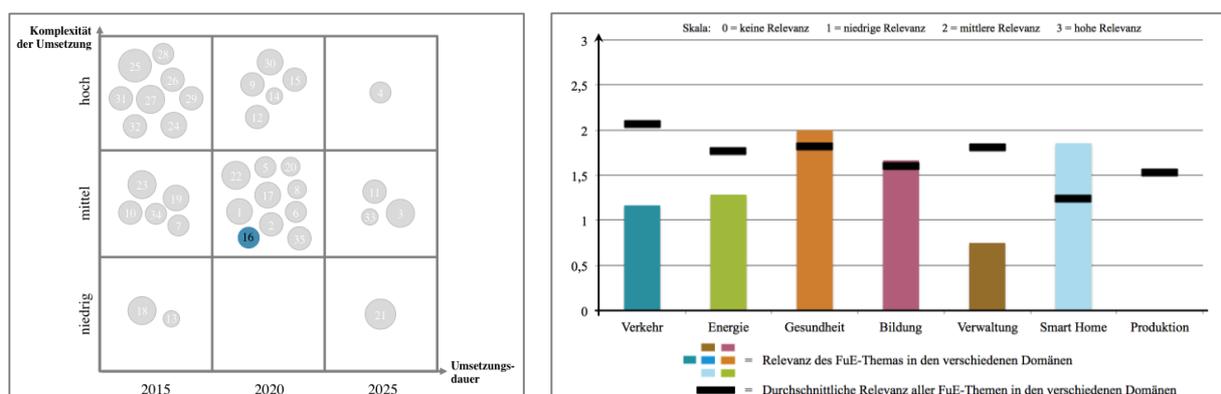


Abbildung 24: Qualifizierung des FuE-Themas 16 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3 Ökonomische Potenziale erschließen

Das ökonomische Potenzial *Intelligenter Netze und Dienste* wurde in einer ersten Abschätzung des Fraunhofer-ISI für Deutschland auf insgesamt 55,7 Mrd. Euro pro Jahr geschätzt und setzt sich aus erwarteten Effizienzsteigerungen und Wachstumsimpulsen zusammen (BMW, 2012). Die folgenden FuE-Themen zielen auf eine systematische Identifikation und anschließende Realisierung dieses konkreten ökonomischen Potenzials ab.

3.3.1 FuE-Thema 17: Intelligenzlücken systematisch identifizieren und Konzepte zu deren Schließung entwickeln

I. Motivation

Ein wesentlicher Teil des Potenzials *Intelligenter Netze und Dienste* liegt in der Schließung bestehender *domänenspezifischer* und *-übergreifender* Intelligenzlücken durch Intelligente Vernetzung verschiedener Akteure und Prozesse, um beispielsweise existierende Abläufe zu optimieren, deren Qualität zu steigern oder um gänzlich neue Anwendungen zu ermöglichen. Diese *domänenspezifischen* und *-übergreifenden* Intelligenzlücken gilt es folglich zu identifizieren, deren Bedeutung durch quantitative Kriterien abzuschätzen und letztendlich durch relevante Optimierungsziele zu priorisieren.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) *Domänenspezifische* und *-übergreifende* Intelligenzlücken (z.B. ineffiziente oder nicht vorhandene Prozesse) aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Sicht systematisch identifizieren

In einem ersten Schritt sollten *domänenspezifische* und *-übergreifende* Intelligenzlücken (z.B. ineffiziente Prozessketten, Informationsasymmetrien oder fehlende Applikationen) identifiziert werden. Diese sollten zunächst vor allem anwendungsbezogen betrachtet werden. Zur Ausschöpfung des Potenzials *Intelligenter Netze und Dienste* sind diese Intelligenzlücken jedoch nicht ausschließlich in den jeweiligen *Domänen* zu suchen, sondern insbesondere auch in *vertikal* (z.B. Vernetzung verschiedener Verkehrsträger) und *horizontal* (z.B. Vernetzung von Energie und Verkehr) konvergenten *Domänen* zu sehen.

- b) Potenziale zur Schließung von Intelligenzlücken unter Berücksichtigung geeigneter (z.B. ökonomischer, sozialer, ökologischer) Kriterien bewerten und priorisieren

Zur Priorisierung ausgewählter Intelligenzlücken gilt es diese in einem zweiten Schritt hinsichtlich geeigneter Kriterien zu bewerten. Diese Kriterien könnten zum Beispiel rein ökonomisch (z.B. monetäre Bewertung), sozial (z.B. Beitrag zur sozialen Gerechtigkeit), ökologisch (z.B. CO₂-Einsparungsmöglichkeiten) oder auch eine (gewichtete) Kombination verschiedener Dimensionen sein. Anschließend sind diese in eine Rangfolge zu bringen und im nächsten Schritt hinsichtlich ihrer Bewältigung durch *Intelligente Netze*-spezifische Lösungen zu prüfen.

- c) Konzepte zur Bewältigung zentraler Intelligenzlücken entwerfen und umsetzen (d.h. Integration neuer Datenquellen; Anpassung des Datenflusses; Prozessoptimierung)

In diesem Schritt sollen die priorisierten Intelligenzlücken hinsichtlich ihrer Bewältigung durch *Intelligente Netze*-spezifische Lösungen überprüft und konkretisiert werden (siehe Kapitel 3.1.9). Lösungsansätze sind sowohl isoliert auf Ebene der jeweiligen Forschungsfelder *Intelligenter Netze und Dienste* (i.e. *Digitale Primärdatenerfassung, IuK-Strukturen & Intelligenz, Vertikale Konvergenz* und *Horizontale Konvergenz*) zu untersuchen, wie auch insbesondere in dem Zusammenwirken verschiedener Komponenten und Systeme forschungsfeldübergreifend zu modellieren. Der Aufwand zur Schließung der jeweiligen Intelligenzlücke ist zur abschließenden Selektion jeweils dem geschätzten Potenzial gegenübergestellt werden.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ergebnisse können sowohl hochspezifische als auch gesamtsystemische Anpassungen und Anwendungsneuentwicklungen sein. Im Energiebereich wird eine Intelligenzlücke beispielsweise vor allem auf Ebene der Verteilernetze gesehen. Folglich kann eine Erhebung von Informationen zu Netzzuständen in Abhängigkeit der Einspeisesituation zur automatischen Anpassung und Optimierung übergeordneter Netzebenen genutzt werden (vgl. u.a. Bundesnetzagentur, 2011). Im Bildungsbereich können zum Beispiel Bildungsinhalte und didaktische Methoden gezielt durch Algorithmen-gestützte Auswertung von Lernverhalten und Präferenzen (z.B. durch Intelligent-Adaptive Systeme im Bereich Learning Analytics) auf Nutzer angepasst werden (vgl. u.a. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c) und damit eine Verbesserung der Lehre bewirken.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Zur nachhaltigen Identifikation von systemischen Intelligenzlücken, werden zum einen Experten innerhalb einer *Domäne* (mit einer möglichst breiten Expertise für den gesamten Bereich) benötigt, zum anderen sind diese Experten zusammenzubringen, um gemeinsam *domänenübergreifend* Intelligenzlücken aufzudecken um damit die zu erwartenden Synergie- und Geschäftspotenziale durch *horizontal* konvergente Anwendungen zu heben. Die Schließung dieser Intelligenzlücken wird insbesondere

durch etablierte Strukturen und Interessenslagen erschwert werden, da diese unter Umständen nur durch eine Veränderung und ggf. einer Kannibalisierung existierender Geschäftsmodelle bewirkt werden kann.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die Identifikation systemischer Intelligenzlücken kann bei Einbindung geeigneter Experten relativ zeitnah erfolgen. Die zur Umsetzung benötigten systemischen Anpassungen und Neuentwicklungen können sich jedoch in Abhängigkeit der Lösung sehr zeitintensiv gestalten. Die Schließung von Intelligenzlücken durch *vertikal konvergente* Anwendungen kann unter dessen schneller bzw. stellenweise chronologisch vor der *horizontalen* Anwendungsentwicklung erfolgen. Dementsprechend zeitlich verteilt wird dieses FuE-Thema umgesetzt werden können und ist als strategische Maßnahme über den gesamten Zeitraum zu platzieren. Mit den ersten Umsetzungen kann jedoch schon relativ zeitnah gerechnet werden.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

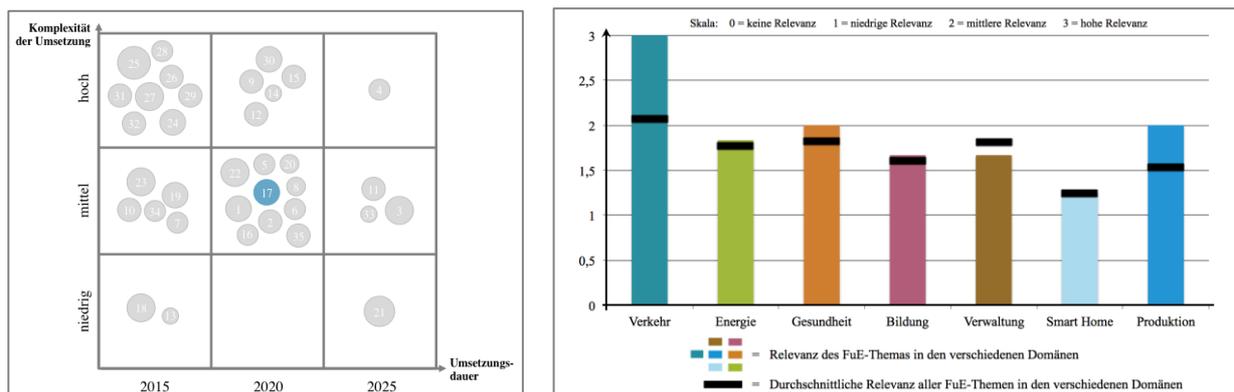


Abbildung 25: Qualifizierung des FuE-Themas 17 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.2 FuE-Thema 18: Kooperative Rollen- und Geschäftsmodelle entwickeln

I. Motivation

Für die Akzeptanz und Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* wird die Entwicklung kooperativer Rollen- und Geschäftsmodelle von zentraler Bedeutung sein, um geeignete Anreize (vor allem seitens der Wirtschaft) zu schaffen, Märkte zu entwickeln und damit letztendlich eine innovationstreibende Dynamik freizusetzen. Potenziell disruptive Veränderungen durch eine *domänenspezifische* und *übergreifende* Neukonfiguration von Wertschöpfungsnetzwerken durch *Intelligente Netze und Dienste* wird bestehende Märkte und Industrien verändern und neue schaffen. Dies macht zunächst eine Untersuchung von möglichen Marktrollen in *Intelligenten Netzen und Diensten* sowie deren Abhän-

gigkeiten erforderlich, um anschließend deren *domänenspezifisches* und *-übergreifendes* Zusammenwirken zu modellieren und gezielt zu fördern.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Veränderung bestehender Marktrollen untersuchen, Abhängigkeiten aufzeigen und neue Marktrollen identifizieren

Intelligente Netze und Dienste führen möglicherweise nicht nur zur Veränderung von Marktrollen, sondern erfordern höchstwahrscheinlich sogar eine Vielzahl neuer Marktrollen (z.B. Netz- oder Plattformbetreiber und auch neue Rollen in den auf *Intelligente Netze und Dienste* aufsetzenden Industrien). Demnach gilt es, die Veränderung bestehender Marktrollen und die Schaffung neuer Marktrollen zu untersuchen und in einem nächsten Schritt deren Abhängigkeiten zu modellieren.

- b) Kooperative Geschäftsmodelle im Rahmen einer durch *Intelligente Netze und Dienste* möglichen *domänenspezifischen* und *übergreifenden Konvergenz* modellieren und in Blueprints verfestigen

Schätzungen bzgl. des ökonomischen Potenzials *Intelligenter Netze und Dienste* sind allesamt extrem hoch. Um diese Potenziale jedoch zu erschließen wird es notwendig sein, die zuvor identifizierten Marktrollen in ökonomisch nachhaltige Geschäftsmodelle einzubetten, die durch ihren Fokus auf konvergente Anwendungen (*vertikal* und *horizontal*) eine intensive Kooperation verschiedener Marktteilnehmer erfordern. Tragfähige Geschäftsmodelle sind gemäß gängiger Strukturierungsmodelle (vgl. u.a. Hass, 2002; Stähler, 2002; Wirtz, 2005; Osterwalder und Pigneur, 2010) zu beschreiben, zu vertiefen und anschließend in Blueprints zu verfestigen.

- c) Marktmodelle und Handlungsspielräume zur Etablierung von Marktrollen, Realisierung kooperativer Geschäftsmodelle und Freisetzung einer innovationstreibenden Dynamik schaffen

In einem letzten Schritt sind zunächst Marktmodelle zu entwickeln, die eine erstrebenswerte Umsetzung der identifizierten Geschäftsmodelle ermöglichen. So gilt es durch *Konvergenz* bedingte Tendenzen zu marktbeherrschenden Stellungen (z.B. im Bereich des Betriebs von Plattformen) zu antizipieren und entsprechende Marktmodelle frühzeitig zu etablieren. Diese Marktmodelle sollten jedoch auch ausreichend Handlungsspielräume bieten, damit eine innovationstreibende Dynamik freigesetzt werden kann (siehe Kapitel 3.2).

III. Potenzielle Ergebnisse

Potenzielle Ergebnisse der Bearbeitung des FuE-Bedarfs sind in konkreten Blueprints von Rollen- und vertiefenden Geschäftsmodellen zu sehen. Ein exemplarisches Rollenmodell wurde beispielsweise in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt „Smart Senior: Intelligente Dienste und Dienstleistungen für Senioren“ (BMBF, 2012, S. 30) erarbeitet, das Akteure, Leistungen, Geldflüsse und medizinische Komponenten in einem Blueprint zu einer als „Hausnotruf 2.0“ bezeichneten Anwendung verknüpft. Diese Anwendung enthält sowohl Elemente *vertikal konvergenter* Dienste im medizinischen Bereich (z.B. Verknüpfung von Krankenkassen, Home-Care-Dienstleistern, Notfallzentralen und Ärzten) als auch *horizontale* und damit *domänenübergreifende* Verknüpfungen der *Domänen* Gesundheit, Mobilität, Verwaltung und *Smart Home* und verdeutlicht mit diesem Anwendungsbeispiel die Notwendigkeit kooperativer Geschäftsmodelle als kommerzielle Verwertungsgrundlage.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität dieses FuE-Themas wird durch verschiedene Aspekte bedingt. Zunächst sind die Veränderungen bestehender Marktrollen durch Implementierung *Intelligenter Netze und Dienste* zu untersuchen, um auf dieser Basis ökonomisch tragfähige kooperative Geschäftsmodelle entwickeln zu können. Neben der vielschichtigen Modellierung von Geschäftsprozessen hat auch die technische Komplexität und Machbarkeit in der Umsetzung, sowie rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen einer *domänenübergreifenden* Zusammenarbeit Berücksichtigung zu finden. Anschließend wird es entscheidend sein, geeignete Marktstimuli zu setzen um die veränderten Marktmechanismen zu etablieren.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die Entwicklung kooperativer Rollen- und Geschäftsmodelle wird zeitlich im Wesentlichen durch mangelnde Kooperationsbereitschaft und Kompatibilität verschiedener Akteure innerhalb einer *Domäne* und *domänenübergreifend* bedingt. Dies kann u.a. durch mangelnde Kannibalisierungs-, Veränderungs- und Risikobereitschaft, sowie durch unterschiedliche Zuständigkeiten und rechtliche Rahmenbedingungen gegeben sein. Die Entwicklung kooperativer Rollen- und Geschäftsmodelle kann zunächst jedoch relativ zeitnah erfolgen. Eine Umsetzung dieser Modelle wird anschließend erheblich zeitintensiver sein und ggf. sogar veränderte rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen erfordern.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

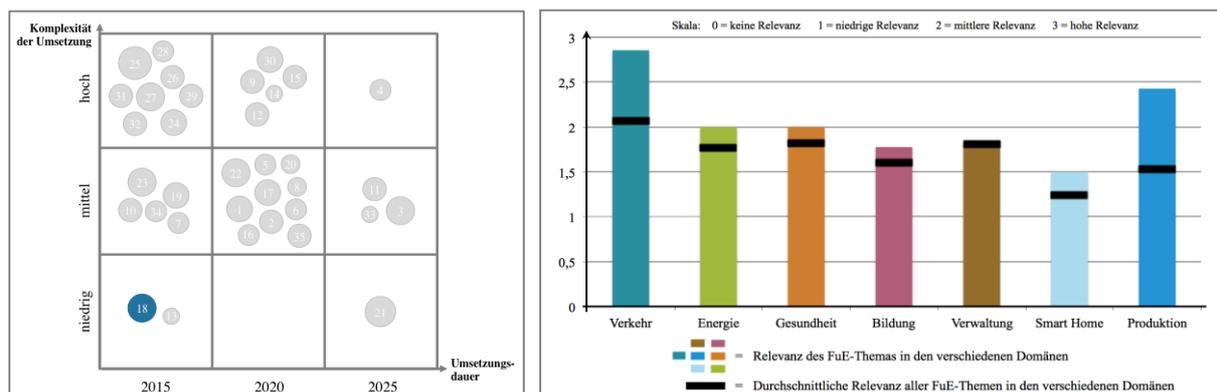


Abbildung 26: Qualifizierung des FuE-Themas 18 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.3 FuE-Thema 19: Eine bereichsspezifische und übergreifende „Infostructure“ entwerfen und entwickeln

I. Motivation

Eine *Infostructure* kann die konzeptionelle Grundlage eines Informationsaustausches in *Intelligenten Netzen* bilden. Basierend auf existierenden und sich evolutionär weiterentwickelnden Kommunikationsinfrastrukturen leistet eine *Infostructure* die notwendigen Terminologien, Ontologien und semantische Beschreibungsmöglichkeiten, um große Datenmengen in *Intelligenten Netze* aus verschiedenen *Domänen* zu verknüpfen, diese interpretierbar zu machen und letztendlich auf dieser Basis einen Mehrwert zu generieren.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Zur Realisierung kooperativer Geschäftsmodelle (siehe Kapitel 3.3.2) notwendige Informationen und Informationsquellen identifizieren

In einem ersten Schritt sind die zur Realisierung der identifizierten kooperativen Geschäftsmodelle notwendigen Informationen und Informationsquellen zu identifizieren. Zusätzlich können weitere *domänenspezifische* und *übergreifende* Informationen identifiziert werden die ggf. erst durch Schaffung neuer Institutionen o.ä. erhoben und anschließend zur Verfügung gestellt werden können.

- b) *Domänenspezifische* und *-übergreifend* durchgängige Informationsmodelle, semantische Interoperabilität und notwendigen Zugriffsrechte sicherstellen

In Abhängigkeit erster als tragfähig identifizierter Geschäftsmodelle gilt es zunächst auf *vertikale Konvergenz* ausgelegte *domänenspezifische* durchgängige Informationsmodelle unter Beachtung der notwendigen semantischen Interoperabilität und ggf. vertraglichen Regelung von Zugriffsrechten zu entwerfen. Darüber hinaus sind anschließend übergreifende Informationsmodelle zu entwickeln, die eine *domänenübergreifende* Verständigung und damit *horizontal* konvergente Anwendungen zulassen.

- c) Informationsfluss modellieren, optimieren und auf Datenbankmanagementsysteme abbilden (siehe Kapitel 3.1.7)

Die finalen Informationsmodelle gilt es, in einem letzten Schritt zu modellieren, entsprechend zu optimieren und letztendlich auf geeignete Datenbankenmanagementsysteme abzubilden (vgl. u.a. Evans et al., 2013 zu Modellierungsbestrebungen im Energiebereich). Dies hat stets unter Berücksichtigung höchster Sicherheitsstandards und ggf. auch in dezentralen Strukturen zu erfolgen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Ein potenzielles Ergebnis der Bearbeitung des FuE-Bedarfs kann analog zu einer technischen Referenzarchitektur eine informationsbezogene Referenzarchitektur bzw. *Infostructure Intelligenter Netze* sein (z.B. basierend auf *Named Data Networking* Modellen). Diese wird zunächst auf einzelne Anwendungen beschränkt und sukzessive für ganze *Domänen* und *domänenübergreifend* modelliert werden. Eine Vorlage bietet das Projekt „CALLIOPE – Creating a European coordination network for eHealth interoperability implementation“ auf europäischer Ebene, das u.a. die Schaffung einer entsprechenden *Infostructure* im Gesundheitswesen zum Ziel hat (vgl. Deloitte, 2013).

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität des FuE-Themas wird durch zwei Aspekte bedingt. Zum einen sind *domänenspezifische* und *-übergreifende* Informationsmodelle technisch zu realisieren. Dazu ist es zunächst erforderlich, entsprechende Informationsquellen technisch zu erschließen und eine semantische Interoperabilität herzustellen. Zum anderen ist es notwendig informationsbezogene Zugriffs- und Eigentumsrechte ggf. vertraglich sicherzustellen. Beide Aspekte können insbesondere für *domänenübergreifende* Informationsmodelle zu einer erheblichen Komplexität führen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die Modellierung einer *Infostructure* kann im Detail erst nach entsprechendem Entwurf geeigneter Rollen- und Geschäftsmodelle erfolgen bzw. die Grundlage zur Schließung identifizierter Intelligenzlücken bilden (siehe Kapitel 3.3.1). Sobald die dafür notwendigen Informationsflüsse inhaltlich skizziert wurden, können in relativ kurzer Zeit entsprechende Informationsmodelle entworfen und entwickelt werden. Für eine schnelle Umsetzung wird vor allem entscheidend sein eine Interoperabilität zwischen *Domänen* sicherzustellen und entsprechende Zugriffsrechte zu gewährleisten.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

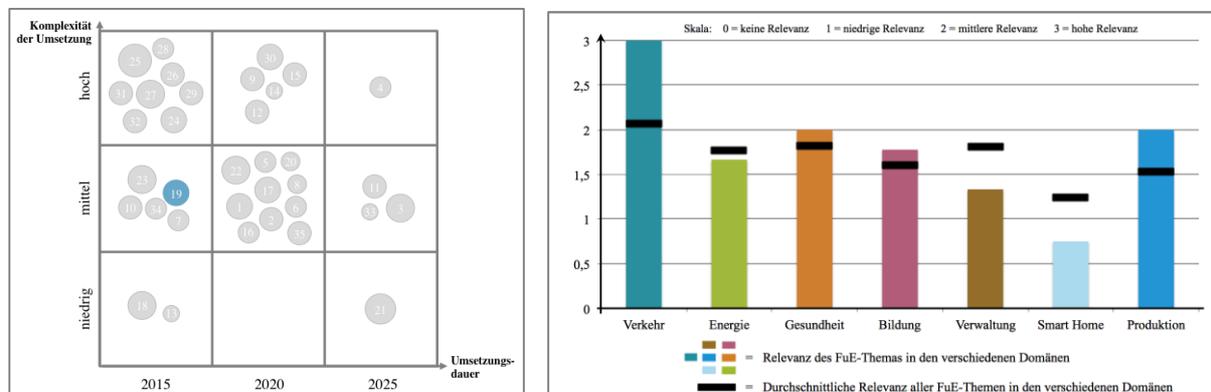


Abbildung 27: Qualifizierung des FuE-Themas 19 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.4 FuE-Thema 20: Datenökonomie erforschen

I. Motivation

Daten werden vielfach als das „Öl des 21. Jahrhunderts“ angesehen (Bräutigam, 2014). So ist bereits jetzt für Unternehmen der adäquate Umgang, die Analyse sowie eine effiziente Nutzung der kontinuierlich steigenden Menge an relevanten Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette von hoher Bedeutung – sowohl um die Entwicklung und Produktion so effizient wie möglich zu gestalten um

dadurch wiederum die Produktivität zu erhöhen, als auch z.B. den Kundenservice zu optimieren. Daten sind somit zu einem wichtigen Wirtschaftsgut geworden. Der ubiquitäre Zugang zu relevanten Datenquellen stellt zudem eine Grundvoraussetzung für die Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* dar und ist für die Implementierung *domänenübergreifender* Anwendungen von essenzieller Relevanz. Die erforderlichen Daten weisen aufgrund der Heterogenität in ihrer Herkunft häufig Unterschiede in ihrer Struktur auf und haben zudem verschiedenen Anforderungen in Bezug auf Datensicherheit und -schutz gerecht zu werden. Aus diesem Grund ist den Fragen nachzugehen, wie Konzepte zur Sammlung, Speicherung, Haltung, Verarbeitung, Analyse, Interpretation, Weitergabe, Austausch, Handel und Löschung von Daten insbesondere auch aus ökonomischer Sicht zu realisieren sind und welche Geschäfts- bzw. Betreibermodelle dabei zum Einsatz kommen, um in Folge die sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Potenziale heben zu können.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Ökonomische Verwertbarkeit und Handelbarkeit von Daten sicherstellen

Maßgebend für die Umsetzbarkeit von *übergreifenden* Anwendungen und Diensten ist der garantierte Zugang zu relevanten Daten. Um diese Datenverfügbarkeit sicherzustellen ist die Frage zu beantworten, wie eine ökonomische Verwertbarkeit und Handelbarkeit der Daten sichergestellt und umgesetzt werden kann. So sollen mögliche ökonomische Konzepte den spezifischen Anforderungen an Datenschutz- und Sicherheit gerecht werden, Mindeststandards in Bezug auf Transparenz sowie Verhältnismäßigkeit erfüllen, Mehrwert schaffen und vor allem die Kontrolle über die Daten durch den Eigentümer garantieren. Diese Bedingungen werden u.a. unter dem Begriff „New Deal on Data“ subsumiert (vgl. Pentland, 2008; Blocking et al., 2012).

Eine Fülle an spezifischen Anforderungen an die ökonomische Verwertung und den Handel von Daten wird darüber hinaus unter dem Neologismus „Datability“ zusammengefasst. Darunter wird nicht nur die Fähigkeit („Ability“) verstanden, mit der Masse an relevanten, zum Teil heterogenen Daten schnell und bedarfsgerecht umzugehen, sondern gleichzeitig die Notwendigkeit hervorgehoben, die Grundsätze der Nachhaltigkeit („Sustainability“) und Verantwortung („Responsibility“) insbesondere in Bezug auf den Datenschutz einzuhalten (vgl. CeBIT, 2014; Velten, 2014; Wiegand, 2014). Somit sind Konzepte zur ökonomischen Verwertbarkeit und Handelbarkeit von Daten zu entwickeln und umzusetzen, die diesen Anforderungen genügen können.

b) Geeignete Geschäfts- und Betreibermodelle für Daten-Plattformen, Datendienstleister und Marktplätze entwickeln

Der Austausch von Daten aus zum Teil heterogenen Quellen ist insbesondere für *domänenübergreifende* Anwendungen, die im Zuge der *Konvergenz* von *Intelligenten Netzen und Diensten* realisierbar werden, von höchster Relevanz. Dabei sollen Datenbereitstellungskonzepte den schnellen und effizienten Austausch von Daten zwischen den Akteuren in den unterschiedlichen *Domänen* unter Einhaltung größtmöglicher Kompatibilität ermöglichen (vgl. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014).

So wird insbesondere Daten-Plattformen, Datendienstleistern und Marktplätzen eine tragende Rolle zukommen, da sie als eine Art Datendrehzscheibe wichtige Intermediäre im Austausch von Daten darstellen und die Interaktion zwischen verschiedenen (Sub-)Systemen ermöglichen. Neben der Klärung der Standardisierung und Normung des Austauschprozesses (siehe Kapitel 3.1.11) sind in der Konzeption der dafür geeigneten Geschäfts- bzw. Betreibermodelle insbesondere Fragen des allgemeinen und *domänenspezifischen* Datenschutzes sowie des Dateneigentums zu beantworten.

Um die Attraktivität neuer Geschäfts- bzw. Betreibermodelle zu steigern, ist es unter Umständen erforderlich, dass Planungssicherheit und spezifische Investitionsanreize von staatlicher Seite gewährleistet werden (vgl. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2014).

III. Potenzielle Ergebnisse

Ein potenzielles Ergebnis dieses FuE-Themas ist eine funktionierende Datenökonomie, in der die Verfügbarkeit von Daten aus heterogenen Quellen zur Realisierung *domänenübergreifender* Anwendungen und Dienste bedarfsgerecht und rechtzeitig gewährleistet wird und ein sicherer Austausch von Daten durch geeignete Intermediäre erfolgt. Die Übermittlung und der Einsatz der Daten erfolgt standardisiert und unter Berücksichtigung geltender Datenschutz- und -sicherheitsrichtlinien. Dieses standardisierte Vorgehen erhöht die Effizienz im Umgang mit den Daten. Die geltenden Rechtsvorschriften erhöhen das Vertrauen der Nutzer, steigern somit die Akzeptanz und führen auch langfristig zu wirtschaftlich attraktiven Geschäftsmodellen.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität dieses FuE Themas wird durch mehrere Aspekte beeinflusst. Zum einen sind die äußerst heterogenen Datenquellen zu erwähnen, die unterschiedliche Datenstrukturen zur Folge haben und deswegen eine (System-)übergreifende Verwendung erschweren. Zum anderen sind die hohen Anforderungen an den allgemeinen und *domänenpezifischen* Datenschutz anzuführen, die in einer funktionierenden Datenökonomie zu erfüllen sind. Daneben ist die Etablierung neuer Geschäftsfelder und die Konzeption von Geschäfts- und Betreibermodellen für den Austausch und den Transfer von Daten maßgeblich von dem geltenden Rechtsrahmen abhängig, der u. a. den Eigentum und die damit verbundenen Rechte an Daten festlegt (siehe Kapitel 3.4.9).

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die Entwicklung von geeigneten Konzepten, Geschäfts- und Betreibermodellen innerhalb der Datenökonomie hängt maßgeblich von der Ausgestaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen ab, die Grundsatzfragen zum Datenrecht und -eigentum, Datenschutz sowie zur Ausgestaltung des Datentransfers regeln. Sobald die notwendigen gesetzlichen Regelungen im Hinblick auf die spezifischen Erfordernisse von *Intelligenten Netzen und Diensten* festgelegt wurden und einen verlässlichen Transfer von Daten ermöglichen, der die Interoperabilität zwischen *Domänen* sicherstellt, wird der Markt innerhalb kurzer Zeit Akteure mit geeigneten Geschäfts- und Betreibermodellen hervorbringen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

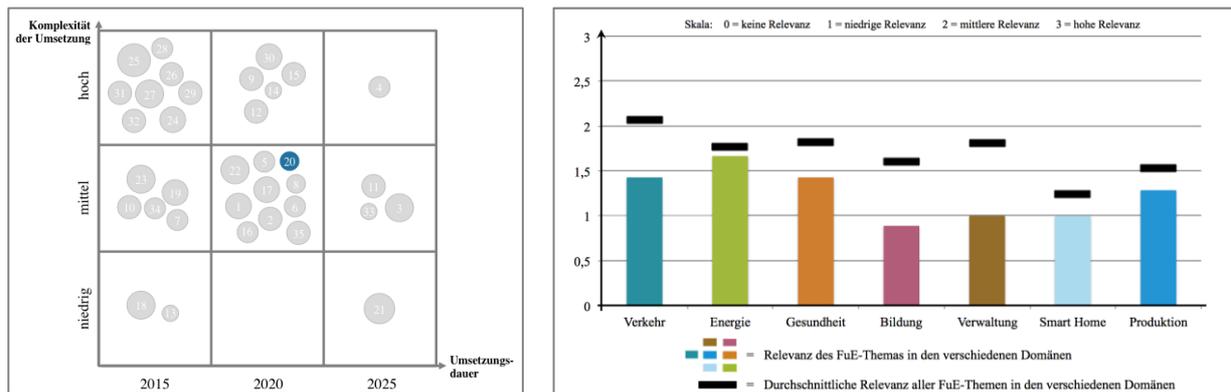


Abbildung 28: Qualifizierung des FuE-Themas 20 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.5 FuE-Thema 21: Fortlaufend „White Spots“ identifizieren und KMUs strategisch einbinden

I. Motivation

Der Erfolg eines flächendeckenden Auf- und Ausbaus *Intelligenter Netze und Dienste* wird maßgeblich von der Erfüllung der dazu notwendigen technischen, rechtlich/regulatorischen, gesellschaftlichen, aber auch ökonomischen Anforderungen und Voraussetzungen beeinflusst, die vor allem aufgrund der kontinuierlichen technischen Entwicklung einem dynamischen Anpassungsprozess unterliegen. Neben den sich ändernden Anforderungen an Infrastrukturkomponenten und Endgeräten führt diese evolutionäre Dynamik allerdings auch zu Chancen für die Entstehung neuer Geschäftsfelder, die zunächst identifiziert und im Anschluss von geeigneten bestehenden oder – im Falle von Fehlstellen (sog. „White Spots“) – von neu einzusetzenden Akteuren und Instanzen abgedeckt werden müssen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Neue Geschäftsfelder identifizieren und analysieren

Die potenziell disruptiven Veränderungen von Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerken in Zuge einer *domänenspezifischen* und *-übergreifenden Konvergenz* durch den Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen* eröffnen neue Marktchancen. Die sich dabei ergebenden Möglichkeiten zur Abgrenzung neuer Geschäftsfelder gilt es zu identifizieren, zu analysieren und in geeigneten Geschäfts- und Betreibermodellen zu integrieren (siehe dazu auch Kapitel 3.3.2 und Technische *Konvergenz* ermöglichen, Kapitel 3.1).

b) Mittelständische Unternehmen an geeigneten Stellen gezielt in den Infrastrukturausbau, den Infrastrukturbetrieb, der Softwareentwicklung sowie in die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle einbinden

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gelten als Beschäftigungsmotor und stellen das Fundament der deutschen Wirtschaft dar. So erwirtschaften mittelständische Unternehmen gegenwärtig mehr als jeden zweiten Euro und stellen ca. 60% aller Arbeitsplätze in Deutschland (BMW, 2014a; BMW, 2014b). Die Innovationskraft und Flexibilität der KMU spiegelt sich auch in ihrer Relevanz innerhalb des IKT-Sektors wider, der einen der bedeutendsten Zweige der deutschen Wirtschaft darstellt. Insbesondere die deutsche Softwarebranche wird von überdurchschnittlich vielen kleinen und mittelgroßen Unternehmen geprägt (BMW, 2010). Diese Position der KMU gilt es weiterhin im Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten*, in der Entwicklung und Produktion der dafür erforderlichen

Infrastruktur- und Softwarekomponenten sowie durch die Konzeption neuer, auf die Spezifitäten der KMU angepassten Geschäftsmodellen durch die Erarbeitung geeigneter Förderungsstrategien zu stärken.

III. Potenzielle Ergebnisse

Die Realisierung dieses FuE-Themas kann einen entscheidenden Beitrag dazu leisten, der IuK-Industrie in Deutschland im Zuge der Identifikation und gezielten Analyse neuer Geschäftsfelder signifikante Wachstumsimpulse zu verleihen und dabei gleichzeitig Innovationen in diesem zukunfts-trächtigen Sektor zu fördern. Eine gezielte Einbindung und Unterstützung von KMU in den Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* kann eine erhöhte Investitionsbereitschaft dieser für die deutsche Wirtschaft tragenden Säule zur Folge haben sowie Anregungen zu neuen Unternehmensgründungen mit sich bringen. Schließlich gilt es dabei auch die Forschungs- bzw. Entwicklungsaktivitäten in diesem Sektor zu fördern.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Zur Identifikation und Analyse neuer Geschäftsfelder ist ein umfassendes Verständnis über die Anwendungs- und Verknüpfungsmöglichkeiten konvergierender *Intelligenter Netze* sowie ein hohes Maß an Kompatibilität der Dienste sowohl innerhalb einer *Domäne* als auch über *Domänen* hinweg erforderlich. Mangelnde Veränderungsbereitschaft der Unternehmen sowie hohe Risikoaversion können ebenfalls die Umsetzbarkeit dieses FuE-Themas erschweren. Für KMU werden insbesondere Maßnahmen zur Sicherstellung der Investitionsbereitschaft von tragender Bedeutung sein, die ihnen eine Partizipation im Auf- und Ausbau bzw. Betrieb von *Infrastrukturen* und Systemkomponenten sowie in der Entwicklung der für *Intelligente Netze* relevanten Software ermöglichen und das finanzielle und unternehmerische Risiko minimieren.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Die zeitliche Umsetzbarkeit dieses FuE-Themas wird durch verschiedene Aspekte bedingt. Zunächst bedarf es einiger Zeit, bis ein umfassendes Verständnis über die möglichen *übergreifenden* Anwendungsmöglichkeiten herrscht. Forciert wird diese Problematik durch die evolutionäre technische Entwicklung und den sich daraus eventuell ergebenden neuen Verknüpfungspotenzialen. Die Partizipation der KMU bei dem Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen* wird aufgrund ihrer hohen Flexibilität und Anpassungsfähigkeit erwartungsgemäß schnell und kontinuierlich erfolgen können.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

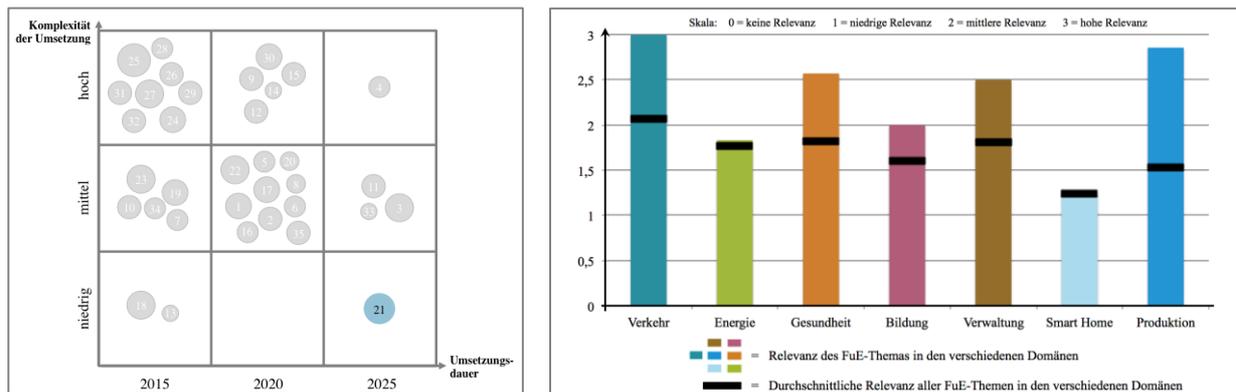


Abbildung 29: Qualifizierung des FuE-Themas 21 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.6 FuE-Thema 22: Internationalisierungsstrategien für systemische Intelligente Netze Lösungen entwerfen

I. Motivation

Der Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* ermöglicht im Zuge der *Konvergenz* verschiedener *Domänen* die übergreifende Gestaltung von Anwendungen und Diensten. Dieses Verknüpfungspotenzial ist nicht lokal beschränkt sondern Regionen-übergreifend zu verstehen. Somit ist die Konzeption von systemischen, international ausgerichteten Lösungen unabdingbar, die regionen- bzw. länderspezifische Charakteristika insbesondere in den Systemkomponenten und rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen und neue Chancen für den Export von *Infrastruktur-* und *Softwarekomponenten* ermöglichen. Des Weiteren ist zu analysieren, wie neue Pilot- und Konzeptideen im internationalen Kontext entwickelt, getestet und bei gleichzeitiger Minimierung des unternehmerischen bzw. finanziellen Risikos implementiert werden können.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Systemische Lösungen (ggf. in Konsortien) mit Exportorientierung entwickeln, fördern und im europäischen Kontext (unter Berücksichtigung von Schnittstellen zu EU-Projekten, z.B. im Rahmen von *Future Internet*-Aktivitäten) positionieren

Die Realisierung des Auf- und Ausbaus von *Intelligenten Netzen* im internationalen Kontext erfordert Kompetenzen aus unterschiedlichen Disziplinen vor dem Hintergrund heterogener technischer, politischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen. Um den verschiedenen Anforderungen und interdisziplinären Fragestellungen gerecht zu werden, erscheint es sinnvoll, systemische Lösungen in breit angelegten Expertengremien aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zu erarbeiten. In der Konzeption und Erstellung von Lösungen sind länderspezifische Charakteristika gerade im Hinblick auf technische Systemkomponenten zu beachten, sodass eine überregionale Anwendbarkeit ermöglicht und gleichzeitig Chancen für den Export sichergestellt werden können. Dabei sind bestehende, international angelegte Projekte zu *Intelligenten Netzen und Diensten* im europäischen Kontext in einem ersten Schritt zu analysieren, hinsichtlich ihres Schwerpunktes zu kategorisieren und anschließend neue Lösungen auf der Basis vorhandener Projektergebnisse zu entwickeln (für erste Anknüpfungspunkte siehe auch Kapitel 4.3.2.2 bzw. Anhang 6.11 zu Forschungslandkarte)

- b) Pilot- und Konzeptideen ggf. in Entwicklungs- und Schwellenländern entwickeln und erproben (vgl. *Technology Leapfrogging*) und diese anschließend nach Deutschland importieren (vgl. *Reverse Innovation*)

Die Investitionen für den Auf- und Ausbau neuer, innovativer Infrastrukturkomponenten sind mit erheblichen Kosten und Risiken verbunden. Aus diesem Grund kann es sinnvoll erscheinen, Pilot- und Konzeptideen zunächst in Entwicklungs- und Schwellenländern zu konzipieren, zu erproben und zu optimieren. Der Grund liegt darin, dass in diesen Ländern aufgrund des häufig geringeren Lohn- bzw. Preisniveaus sowie in Folge der weniger restriktiven rechtlichen Rahmenbedingungen der Einsatz und Betrieb neuer *Infrastruktur-* und Hardwarekomponenten einfacher und mit deutlich weniger Kosten realisierbar ist. Auch ergeben sich dadurch neue Absatz- und Exportmöglichkeiten für deutsche Unternehmen. Auf der anderen Seite eröffnet das sog. *Technology Leapfrogging* diesen Ländern neue Möglichkeiten in der Ausstattung mit neuen Information- und Kommunikationstechnologien, da häufig kaum Legacyinfrastruktur vorhanden ist oder migriert werden muss. Nach erfolgreichem Einsatz der Technologien in den Entwicklungs- und Schwellenländern können die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen wiederum für die Umsetzung im heimischen Markt angewandt werden („Reverse Innovation“).

III. Potenzielle Ergebnisse

Im Zuge der Realisierung dieses FuE-Themas werden Lösungen für den Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* generiert, die eine Regionen-übergreifende *Konvergenz* von Diensten sicherstellt und länderspezifische Unterschiede in Bezug auf *Infrastrukturen* und rechtlich-regulatorischen Rahmenbedingungen überwindet. Solche systemischen Lösungen bieten der deutschen Wirtschaft zudem neue Chancen im Export von IuK-Komponenten. Die Verlagerung der Entwicklung bzw. Erprobung von Pilot- und Konzeptideen zu *Intelligenten Netzen und Diensten* in Entwicklungs- und Schwellenländern vermindert das unternehmerische und finanzielle Risiko und liefert wichtige Erkenntnisse und Erfahrungswerte für die Implementierung der Technologien im heimischen Markt.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die Komplexität in der Umsetzung dieses FuE-Themas wird maßgeblich von den länderspezifischen Unterschieden in den rechtlich-regulatorischen Rahmenbedingungen sowie unter Umständen von mangelnder Kompatibilität der technischen Komponenten beeinflusst. Dies ist in der Konzeption von Internationalisierungsstrategien für systemische Intelligente Lösungen zu berücksichtigen. Zudem ist die Bereitschaft zur Kooperation der beteiligten Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik von hoher Bedeutung.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont bis zur Umsetzung dieses FuE-Themas wird unter Umständen davon beeinflusst, wie schnell eine Angleichung des europäischen Rechtsrahmens insbesondere in Bezug auf die Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* erfolgen kann. Zudem wird die Umsetzungsdauer maßgebend von der Bereitschaft zur Kooperation und von der Fähigkeit der Akteure abhängen, Regionen-übergreifende Konzepte und Lösungen zu entwickeln.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

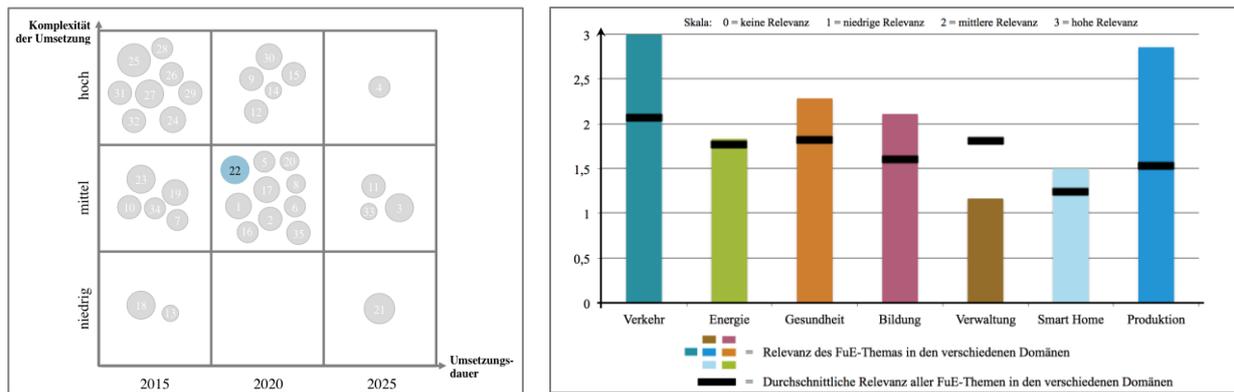


Abbildung 30: Qualifizierung des FuE-Themas 22 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.3.7 FuE-Thema 23: Volkswirtschaftliche (Konvergenz- bzw. Synergie)Potenziale strukturiert ableiten

I. Motivation

Neben den Potenzialen, die konvergierende *Intelligente Netze* für die Planung, Entwicklung und Implementierung von übergreifenden Anwendungen und Diensten mit sich bringen, ist es erforderlich, die ökonomischen Implikationen für die Volkswirtschaft abzubilden, um auf dieser Grundlage den Nutzen *Intelligenter Netze und Dienste* für die Gesellschaft aufzuzeigen, den Unternehmen Anreize zur Investition in neue Produktionsstätten und Technologien zu geben und zukünftige Fördermaßnahmen zum Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* begründen zu können.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Zentrale ökonomische Potenziale im Kontext von *Intelligenten Netzen* identifizieren und quantifizieren.

Die sich aufgrund von neuen, übergreifenden Anwendungsmöglichkeiten in Folge der *Konvergenz* von bisher separat betrachteten und optimierten *Domänen* ergebenden ökonomischen Potenziale sind in einem ersten Schritt zu identifizieren sowie quantitativ zu bewerten.

- b) Potenziale strukturiert analysieren und differenziert aufschlüsseln.

In einem zweiten Schritt gilt es, die Potenziale nach erfolgter Identifikation und ökonomischer Bewertung strukturiert zu analysieren und im Kontext der jeweiligen relevanten *Domänen* differenziert aufzuschlüsseln.

III. Potenzielle Ergebnisse

Die strukturierte Ableitung der volkswirtschaftlichen Potenziale, die aufgrund der *Konvergenz* von *Intelligenten Netzen und Diensten* realisierbar werden, kann zum einen eine Erhöhung der Akzeptanz auf Seite der Nutzer zur Folge haben, indem ihnen der Mehrwert von übergreifenden Anwendungen und Diensten verdeutlicht wird. Zum anderen kann das Aufzeigen des ökonomischen Nutzens für die Volkswirtschaft signifikante Impulse für die Investitionsbereitschaft der Unternehmen in den Auf- bzw. Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* mit sich bringen. Die differenzierte Analyse der Potenziale ermöglicht zudem die Identifikation von Bereichen, die spezifischer Fördermaßnahmen bedürfen (für Ansatzpunkte vgl. u.a. BMWi, 2012)

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Mehrere Faktoren bestimmen die Komplexität in der Realisierung dieses FuE-Themas: So wird die Schwierigkeit insbesondere darin liegen, neben den zukünftigen Absatz- und Investitionspotenzialen, die für Akteure auf Anbieterseite von Bedeutung sind, den Nutzen von *Intelligenten Netzen und Diensten* für (potenzielle) Nutzer valide abzuschätzen und quantitativ zu bestimmen. Die Schwierigkeit besteht zum einen daran, dass momentan aufgrund der evolutionären Entwicklung und des technischen Fortschritts nur vage Prognosen über zukünftige Anwendungsmöglichkeiten getroffen werden können und eine heterogene Nutzenabschätzung von *Intelligenten Netzen* durch die jeweiligen Nutzer erfolgt.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont bis zur Umsetzung dieses FuE-Themas wird davon bestimmt, wann es zu einem breiten Einsatz übergreifender Anwendungen durch konvergierende *Intelligente Netze und Dienste* kommt. Dies hängt wiederum davon ab, wie sich die Akzeptanz solcher Anwendungen bei den potenziellen Anwendern entwickelt. Erst nach Sammlung von Nutzungsdaten über einen längeren Zeitraum können fundierte Aussagen über die volkswirtschaftliche Relevanz getroffen werden.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

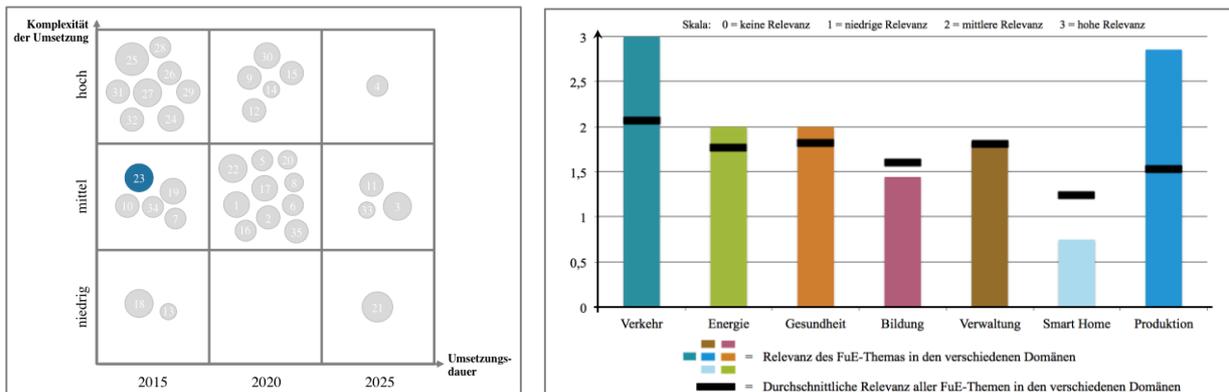


Abbildung 31: Qualifizierung des FuE-Themas 23 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4 Ordnungsrahmen schaffen

Der Ordnungsrahmen ist für *Intelligente Netze und Dienste* von fundamentaler Bedeutung. Während die aktuellen Rahmenbedingungen einerseits Elemente *vertikaler* oder *horizontaler Konvergenz* ermöglichen, können sie zugleich eine Barriere für zukünftige Potenziale darstellen. Im Folgenden soll einen Überblick des Forschungsbedarfs gegeben werden, welche institutionellen und konstitutionellen Rahmenbedingungen einen positiven Einfluss auf die Herausbildung und Entwicklung *Intelligenter Netze* haben könnten. In diesem Kapitel können keine potenziellen Ergebnisse dargelegt werden, da diese bereits explizit durch die Beschreibung des FuE-Bedarf selbst aufgezeigt werden. Die politische Willensbildung und Steuerungsfunktion ist weiterhin eine inhärente Komponente des Zielfindungsprozesses selbst. (Potentielle) Ergebnisse, Komplexität sowie Zeithorizont und Umsetzungsdauer stehen demzufolge in direkter Abhängigkeit der politischen motivierten Zielsetzung.

3.4.1 FuE-Thema 24: Einheitliche, klare Definitionen allgemeiner und spezifischer kritischer Funktionalitäten erarbeiten

I. Motivation

Einheitliche und klare Definitionen allgemeiner und spezifischer (kritischer) Funktionalitäten sind erforderlich, um allen Marktakteuren, wie auch gesetzgebenden und verwaltenden Institutionen sowie Wissenschaft und Forschung einen identischen Handlungsrahmen zu vermitteln (vgl. z.B. BMI, 2005, 2007 und 2009). Die betroffenen Elemente werden im Folgenden aufgezeigt.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Standard-Definitionen und Beschreibungen

Für einen konsistenten Gebrauch in Recht/Ökonomie und Anwendung sind Definitionen von Standards und entsprechende Beschreibungen festzulegen und zu etablieren.

b) Betriebssicherheit und Zugangssicherheit

Es sind bestimmte Mindeststandards im Hinblick auf die Zugangssicherheit festzulegen (Security). Weiterhin gilt es, auch die Betriebssicherheit von Netzen und darauf basierenden Anwendungen sicherzustellen (Safety).

c) Beherrschbarkeit und Risikomanagement

Im Zuge einer Gesamtschau *Intelligenter Netze* sind (Sub-)Systeme zur Beherrschbarkeit und zum Risikomanagement zu identifizieren, zu etablieren und wiederum zu überwachen.

d) Interoperabilität

Die Komplexität einer Interoperabilität ist für alle Beteiligten nachvollziehbar zu gestalten und zu dokumentieren. Gerade im Hinblick auf die Ausfallsicherheit von Systemen ist eine verteilte Aufgabenbewältigung derart vorzunehmen, dass der Ausfall einzelner Netzkomponenten bzw. Anwendungen keine derartigen Interdependenzen aufweisen kann, die das Gesamtsystem zum Erliegen bringen können. Gleiches gilt für einzelne Akteure und Komponentenbetreiber.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungspro-

zesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

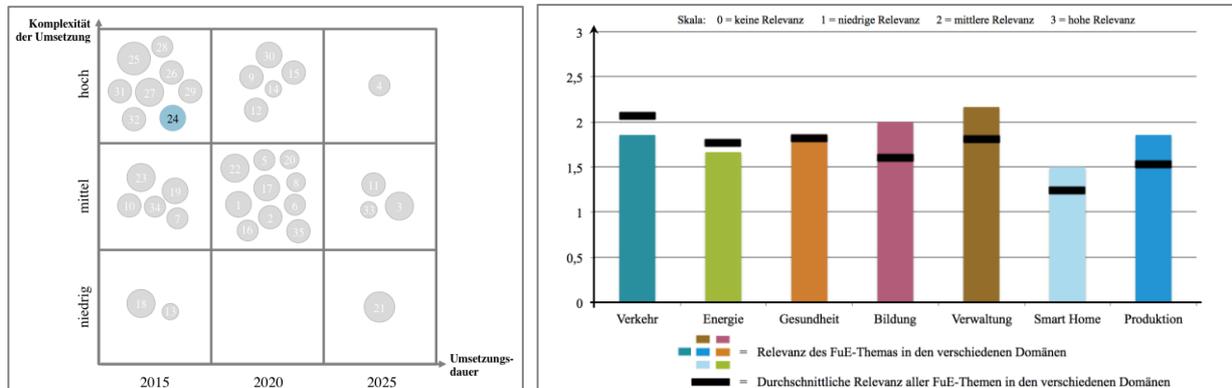


Abbildung 32: Qualifizierung des FuE-Themas 24 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.2 FuE-Thema 25: Relevanz von (Netz-)Neutralität in Intelligenten Netzen analysieren

I. Motivation

Wesentlich an *Intelligenten Netzen und Diensten* ist *vertikale* und *horizontale* Operabilität. Insofern ist ein (technisch) mögliches Angebot von Diensten und Services über *Intelligente Netze* hinweg zunächst sicherzustellen, sofern dies keinen anderen Bestimmungen widerspricht (vgl. u.a. Baran et al., 2013). Hier ist der Begriff einer potenziellen *Netzneutralität* in *Intelligenten Netzen und Diensten* zu diskutieren. Eine parallel gelegene Fragestellung betrifft den Zugang und die Interoperabilität von Daten (-systemen), welche zu einer Systemoptimierung benötigt werden. Hierauf wird im nächsten Gliederungspunkt detailliert eingegangen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Sicherstellung *domänenspezifischer* und *-übergreifender* Services und Dienstleistungen

Rechtliche Rahmenbedingungen sind zu überprüfen und gegebenenfalls derart zu gestalten, dass ein diskriminierungsfreies Angebot von *domänenspezifischen* und *-übergreifenden* Services und Dienstleistungen in *Intelligenten Netzen* unabhängig vom Netzbetreiber ermöglicht wird.

b) Trennung von Infrastruktur/*Domänen* und Diensten/Services

Eine organisatorische Trennung von *Infrastruktur* und Dienst ermöglicht auch Anbietern ohne eigene Netzinfrastruktur die Entwicklung und das Angebot von (innovativen) systemoptimierenden Services und Diensten. Eine *domänenspezifische* Verknüpfung, oder auch *domänenübergreifende* Verknüpfung von *Infrastruktur* und Dienst ist selbstverständlich ebenso zu ermöglichen und gleichzeitig offen für alternative Anbieter zu gestalten.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

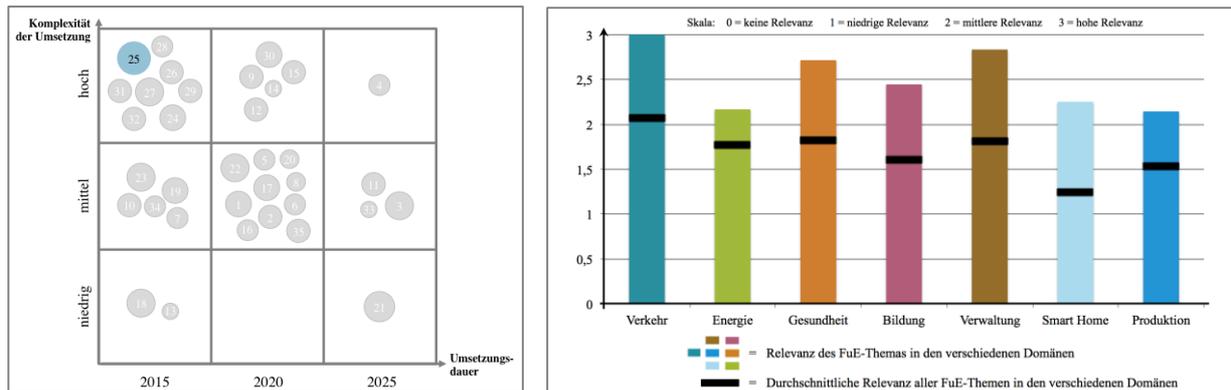


Abbildung 33: Qualifizierung des FuE-Themas 25 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.3 FuE-Thema 26: Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen analysieren und überprüfen

I. Motivation

Ein gegebenenfalls erforderlicher Rechtsrahmen bzw. die Anpassung und Änderung bestehender Rahmenbedingungen sind derart zu gestalten, dass eine freie Entfaltung *Intelligenter Netze und Dienste* möglich ist. Parallel dazu sind die Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* auf widersprüchliche Entwicklungen im Hinblick auf geltendes Recht zu überprüfen und gegebenenfalls Gegenmaßnahmen zu treffen (vgl. u.a. Brunekreeft et al., 2011 für Vorschläge zu einer innovativen Regulierung Intelligenter Netze im Energiebereich).

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Erstreckungsbereich

Der Erstreckungsbereich *Intelligenter Netze und Dienste* ist bereits heute zielgerichtet festzulegen, gleichzeitig jedoch in einer Art und Weise, welche die Dynamik der Evolution ausreichend unterstützt. Freilich kann aus der heutigen Sichtweise nur ein holzschnittartiger Ausblick in die Zukunft erfolgen. Je genauer hier jedoch gewünschte Ziele und der Erstreckungsbereich *Intelligenter Netze und Dienste* avisiert und entsprechend formuliert werden kann, umso stärker kann eine Fokussierung aller heutiger und zukünftiger Akteure erfolgen.

b) Dynamik und Wandel

Die *Konvergenz* von IT; Telekommunikation- und Medien hat bereits gezeigt, welche Potenziale in der Verschmelzung von *Infrastrukturen*, Technologien und Geschäftsmodellen liegen und welche

Potenziale damit in Zukunft noch in Aussicht gestellt sind. Der Erstreckungsbereich und das Entwicklungspotenzial *Intelligenter Netze und Dienste* dürften hier noch weitaus größer sein. In aktuelle bzw. adaptierte rechtliche Rahmenbedingungen ist demnach für Dynamik und Wandel einzutreten, und auch ebendiese bereits jetzt gezielt flexibel und dynamisch zu gestalten. Ein zu starrer, an der Vergangenheit orientierter Rechtsrahmen steht demnach einer dynamischen Entwicklung entgegen.

c) Barrieren bestehender Gesetzeslage

Der bestehende Rechtsrahmen und die aktuelle nationale Gesetzeslage bzw. Auslegung ist auf Barrieren für die Entwicklung von *Intelligenten Netzen und Diensten* zu überprüfen. Diese (nationalen/gemeinschaftlichen) Barrieren sind gezielt zu identifizieren und einer multidimensionalen Analyse zu unterziehen. Es ist zu überprüfen, welche positiven und negativen Folgen eine Beseitigung dieser Barrieren nicht nur für *Intelligente Netze und Dienste* selbst, sondern insbesondere für Grundwerte unserer Gesellschaft bestehen. Andernfalls können gezielt gesetzte Barrieren (Beispiele sind der Datenschutz bzw. Datensicherheit) zur Entwicklung von Best-in-Class Lösungen führen, die wiederum internationale Nachfrage erzeugen können.

d) Regulierungskonzeption

Für *Intelligente Netze und Dienste* sind bestehende Regulierungskonzepte auf Kompatibilität zu prüfen und Abwägungen zwischen *domänenspezifischer* und *domänenübergreifender* Regulierung vorzunehmen. Während die *domänenspezifische* Regulierung eine detailgenaue, situationspezifische und ggf. in der jeweiligen Einzelsituation gezieltere Einzelfallregelung und Konfliktlösung ermöglicht, unterliegt dieses Regulierungskonzept einem permanenten Aktualisierungszwang. Eine *domänenübergreifende* Regulierungskonzeption dagegen ermöglicht eine Marktregelung auf einer molaren Ebene, die gegebenenfalls dazu führen kann, dass Einzelfälle nicht ausreichende Betrachtung finden können. Auf Grund der Dynamik und der Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* ist es jedoch zu vermeiden, dass eine Regulierungskonzeption der Entwicklung des Marktes „hinterherrennt“.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

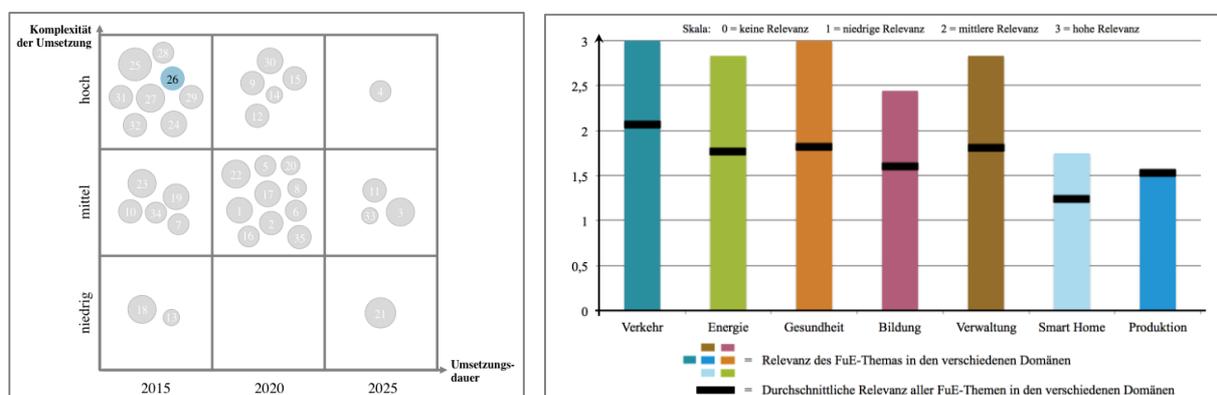


Abbildung 34: Qualifizierung des FuE-Themas 26 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.4 FuE-Thema 27: Veränderung bestehender Institutionen und Schaffung neuer Institutionen prüfen

I. Motivation

Bestehende Marktkontrollgremien und -institutionen sind auf Kompatibilität und ihre zukunftsfähige Ausrichtung zu prüfen. Gegebenenfalls sind neue Institutionen zu schaffen, welche z.B. einen diskriminierungsfreien Zugang aller Anbieter zu bestimmten, essenziellen Daten und Modellen ermöglichen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Marktkontrollgremien und -institutionen

Bestehende Marktkontrollgremien und -institutionen, sind auf ihre Eignung und den Adaptionbedarf im Hinblick auf *Intelligente Netze und Dienste* zu überprüfen. Beispiele umfassen die Bundesnetzagentur auf nationaler Ebene, die Kartellrechtsbehörden auf nationaler und gemeinschaftlicher Ebene sind.

b) Bottlenecks

Die Hebung von Potenzialen *Intelligenter Netze und Dienste* setzt die Hebung *vertikaler* und *horizontaler* Synergiepotenziale der Sektoren voraus. Bestehende und auch zukünftige Bottlenecks technischer, rechtlicher aber auch ökonomischer Natur nach sind zu identifizieren und gegebenenfalls Handlungsalternativen für deren Vermeidung bzw. Umgehung zu entwickeln.

c) Clearing Stellen

Die bereits diskutierte, potenziell erforderliche Schaffung von Clearing Stellen im Bezug zur Datenverfügbarkeit bzw.-zugang zeigte bereits ökonomische Beispiele für ökonomische Engpässe bzw. Barrieren von *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* auf. Parallel zur Datenproblematik gibt es eine Vielzahl an technischen und rechtlichen Fragestellungen und Bottlenecks, die durch einen Einsatz entsprechender Clearingstellen in Form von neutralen Marktteilnehmern umgangen bzw. vermieden werden können.

d) Ansprechpartner

Zur Förderung eines gemeinsamen Verständnisses von *Intelligenten Netzen und Diensten* sind neben eines klaren Definitionsbereichs auch kompetente Ansprechpartner im Markt zu etablieren. Neben Unternehmen, die u.a. bereits Kompetenz aufgebaut haben, ist hier der Einsatz von Kompetenzzentren und Plattformen zu diskutieren.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

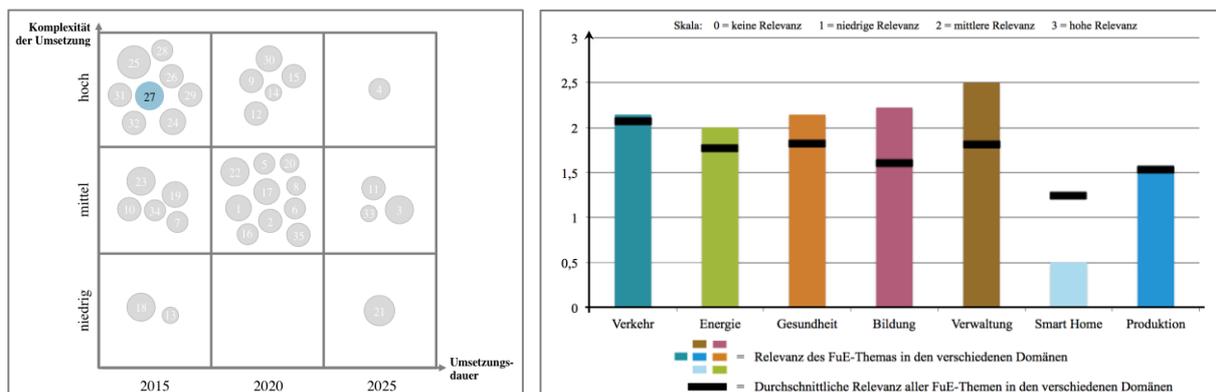


Abbildung 35: Qualifizierung des FuE-Themas 27 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.5 FuE-Thema 28: Governancemodelle von Versorgungsinfrastrukturen und Netzen erforschen

I. Motivation

Governancemodelle bestimmen die grundlegende Ausgestaltung von Funktionsweisen und Regeln von und in Organisationen. Auch für *Versorgungsinfrastrukturen* und Netze sind Governancemodelle erforderlich, die grundsätzlichen Strukturen, Abläufe, Prozesse und Organisationsformen in der Ausgestaltung und im Umgang mit ebendieser festlegen. Dies schließt insbesondere Machtverhältnisse und Verfügungsgewalt, sowie Entscheidungsgewalt über *Versorgungsinfrastrukturen* und Netze mit ein, nicht nur in Bezug auf die Eigentümer bzw. Besitzer, sondern auch auf weitere (betroffene bzw. interessierte) Stakeholder und Nutzer. Für *Intelligente Netze und Dienste* sind Anknüpfungspunkte sowohl an bestehende, als auch neue *Versorgungsinfrastrukturen* offen zu gestalten, um gerade den negativen Auswirkungen von potenziellen Monopolisierungstendenzen entgegenzuwirken.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Marktmodelle

Für *Intelligente Netze und Dienste* sind (neue) Marktmodelle zu entwickeln bzw. bestehende auf Kompatibilität zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Dieser Prozess trägt gleichermaßen dazu bei, neben der bereits angesprochenen Problematik von Bottlenecks potenzielle Monopolisierungstendenzen zu identifizieren. Gleichermäßen sind zukünftige Marktmodelle mit einem Höchstmaß an Flexibilität bei gleichzeitig klar definierter Rollenzuweisung zu gestalten.

b) Marktrollen

Marktakteure und Kontrollgremien bedürfen eines klaren Rollenverständnisses. Dieses Rollenverständnis gilt es zu definieren, entsprechenden Marktakteuren zuzuweisen und zyklisch auf Kompatibilität zu überprüfen.

c) Marktmacht

In *Intelligenten Netzen* können neue, bisher unbekannte Positionen entstehen, die entsprechenden Akteuren eine so gewichtige Marktmacht verleihen, in der es gilt Monopolisierungstendenzen wiederum zu verhindern bzw. diesen entgegenzuwirken. Rollen und Marktteilnehmer, welche eine (system-)kritische, monopolistische Stellung einnehmen können, sind klar zu definieren und von freien Wett-

bewerbsrollen abzugrenzen. Parallel dazu kann der Begriff der Marktmacht in den jeweiligen Sektoren zwar zutreffen, aber insbesondere aufgrund *vertikaler* bzw. *horizontaler Konvergenz* dem Wandel unterliegen.

d) Incentivierung

Die Incentivierung der Marktteilnehmer ist an die definierten Ziele anzupassen und ist für die Marktteilnehmer kongruent auszurichten. Das bedeutet, dass Rahmenbedingungen konkret derart Gestaltung finden können, dass gesellschaftlich gewünschte Ziele ex ante von den Marktteilnehmern bei einer individuellen Ergebnismaximierung quasi originär verfolgt werden. Ein Beispiel ist hier der CO₂-Zertifikate-Handel mit dem gesellschaftlichen Ziel einer CO₂-Reduktion.

e) Verantwortlichkeiten

Rollen zur Übernahme von Verantwortung sind klar zu definieren, zuzuweisen und nachverfolgbar zu gestalten. Für die definierten Rollen und Anreizmodelle sind klare, transparente Strukturen mit entsprechender Verantwortung erforderlich, um bestehenden und neuen Marktteilnehmern Potenziale aufzuzeigen und Investitionen zu tätigen.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

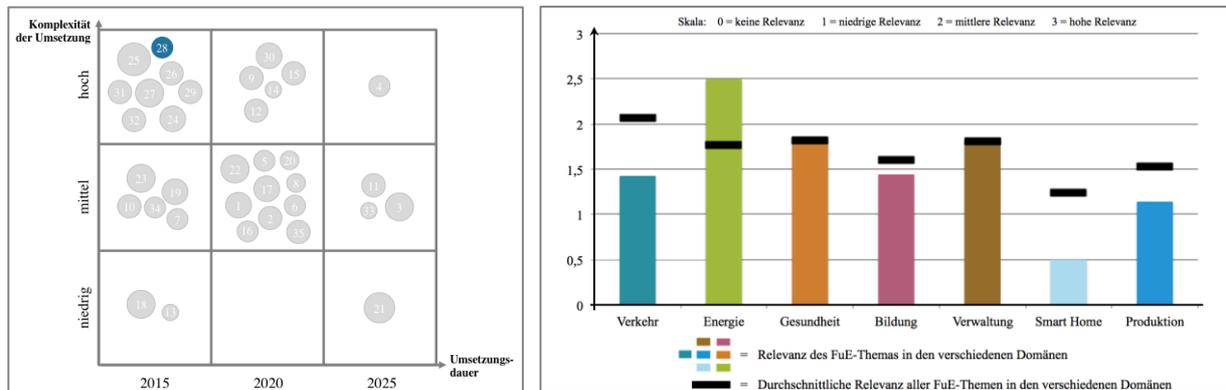


Abbildung 36: Qualifizierung des FuE-Themas 28 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.6 FuE-Thema 29: Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und Rahmenbedingungen betrachten

I. Motivation

Die *Konvergenz* der Netze ist getrieben durch technologischen Fortschritt (und vice versa). Mit diesem Fortschritt einher entsteht jedoch eine Wechselwirkung zu den Rahmenbedingungen, die zum Zeitpunkt der Entwicklung ihre Gültigkeit hatten bzw. haben. Im Zeitverlauf gilt es, wiederum die Rahmenbedingungen an den technologischen Fortschritt anzupassen. Erfolgt dies nicht, wird diese Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und den Rahmenbedingungen immer größer, der es insbesondere im Hinblick auf die Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* entgegenzuwirken gilt.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Bildung

Ausbildung, Weiterbildung und lebenslanges Lernen sind gerade im Hinblick auf den vorhandenen Themenbereich von fundamentaler Bedeutung. Eine Vorwärtsintegration des Themenkomplexes *Intelligente Netze und Dienste* in schulische, universitäre und berufsbegleitende Aus- und Weiterbildung ist im Hinblick auf eine beschleunigte Verankerung in der Gesellschaft zu prüfen und zu intensivieren.

b) Infrastruktur vs. Services

In vielen infrastrukturbasierten Netzen haben sich vormals kombinierte *Infrastruktur-* und *Service-*modelle teilweise überholt. In der Telekommunikationsbranche, beispielsweise haben neue Marktteilnehmer mit Endkundendiensten über die Netze bestehender Anbieter hinweg bisher ungeahnte Potenziale wecken können. Vor diesem Hintergrund ist nicht nur für *vertikale*, sondern insbesondere für *horizontale* Dienste zu evaluieren, ob eine Trennung von fundamentalen *Infrastrukturen* von derzeit verknüpften Dienstleistungen erforderlich ist, um gegebenenfalls die Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* allen Marktteilnehmern diskriminierungsfrei bereitzustellen und somit *domänenübergreifende* Synergieeffekte heben zu können.

c) Regulierungsinstitutionen

Nicht nur die Eignung aktueller, tiefgehender *domänenspezifischer* Regulierung ist auf eine generelle Anwendung *Intelligenter Netze und Dienste* zu prüfen, so ist auch zu evaluieren, ob die aktuelle eingesetzten Überwachungs- und Regelinstitutionen de facto auf Grund ihrer Ausstattung mit derzeitigem Personalbestand und Fähigkeitsniveau den Herausforderungen von *Intelligenten Netzen und Diensten* gewappnet sind. Dies gilt gleichermaßen auf nationaler, wie auch gemeinschaftlicher Ebene.

d) Wirtschaft

Neben aktuellen Marktmechanismen bedarf es völlig neuer Denkweisen und Denkmodelle, um die verborgenen Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* wecken zu können. So ist zu diskutieren, ob aktuelle Marktteilnehmer überhaupt in der Lage sind, die Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* heben zu können, oder ob es grundsätzlich neuer bzw. neu hinzutretender Teilnehmer bedarf. Weiterhin ist zu überlegen, ob eine solche Herausbildung überhaupt, und wenn ja, wie gefördert werden kann.

e) Rechtssysteme

Bestehende Technologien, *Infrastrukturen* und Netze, sowie darauf basierende Dienstleistungen werden durch entsprechende Richtlinien geregelt, die zumeist als Antwort auf eine Technologieeinfüh-

nung formuliert wurden. Diese Regelungen beeinflussen wiederum das zu regelnde System selbst. Im Hinblick auf *Intelligente Netze und Dienste* in Verbindung mit technologischem Fortschritt kommen nun auf die *domänenspezifischen* ausgeprägten Rechts- und Regelsysteme fundamentale Herausforderungen zu. Weiterhin konkurrieren *domänenübergreifende* Regelungsmechanismen, wie z.B. die Monopolkommission, um die entsprechende Regelung des (Sub-)Systems. (Zukünftig) resultierende Interdependenzen sind zu identifizieren, zu analysieren und ggf. *domänenübergreifende* Ansätze zu entwickeln.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

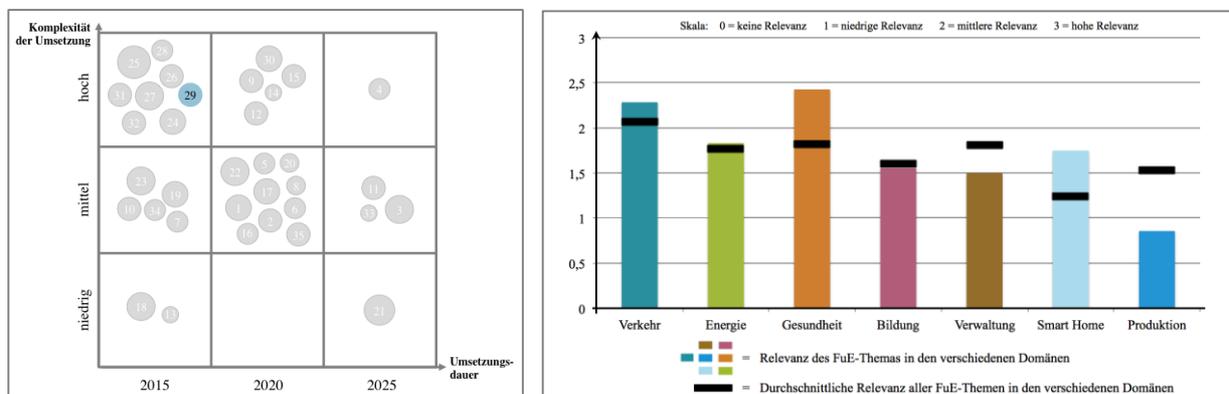


Abbildung 37: Qualifizierung des FuE-Themas 29 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.7 FuE-Thema 30: Auswirkungen von Föderalismus auf politischer Ebene überprüfen

I. Motivation

Der Föderalismus steigert auf der einen Seite die Stärkung von Individualität und eine lokale Personalisierung. Andererseits kann der Föderalismus gerade im Hinblick auf *Intelligente Netze und Dienste* der Entfaltung von *vertikalen*, aber insbesondere *horizontalen* Synergieeffekten entgegenstehen. Dies ist nicht nur national der Fall sondern betrifft auch die gemeinschaftliche bzw. auch die internationale Ebene.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Nationale Kompatibilität

Die Optimierung einzelner Lösungen innerhalb deutscher Bundesländer ist auf Kompatibilität hin zu nationalen Lösungen zu prüfen. Insbesondere für öffentliche Aktivitäten sind Vor- und Nachteile einer

bundeseinheitlichen Lösung zu diskutieren, um gegebenenfalls Synergieeffekte nicht zu behindern bzw. zu verhindern.

b) Gemeinschaftliche Kompatibilität

Die Optimierung einzelner Lösungen innerhalb der Europäischen Mitgliedsstaaten ist auf Kompatibilität hin zu pan-Europäischen Lösungen zu prüfen. Insbesondere für öffentliche Aktivitäten sind Vor- und Nachteile einer Europaweit einheitlichen Lösung zu diskutieren, um gegebenenfalls Synergieeffekte nicht zu behindern bzw. zu verhindern. Einer pan-Europäischen Lösung können dagegen Überlegungen und Interessen einer Kompetenzbildung und ggf. Lösungsstärkung von nationalen Anbietern mit entsprechendem Vermarktungspotenzial entgegenstehen.

c) Internationale Kompatibilität

Die Optimierung einzelner Lösungen innerhalb der Europäischen Union ist auf Kompatibilität hin zu internationalen Lösungen zu prüfen. Es ist zu diskutieren, ob Europa eine Position im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* entwickeln kann, die dem internationalen Wettbewerb standhalten bzw. diesen sogar dominieren kann. Einer internationalen Lösung können dagegen Überlegungen und Interessen einer Kompetenzbildung und ggf. Lösungsstärkung von Europäischen Anbietern mit entsprechendem Vermarktungspotenzial entgegenstehen.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

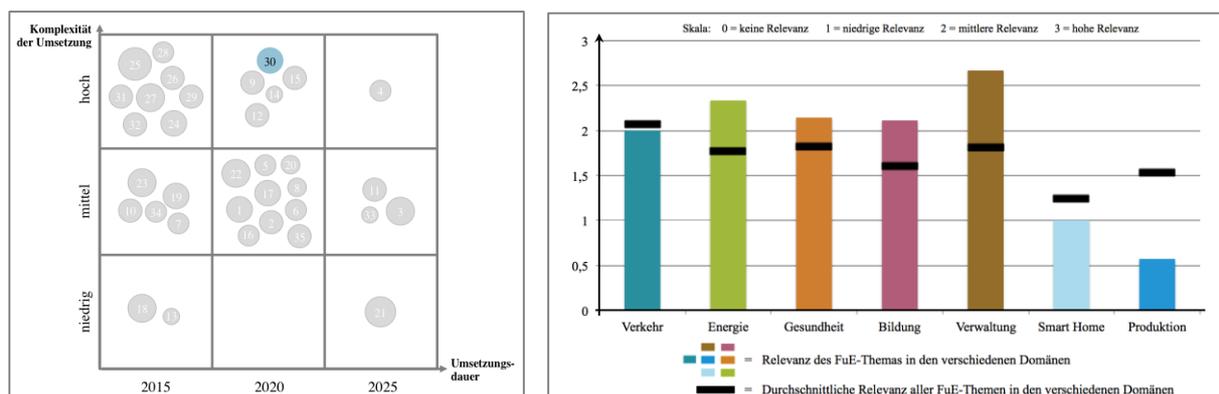


Abbildung 38: Qualifizierung des FuE-Themas 30 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.8 FuE-Thema 31: Zusammenhang zwischen Infrastruktur- und Technologiepolitik überprüfen

I. Motivation

Die Existenz von *Infrastrukturen* und Netzen ist Voraussetzung für die Entwicklung spezifischer Komplementärtechnologien. Andererseits können wiederum Technologiesprünge neue, potenzielle *Infrastrukturen* zumindest technologisch ermöglichen. Es gilt in Folge für *Intelligente Netze und Dienste* Optimierungsziele mit einer Technologie –und Infrastrukturpolitik in Einklang zu bringen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Optimierungsziele

Für eine zielgerichtete Entwicklung von Zielvorstellungen ist die Festlegung von klar formulierten, gesellschaftlich verankerten Optimierungszielen die im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* erzielt werden sollen bzw. können erforderlich. Erst im Anschluss können Rahmenbedingungen angepasst werden und gegebenenfalls Optimierungsziele definiert und formuliert werden. Als Beispiele können hier die Verringerung des Ressourceneinsatzes, die Reduktion von Umweltschäden, Komfortgewinn des alltäglichen Lebens oder auch die Versorgungssicherung der Bevölkerung angeführt werden. Dies gilt es dann im Politischen Diskurs entsprechend auszudifferenzieren.

b) Infrastrukturpolitik

Eine proaktive Infrastrukturpolitik und Infrastrukturinvestitionen bilden die Grundlage für die Herausbildung der darauf basierenden *Intelligenten Netze und Dienste*. Infrastrukturpolitik steht daher in einer Wechselwirkung mit den Zielen der Förderung von *Intelligenten Netzen und Diensten*. Dies betrifft das weite Forschungsfeld der Netzeffekte, Folgeeffekte und entsprechender Synergien. Weiterhin ist der Effekt eines First-Mover-Advantage in den Zusammenhang der Thematik zu bringen und zu bewerten.

c) Technologiepolitik

Auch eine gerichtete Technologiepolitik ist für eine spezifische Ausprägung von Kernkompetenzen im angestrebten Bereich essenziell. Die Zusammenhänge zum vorliegenden Themenkomplex sind zu identifizieren und zu bewerten. Dies betrifft insbesondere Schlüsseltechnologien, die gegebenenfalls an sich keine marktgetriebene Rechtfertigung auf Existenz aufweisen können, in Zusammenhang mit darauf basierenden Technologien und Services jedoch positive gesamtwirtschaftliche Effekte aufweisen können. Hier ist beispielsweise die hochbitratige Datenversorgung zu nennen, ohne die ein Angebot von auf *Intelligenten Netzen* basierenden Dienstleistungen ausbleiben würde.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

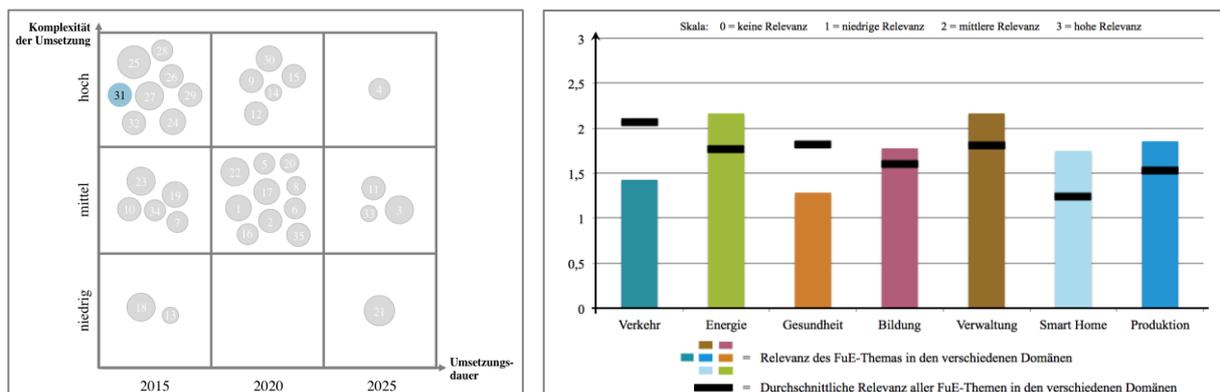


Abbildung 39: Qualifizierung des FuE-Themas 31 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.4.9 FuE-Thema 32: Rahmenbedingungen für Datenökonomie gestalten (Datability/New Deal on Data)

I. Motivation

Daten stellen ein zentrales Element *Intelligenter Netze und Dienste* dar. Wesentliche Bereiche erstrecken sich über Datensammlung, Datenspeicherung, Datenhaltung, Datenmanagement, Datenverarbeitung, Datenweitergabe, Datenaustausch, Dateninterpretation, Datenzugang und Datenlöschung. Für eine Optimierung *domänenspezifischer* aber auf *domänenübergreifender Intelligenter Netze und Dienste* ist insbesondere der Zugang zu Daten essenziell. Mit diesem Datenreichtum gehen jedoch auch empfindliche Probleme einher, die es zu lösen gilt.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Big Data (Datenreichtum)

Der Zugang zu Daten, die zu einer (gesellschaftlich) gewünschten Optimierung bzw. Effizienzsteigerung beitragen, ist diskriminierungsfrei sicherzustellen. Dies beinhaltet auch die Sammlung von bisher nicht erhobenen Daten von Endnutzern, wie z.B. Verbrauchs- und Positionsdaten. Hierzu sind wiederum Mindeststandards zur Kompatibilität und ggf. (staatliche) Clearing Stellen erforderlich, welche die Interessen von Anbietern *domänenspezifischer* und *domänenübergreifender* Diensten, Netzinhabern und Betreibern, sowie Verbrauchern und öffentlicher Einrichtungen übereinbringen können.

b) Regeln und Rahmenbedingungen

Analog zum Bundesdatenschutzgesetz sind für *Intelligente Netze und Dienste* klare Regeln und Rahmenbedingungen anzupassen und ggf. neu zu entwickeln. Konkret handelt es sich dabei um die Bereiche der Erhebung, Sammlung, Verarbeitung (Speichern, Verändern, Übermitteln, Sperren und Löschen) sowie Weiterverarbeitung, Weitergabe und Nutzung von (personenbezogenen) Daten. In einer weiteren Ebene ist zwischen personenbezogenen und anonymen bzw. anonymisierten Daten zu unterscheiden. Eine Einhaltung dieser Regeln ist bereits systemisch sowie durch Marktakteure, ggf. Clearing Stellen und Kontrollinstanzen sicherzustellen.

c) Eigentum und verbundene Rechte an Daten

Die Diskussion über das Eigentum an Daten ist in zwei Ebenen zu unterscheiden. Zum einen geht es um den Besitz bzw. das Urheberrecht an den generierten (Primär-)Daten, zum anderen an so genann-

ten vererbten Daten bzw. Datenbestandteilen. Ein weiterer Punkt ist die monetäre Bewertung von Daten durch den Bereitsteller bzw. Inverkehrbringer.

- **Urheberrecht und Besitz:**

Es gilt, Erstellung, Besitz und damit zusammenhängend Urheberschaft an Primärdaten klar zu verorten. Weiterhin sind Urheber-/Besitzrechte bei der Verarbeitung und Verteilung zu beachten. Insbesondere ein Recht auf Löschung bzw. Vernichtung von (personenbezogenen) Daten auf Veranlassung der betroffenen Identität ist zu spezifizieren. Dieser Bereich beinhaltet gleichermaßen eine Sensibilisierung und Aufklärung im Bereich des Besitzes und des Managements von (personenbezogenen) Daten beim Verbraucher selbst.
- **Vererbung von Daten:**

Bestimmte Daten bzw. Datenteile sind für ein Funktionieren des Gesamtsystems erforderlich. So werden beispielsweise Daten auf unterschiedlichen Ebenen aggregiert und zusammengefasst weiterverarbeitet. Aus den Ursprungsdaten sind daher nach der Weiterverarbeitung nur noch Fragmente bzw. aggregierte Ergebnisse enthalten. Es ist demnach zu klären, inwieweit diese Datenfragmente bzw. vererbte Datenfolgen auch nach Entzug einer entsprechenden Berechtigung „weitervererbt“ werden können.
- **Wert von Daten:**

Oft wird dem Begriff *New Deal on Data* auch eine (ggf. monetäre) Entlohnung für das Urheberrecht durch den Datenersteller bzw. -verursacher beigeordnet. Auch in diesem Themenkomplex ist wiederum zu klären, ob und für welche Daten(-bestandteile) ein solches Recht für den Urheber der Daten gelten kann. Eine Beeinträchtigung des Datenzugangs schützt einerseits die Privatsphäre des Verbrauchers und verlagert Zahlungsströme zu Gunsten des Datenverursachers, auf der anderen Seite wird das Ziel der Optimierung des Gesamtsystems mangels Datenverfügbarkeit eingeschränkt. Ein zu lascher Umgang dagegen kann Marktmacht auf Seiten der „Datensammler“ verlagern und konzentrieren.
- **Transparenz:**

Die Erhebung, Speicherung, und Verarbeitungslogiken sind Verbrauchern und Marktteilnehmern transparent offenzulegen. Über die Verhältnismäßigkeit des Schutzes des Individuums und der Optimierung (gesellschaftlicher) Ziele ist entsprechend abzuwägen.
- **Datenschutz und Datensicherheit:**

Datenschutz und Datensicherheit sind neben der allgemeinen Ebene ggf. *domänenspezifisch* zu betrachten. In gleicher Weise ist der Datenschutz auf die (gesellschaftlich) relevanten Optimierungsziele anzugleichen, gleichzeitig jedoch in Einklang mit geltendem Datenschutzrecht zu bringen. Weiterhin sind Mechanismen zur Wiederherstellung von Datenschutz/Datensicherheitslücken zu etablieren.
- **Datenkontrolle:**

Die Kontrolle über persönliche Daten ist über die Inverkehrbringung hinaus zu ermöglichen. Dies schließt auch ein oft diskutiertes „Recht auf Vergessen“ ein. Das o.g. Transparenzgebot erfordert gleichermaßen die Möglichkeit, Daten mit einer Endlichkeit zu versehen bzw. diese in Abwägung anderer Ziele ggf. vollständig auf Verlangen des Individuums löschen zu können. Gleichzeitig ist hier die o.g. Problematik von vererbten Daten mit einzubeziehen.
- **Ausblick: *Privacy by Design*:**

Der Zugang zu Daten ist für eine Optimierung des Gesamtkomplexes *Intelligente Netze und Dienste* essenziell. Gegenüber stehen die aufgezeigten Datenschutzbedenken. Ein zukünftiges Lösungsszenario stellt der Forschungsbereich *Privacy by Design* dar, das Datenschutz und Schutz der Privatsphäre bei einer gleichzeitigen Datenerhebung bereits systemisch umsetzt. Geschäftsmodelle und Verarbeitungslogiken sind ggf. auf *Privacy by Design* einzurichten. Gegebenenfalls sind dafür fundamental unterschiedliche Architekturen und Designs erforderlich. Beispiele sind auftragsbezogene Datenverarbeitung oder auch Daten mit (selbst) definiertem Ablaufdatum.

III. Qualifizierung des FuE-Themas

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

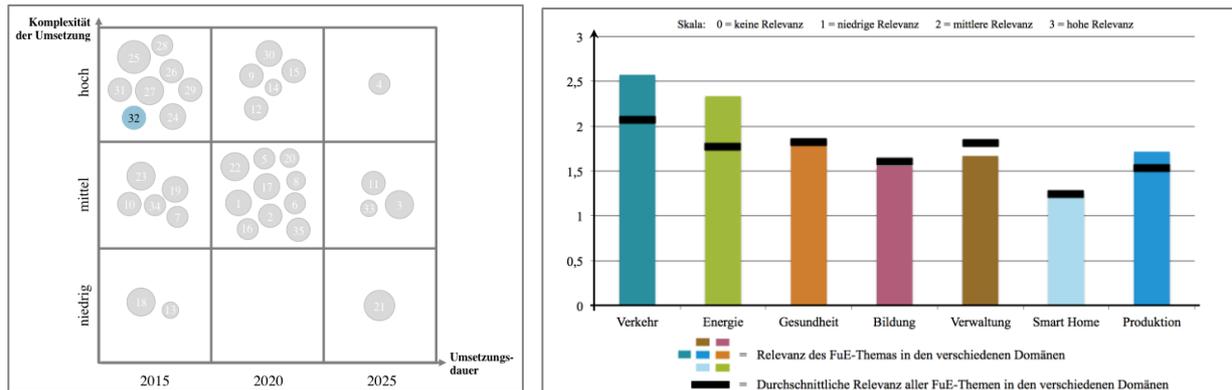


Abbildung 40: Qualifizierung des FuE-Themas 32 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.5 Akzeptanz für Intelligente Netze in der Gesellschaft und bei jedem Individuum schaffen

Neben der Antizipation gesellschaftlicher Konsequenzen *Intelligenter Netze und Dienste* gilt es insbesondere deren Akzeptanzfaktoren zu erforschen. Für die weitere Entwicklung, Realisierung und den Betrieb *Intelligenter Netze und Dienste* wird es zudem entscheidend sein grundlegend neue Bildungsstrategien zu entwerfen und diese in das existierende Bildungswesen zu integrieren.

3.5.1 FuE-Thema 33: Gesellschaftliche Konsequenzen von Intelligenen Netzen erforschen und antizipieren

I. Motivation

Der Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* wird die Entwicklung der digitalen Gesellschaft maßgeblich beeinflussen. Da dieser Prozess vor allem in Fach-Communities gesteuert und getrieben wird, ist parallel zu diesem Fachprozess ein Prozess zu gestalten, der bereits vor wichtigen Weichenstellungen zum Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste*, die gesellschaftlichen Konsequenzen analysiert und dabei möglichst viele Stakeholder-Perspektiven einnimmt. So können ggf. Entscheidungsfolgen identifiziert und in den Entscheidungsprozess einbezogen werden.

Die Reichweite der Einflüsse dieser neu gestalteten *Versorgungsinfrastrukturen* muss in breiten Teilen der Gesellschaft verstanden werden, um die Entwicklungspotenziale zu erkennen und aktiv zu gestalten.

Insbesondere gesellschaftliche Gruppen, die über wenig Partizipationsmöglichkeiten und/oder Partizipationsinteressen verfügen oder bisher geringe Nähe hierzu haben, aber durch die durch Veränderun-

gen betroffen sind, sind hierbei zu priorisieren, auch um ggf. den Schutz dieser gesellschaftlichen Gruppen zu erreichen.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Entwicklung von Methoden einer gesellschaftsorientierten Technologie-Gestaltung

Der Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* ist mit der Entwicklung und dem (teilweise) erstmaligen Einsatz neuer Technologien und ihrer erstmaligen Integration zu neuen Dienstleistungen verbunden.

Es ist zu erforschen, ob die (Aus-)Wirkungen des Technologieeinsatzes bzw. der Technologieintegration mit Methoden der Technologiefolgenforschung erfasst werden können, oder ob das Instrumentarium der Technologiefolgenforschung (nachfolgend auch Technology Assessment bzw. TA) für die zunehmende Vernetzung und Komplexität der *Infrastrukturen* einer digitalen Gesellschaft weiterentwickelt werden muss zu Instrumentarien der gesellschaftsorientierten Technologie-Gestaltung.

Für die Entwicklung neuer Methoden spricht, dass die verkürzten Innovations- und Diffusionszyklen digitaler Technologien mit den Instrumentarien des TA nicht kurzfristig erfasst werden können.

Es sind neue Methoden zu identifizieren, zu pilotieren und vor allem auch für mittelständische Unternehmen und technologiefernere gesellschaftliche Akteure zu gestalten.

b) Methoden zur Prognose der sozialen Auswirkungen entwickeln und bewerten und die Potenziale für die Gesellschaft und den Einzelnen abschätzen

Die sozialen Auswirkungen des skalierten Auf- und Ausbaus *Intelligenter Netze* sind zum Gegenstand der Forschung in Forschungsbereichen wie der Technologie-Soziologie zu machen.

Im Fokus sollten dabei Simulations- und Szenario-Methoden stehen, die dazu beitragen können, die gesellschaftlichen Implikationen qualitativ und quantitativ zu prognostizieren.

Darüber hinaus sind zudem vor allem auch rechtliche Implikationen (zum Beispiel Vergaberecht, Datenschutzrecht) zu berücksichtigen, so dass hier ein transdisziplinärer Forschungsansatz gefördert werden sollte.

Bei der Potenzialforschung sollte die Identifikation von wirtschaftlichen Implikationen für Individuen, Unternehmen und Institutionen im Fokus stehen. Dabei sind auch nicht oder schwer-monetarisierbare Aspekte wie zum Beispiel Zeitersparnis, Nutzungs-/Nutzerfreundlichkeit zu berücksichtigen.

Grundlegend für dieses Forschungsfeld ist die Identifikation und/oder Formulierung normativer Aussagen, um einen Beurteilungs- und Bewertungsrahmen zukünftiger Entwicklungen bereitzustellen und Entwicklungen/Entwicklungsvorschläge einordnen zu können.

Überlegenswert sind hierbei Forschungsvorhaben, die unvereinbare technologische Zukunftsentwürfe identifizieren und so einer gesellschaftlichen/politischen Klärung zuführen.

c) Politische Handlungsoptionen und -bedarfe identifizieren

Der Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze* erfordert in den verschiedenen Phasen der Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* intensives politisches Handeln vor allem im Rahmen von Gesetzgebungs- und gesellschaftlichen Willensbildungsprozessen.

Es ist dabei zu erforschen, inwieweit Erfahrungen der politischen Begleitung und Gestaltung anderer Infrastruktur-Entwicklungsprojekten genutzt und transferiert werden können.

Dabei sollten temporäre (wie z. B. wie das Breitbandbüro des Bundes) ebenso wie dauerhafte (z. B. Gesetze, Verordnungen, Bundesbehörden) übergreifende Initiativen/Institutionen in Hinblick auf ihre potenzielle Unterstützung eines wirksamen und gezielten Auf- und Ausbaus *Intelligenter Netze und Dienste* beurteilt werden.

Ein Schwerpunkt der Forschung sollte darüber hinaus auf Interdependenzen deutscher, europäischer und internationaler Infrastrukturpolitik gelegt werden, um hier im Sinne einer vorausschauenden Politikberatung frühzeitig auf Abstimmungs- und Normierungs-/Standardisierungsbedarfe hinzuweisen.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als potenzielle Ergebnisse dieses Forschungsthemas sind vor allem Methoden und Prozesse zu erwarten, die dazu beitragen, den Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* aktiv, zielorientiert und aus auf Basis einer „neutralen“/nicht interessengeleiteten Perspektive zu gestalten.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung des FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Die Realisierung wird insbesondere dadurch bestimmt, dass für eine Erforschung gesellschaftlicher Konsequenzen von Intelligenen Netzen und Diensten Erfahrungswerte fehlen und die erforderlichen neuen Methoden und Prozesse erst zu entwickeln sind.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont bis zur Umsetzung dieses FuE-Themas ist 2020-2025. Dies liegt insbesondere daran, dass gesellschaftliche Konsequenzen und Folge sich nicht unmittelbar ergeben, daher auch nicht sofort beobachtbar sind und sich ggf. erst über einen langen Zeitraum ergeben. Dagegen können kurzfristige Trends ohne nachhaltige Bedeutung Ergebnisse ebenfalls Ergebnisse verfälschen, wenn diese nicht in einer langfristigen Betrachtung identifiziert und extrahiert werden können.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

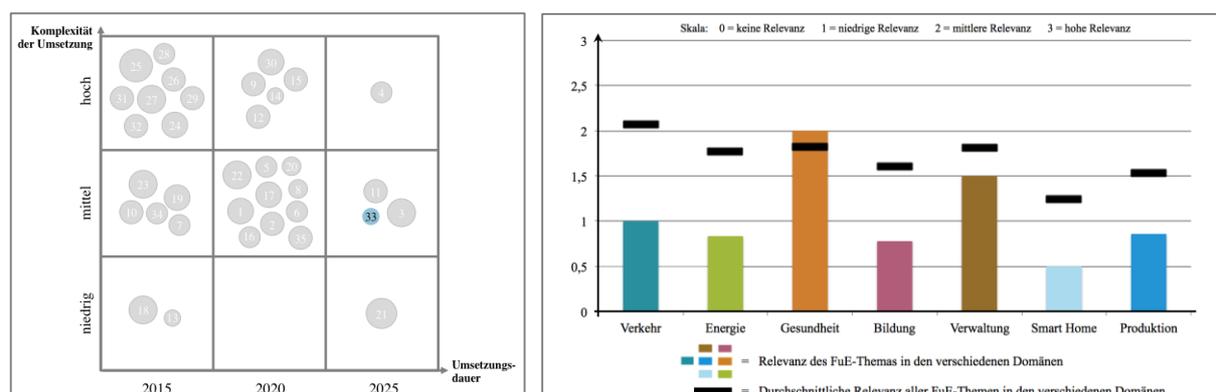


Abbildung 41: Qualifizierung des FuE-Themas 33 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.5.2 FuE-Thema 34: Akzeptanzfaktoren Intelligenter Netze erforschen

I. Motivation

Der Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze* erfordert Akzeptanz auf zwei Ebenen: zum einen ist eine hohe Akzeptanz bei den am Auf- und Ausbau beteiligten Akteuren (vor allem Unternehmen, Politik, Verwaltung) notwendig, zum anderen, müssen die „Betroffenen“ (vor allem Privat- und Unternehmensbürger) die mit wachsender Integration von Technologien und Daten verbundenen Effekte verstehen und akzeptieren.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- a) Konzepte zur digitalen Selbstbestimmung/digitalen Souveränität (insb. Möglichkeiten des aktiven Opt-in/Opt-out) und ihrer Kontrolle entwickeln und analysieren

Die Erlangung einer digitalen Souveränität ist ein zentraler Aspekt in einer digitalen Gesellschaft. Über die Gestaltung der digitalen Souveränität herrschen international vielfältige und zum Teil unvereinbare (Wert-)Vorstellungen, die ihren Ausdruck in unterschiedlichen rechtlich/regulatorischen Rahmenbedingungen finden. Diese Heterogenität hat erheblichen Einfluss auf die Entwicklung und Markteinführung von Technologien und Diensten auch im Bereich der *Intelligenten Netze*.

Um akzeptierte und gesicherte Verfahren zur Gewährleistung einer digitalen Souveränität entwickeln zu können, ist es erforderlich die grundlegende Gestaltungsparameter der digitalen Souveränität zu identifizieren, eindeutig zu beschreiben und Ausprägungsstufen festzulegen.

Ergänzend ist überlegenswert, Kompetenz und Bewusstsein von Bürgern und Institutionen/Unternehmen hinsichtlich ihrer digitalen Souveränität zu ermitteln und etwaige Änderungen kontinuierlich zu beobachten (z.B. durch einen Index).

- b) Maßnahmen und Strategien zur Garantie von hoher Sicherheit, Transparenz und Offenheit des Datentransfers entwickeln und Vertrauen fördern

Mit dem Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* steigt der Bedarf an sicheren und transparenten auf Wunsch offenen Datentransfers.

Hierzu sind konsistente und dennoch flexible rechtlich-regulatorische Regelungen erforderlich, die an die technologischen Entwicklungen und verkürzten Entwicklungszyklen flexibel angepasst werden können.

Dies ist ein neuer Typ rechtlich-regulatorischer Regelungen, der im Rahmen von FuE-Projekten entwickelt werden sollte, um auch als „Maßstab“ zur Entwicklung etwaiger technologischer Lösungen zu dienen.

- c) Konzepte zur Sicherstellung bestmöglicher Funktionsweise und Anwenderfreundlichkeit (Quality of Service, Quality of Experience und Mensch-Maschine Interaktion) entwerfen

Ausgehend von dem zu erwartenden Wachstum digitaler Mensch-Maschine-Schnittstellen ist zu erforschen, ob ggf. genormter/standardisierter Interaktionsmuster/-modelle dazu beitragen, den Diffusionsprozess *Intelligenter Netze und Dienste* zu beschleunigen. Des Weiteren sind die Auswirkungen proprietärer Lösungen auf diesen Prozess zu analysieren.

III. Potenzielle Ergebnisse

Als potenzielle Ergebnisse im Forschungsbedarfsbereich „Akzeptanzfaktoren *Intelligenter Netze* erforschen“ sind vor allem Gestaltungsoptionen für rahmengebende rechtlich-regulatorische Aspekte zu erwarten.

Diese sind vor allem für Akteure der Legislative und entwickelnde Unternehmen von großer Bedeutung, da sie die Entscheidungs- und Investitionssicherheit erhöhen.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung des FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Es liegen Interdependenzen zwischen der Definition, der Herausbildung und der Gewährleistung einer digitalen Souveränität vor, die, je nach Ausprägung und Verfahrensweise, auch komplexitätssteigernd sein können. Langfristig ist hier ein begleitender Prozess zur Fort- und Weiterentwicklung digitaler Souveränität einzusetzen.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont bis zur Umsetzung dieses FuE-Themas ist im Zeitraum 2015 anzugeben. Hier gelingt es, grundlegende Gestaltungsparameter zu identifizieren und zu beschreiben. Die Konzeption einer Digitalen Souveränität ist dann iterativ weiterzuentwickeln.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen*) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige *Domäne* schließen.

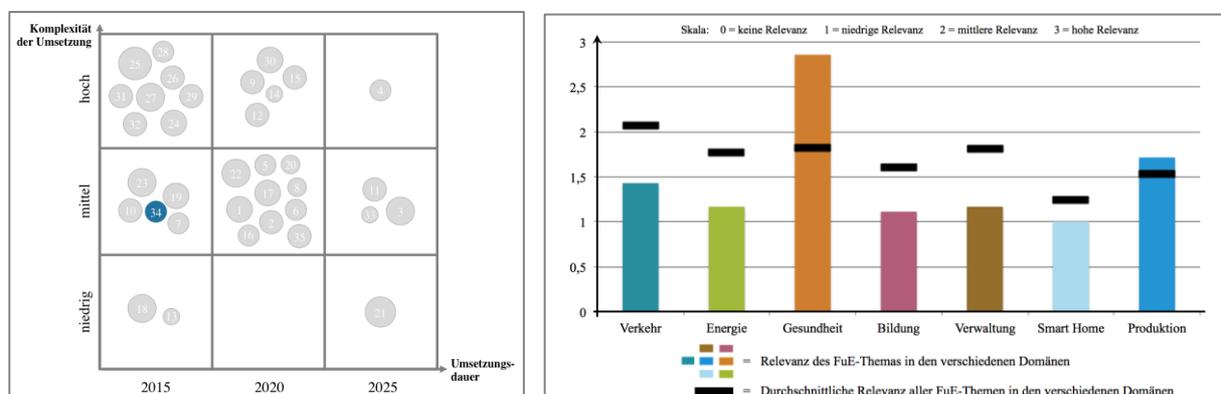


Abbildung 42: Qualifizierung des FuE-Themas 34 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

3.5.3 FuE-Thema 35: Neue Bildungsstrategien entwerfen und in existierendes Bildungswesen integrieren

I. Motivation:

Durch die konvergente Evolution *Intelligenter Netze und Dienste* entsteht der Bedarf nach neuen Kompetenzen zur Gestaltung und zum Betrieb dieser intelligenten *Infrastrukturen* und darauf aufbauenden Diensten und Metastrukturen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Es ist sicherzustellen, dass diese Kompetenzen aufgrund der beschleunigten Evolutions- und Innovationszyklen der *Infrastrukturen* der digitalen Gesellschaft entlang der gesamten Bildungskette – von der schulischen Bildung über berufliche Ausbildung, Hochschulen-Studium bis zur kontinuierlichen berufsbegleitenden Weiterbildung zeitnah vermittelt werden können.

II. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

a) Bildungsrelevante Themen im Bereich *Intelligente Netze und Dienste* für Aus- und Fortbildung definieren und bewerten

Um Bildungsstrategien zu entwickeln, die die Kompetenz-Anforderungen intelligenter *Infrastrukturen* widerspiegeln, ist es erforderlich bestehende Bildungsinhalte und -formate in Hinblick auf den Einklang mit den Paradigmen *Intelligenter Netze und Dienste* zu evaluieren.

Schwerpunkt sollte dabei die Untersuchung neuer trans- und interdisziplinärer Wissensgebiete sein, da trans- und interdisziplinäre Entwicklungen den Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* prägen.

In Hinblick auf die notwendige Geschwindigkeit des Aus- und Aufbaus *Intelligenter Netze* ist anfänglich eine Evaluation und Neugestaltung der berufsbegleitenden Weiterbildung erforderlich, um das notwendige Know-how auf Seiten aller handelnden Akteure – Wirtschaft, Politik, Verwaltung, gesellschaftliche Institutionen – aufzubauen.

b) Bildungsrezipienten identifizieren und in Aus- und Fortbildung integrieren

Zur Gestaltung der Bildungsangebote ist es erforderlich, die Adressaten im Detail zu kennen. Die Identifikation dieser Rezipientengruppen kann im Rahmen eines Forschungsvorhabens entlang des Prozesses des Auf- und Ausbaus beispielhafter Pilotprojekte erfolgen. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei auf die Mitwirkenden in rechtlich-regulatorischen Prozessen zu legen, da diese Teilprozesse als besonders kritisch eingestuft werden.

Ein besonderer Schwerpunkt kann zudem die Identifikation von Rezipientengruppen in KMUs sein, da diese am Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* erfolgreich beteiligt werden können, wenn es gelingt, das notwendige Wissen kurzfristig zu transferieren. Gerade für diese Zielgruppe sollte betrachtet werden, wie eine praxisbezogene und/oder betriebsübergreifende Wissensvermittlung realisiert werden kann.

c) Strategien zur Förderung der „Digitalen Kompetenz“ als Querschnittsanforderung entwickeln

Mit dem Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste* ist das bisherige Verständnis digitaler Kompetenzen zu verändern bzw. weiterzuentwickeln.

Es erscheint empfehlenswert ein „digitales Studium generale“ – wobei in diesem Fall alle Bildungsformen zu betrachten wären – zu konzipieren, so dass ein grundlegendes Verständnis nicht nur für die OTT-Ebenen der digitalen Gesellschaft entsteht, sondern auch die wesentlichen Interdependenzen vernetzter *Infrastrukturen* verstanden werden.

Da diese Kompetenz in weiten Teilen auch europäische und internationale Aspekte umfasst, könnte in einem Forschungsvorhaben ermittelt werden, ob wie eine Gestaltung eine „Themen-Kanons“ auf Bundes- und/oder Europa-Ebene ermöglicht werden kann.

III. Potenzielle Ergebnisse

Potenzielle Ergebnisse dieses FuE-Themas sind in einer Anfangsphase von ca. 1-3 Jahren vor allem Szenarien und Gestaltungsentwürfe zur Veränderung und Ergänzung bestehender Bildungspfade. Hinzu könnten erste Pilotprojekte im Bildungsbereich kommen, um die Wirksamkeit geänderter Bildungsformate und -inhalte zu evaluieren.

IV. Qualifizierung des FuE-Themas

Komplexität

Die zu erwartende Komplexität hinsichtlich der Bearbeitung des FuE-Themas wird als mittel eingeschätzt. Von besonderer Bedeutung ist die Etablierung von Kompetenzen entlang der gesamten Bildungskette, was die Einbindung einer großen Anzahl an Stakeholdern nicht nur aus dem Bildungssektor erforderlich macht.

Zeithorizont/Umsetzungsdauer

Der Zeithorizont bis zur Umsetzung dieses FuE-Themas ist im Zeitraum 2020-2025 anzugeben. Zu Beginn wesentlich ist dabei die Erarbeitung und Beschreibung „Digitaler Kompetenz“, um diese im Anschluss in die Wissensvermittlung einzubinden. Auch hier ist eine zyklische Anpassung und Erneuerung festzulegen.

Der linke Teil der folgenden Abbildung stellt das Ergebnis des für dieses FuE-Thema (blau markiert) nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz durchgeführten Qualifizierungsprozesses in Relation zu den Auswertungen der anderen FuE-Themen (grau markiert) grafisch dar. Zudem wird im rechten Teil die Relevanz des FuE-Themas für die einzelnen Domänen (gemäß des geschätzten Beitrags des FuE-Themas zur Realisierung der Anforderungen der identifizierten Zielbilder innerhalb der jeweiligen Domänen) abgebildet. Eine schwarze Markierung kennzeichnet hier die durchschnittliche Relevanz aller FuE-Themen in Summe. Ein Über-/Unterschreiten dieser Markierung lässt auf eine über-/unterdurchschnittliche Bedeutung dieses FuE-Themas für die jeweilige Domäne schließen.

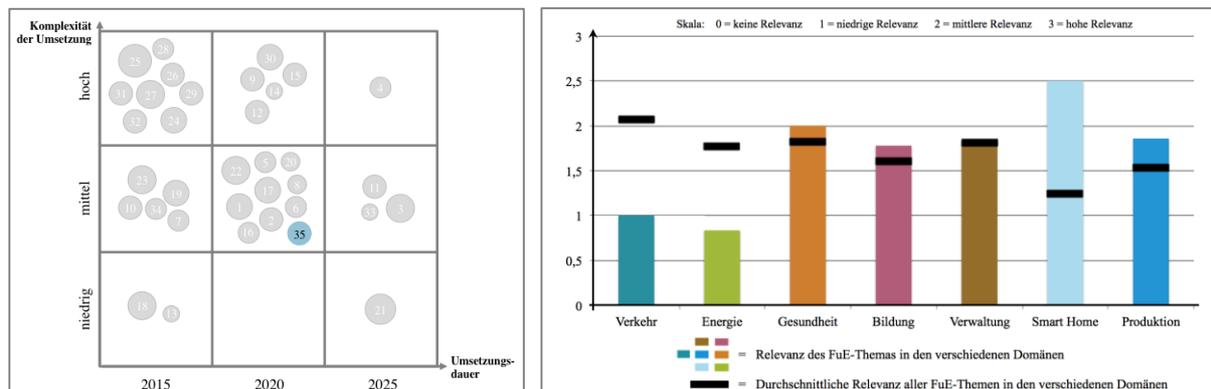


Abbildung 43: Qualifizierung des FuE-Themas 35 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz

4 Handlungsempfehlungen

Zur Ableitung von Handlungsempfehlungen werden zunächst die identifizierten FuE-Themen in FuE-Kategorien unterschieden, die jeweils anderer Umsetzungen und Fördermaßnahmen bedürfen (siehe Kapitel 4.1). Im Folgenden werden Anhaltspunkte für eine mögliche Priorisierung der ausgewiesenen FuE-Themen vorgestellt, die eine grundlegende Verteilung von Ressourcen über die FuE-Kategorien hinweg sowie über individuelle FuE-Themen oder *Domänen* ermöglichen (siehe Kapitel 4.2). Auf Basis dieser beiden Kapitel werden anschließend eine FuE-Roadmap und ein Aktionsplan präsentiert, die eine zeitliche Abfolge der FuE-Themen gemäß der FuE-Kategorien aufzeigen, mit geeigneten Umsetzungsstrategien verknüpfen und inhaltliche Anknüpfungspunkte zu bereits existierenden FuE-Aktivitäten aufzeigen (siehe Kapitel 4.3). Abschließend werden mögliche Evaluierungsrichtlinien vorgestellt, die ein systematisches Monitoring von FuE-Aktivitäten im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* ermöglichen sollen (siehe Kapitel 4.4).

Da in den Abbildungen der folgenden Abschnitte aus Platzgründen meist nur die Nummern der jeweiligen FuE-Themen ausgewiesen werden können, wird in Anhang 6.1 eine Tabelle mit einer vollständigen FuE-Themenliste und Nummerierung ausgewiesen, die zur besseren Interpretation der Abbildungen herangezogen werden kann.

4.1 Kategorisierung der Forschungs- und Entwicklungsthemen

Die FuE-Themen lassen sich hinsichtlich des Anwendungsbezugs in vier Kategorien gliedern: Grundlagenforschung, Angewandte Forschung, Entwicklung und begleitende Maßnahmen. In Abbildung 44 werden die jeweiligen FuE-Themen mit Titel und Nummerierung in Klammern dargestellt.

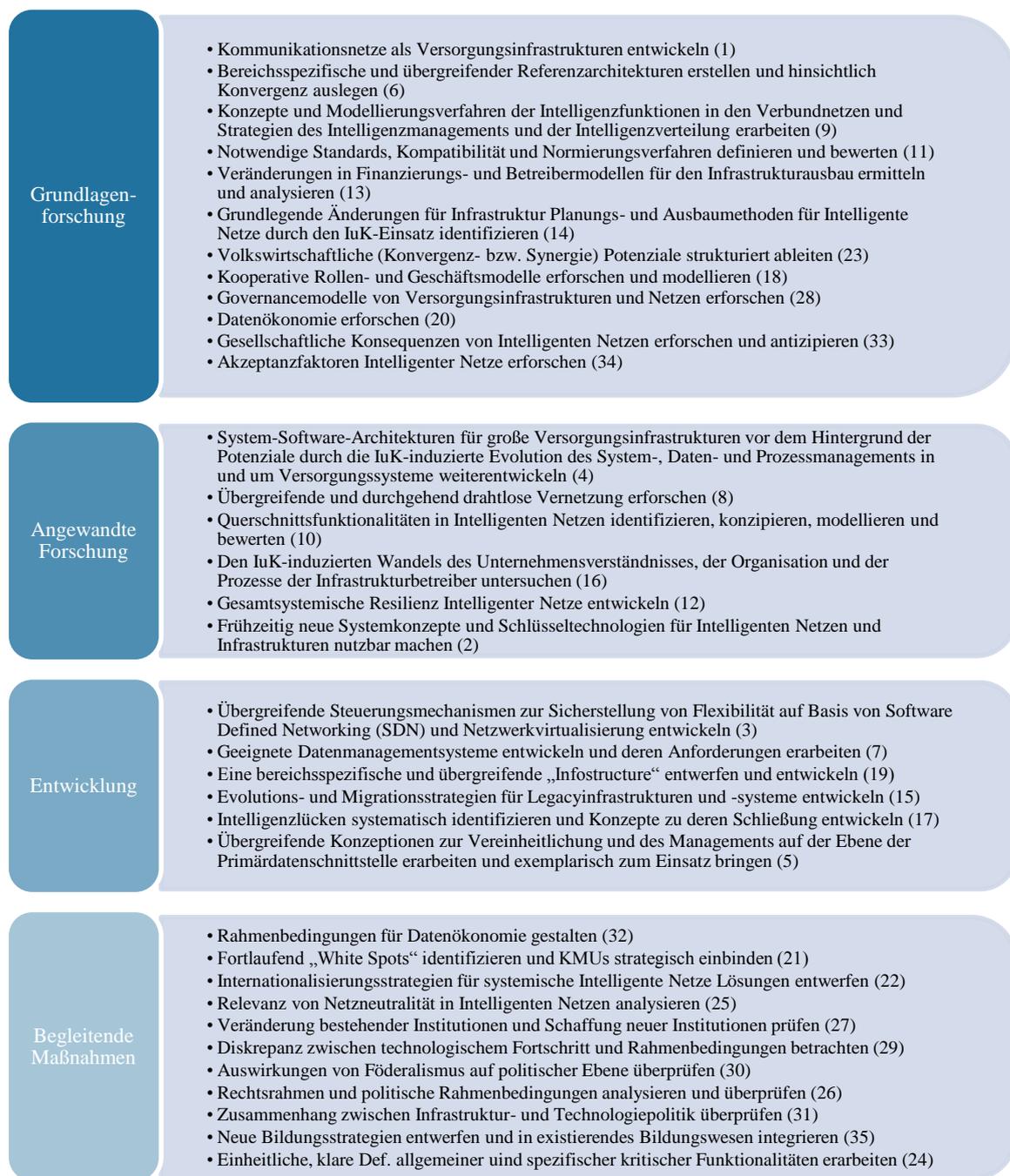


Abbildung 44: Kategorisierung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

Diese Kategorien sind nicht trennscharf zu sehen, bieten jedoch eine geeignete Gliederungslogik für die systematische Strukturierung des Forschungs- und Entwicklungsprozesses gemäß folgender Charakteristika:

- **Grundlagenforschung:** „Die Grundlagenforschung ist auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erfahrungen gerichtet, ohne überwiegend an der unmittelbaren praktischen Anwendbarkeit orientiert zu sein. (...) Grundlagenforschung ist nicht auf ein konkretes wirtschaftliches Ziel ausgerichtet. So gesehen ist festzustellen, dass Grundlagenforschung in Unternehmen i.d.R. nicht anzutreffen ist. Grundlagenforschung führt nur selten zu Ergebnissen, die rechtlich geschützt werden können; primäre Ziele der Grundlagenforschung sind vielmehr die Generierung und Überprüfung von Gesetzhypothesen und Theorieentwürfen“ (Specht et al., 2002, S. 14; vgl. auch Scholz, 1976, S. 13).

- **Angewandte Forschung:** Unter angewandter Forschung (vgl. OECD, 1994) „sind alle Aktivitäten zur Gewinnung und Weiterentwicklung von Wissen und Fähigkeiten zu verstehen, die der Lösung praktischer Probleme (...) dienen sollen“ (Specht et al., 2002, S. 15). Angewandte Forschung „stützt sich auf Ergebnisse der Grundlagenforschung, auf anwendungsorientiertes Wissen und auf praktische Erfahrungen. Sie führt zu neuem Wissen und zu neuen Fähigkeiten mit praktischer Anwendbarkeit“ (ebenda, S. 15).
- **Entwicklung:** Unter Entwicklung werden Vorentwicklung und Produkt- und Prozessentwicklung subsumiert. Ziel der Vorentwicklung ist die anwendungsorientierte „Ausentwicklung“ von Technologien, die Prüfung der technischen Umsetzbarkeit neuer Technologien in Produkte und Produktionsprozesse, die Definition von Produktkonzepten sowie die Erbringung von Funktionsnachweisen durch den Bau von Prototypen“ (Specht et al., 2002, S. 16). Die Produkt- und Prozessentwicklung „hat schließlich die Aufgabe, unmittelbar ein konkretes Produkt und/oder einen konkreten Prozess mit neuer oder veränderter Technologie zu entwickeln“ (ebenda, S. 16). Die Entwicklung basiert u.a. auf Wissen und Ergebnissen aus der Grundlagen- und angewandten Forschung.
- **Begleitende Maßnahmen:** Begleitende Maßnahmen beinhalten flankierende Schritte, die zur Realisierung der restlichen FuE-Themen von zentraler Bedeutung sind. Diese Maßnahmen können entweder von einzelnen Akteuren insbesondere aus der Wirtschaft, Wissenschaft und Politik oder in einem Zusammenwirken dieser und weiterer Akteure realisiert werden. Durch eine frühzeitige Maßnahmeninitiierung können dadurch die notwendigen Voraussetzungen für eine rasche Kommerzialisierung geschaffen werden.

4.2 Priorisierung der Forschungs- und Entwicklungsthemen

Die folgenden Abschnitte bieten Anhaltspunkte für eine mögliche Priorisierung der ausgewiesenen FuE-Themen. Dafür werden auf Beiträge zur Qualifizierung der FuE-Themen durch Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 07.07.2014 sowie auf weiterverfühbare Priorisierungen des Forschungsverbunds zurückgegriffen. Die Priorisierungen beider Quellen wurden im Rahmen der Bewertungsmatrix (siehe Kapitel 5.3.2) konsolidiert und bilden die quantitative Grundlage für die folgenden Auswertungen zur Priorisierung der FuE-Themen. Die Durchführung der Priorisierung kann – in Abhängigkeit der jeweiligen Zielsetzung – auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Folgende Ebenen werden hier behandelt (geordnet von hohem bis detailliertem Abstraktionsniveau):

- **Übergreifende Priorisierung** nach Verteilung der aggregierten Relevanz der **FuE-Kategorien** zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.1)
- **Individuelle Priorisierung** von **FuE-Themen** in Abhängigkeit derer aggregierten allgemeinen Komplexität, derer aggregierten allgemeinen zeitlichen Umsetzungsdauer und derer aggregierten Relevanz zur Realisierung **aller** identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.2)
- **Individuelle Priorisierung** von **FuE-Themen** in Abhängigkeit derer aggregierten Relevanz zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder der jeweiligen Domänen* des *Zukunftsatlas* (siehe Kapitel 4.2.3)

Die folgenden Priorisierungen können als Richtlinie zur Verteilung von Ressourcen (z.B. Budget, Zeit etc.) und Aktivitäten (z.B. Studien, Workshops etc.) genutzt werden und bedürfen in Abhängigkeit der Zielsetzung entsprechender Anpassung.

4.2.1 Übergreifende Priorisierung nach Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der Zielbilder

Die übergreifende Priorisierung der aggregierten Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* wird in Abbildung 45 dargestellt.

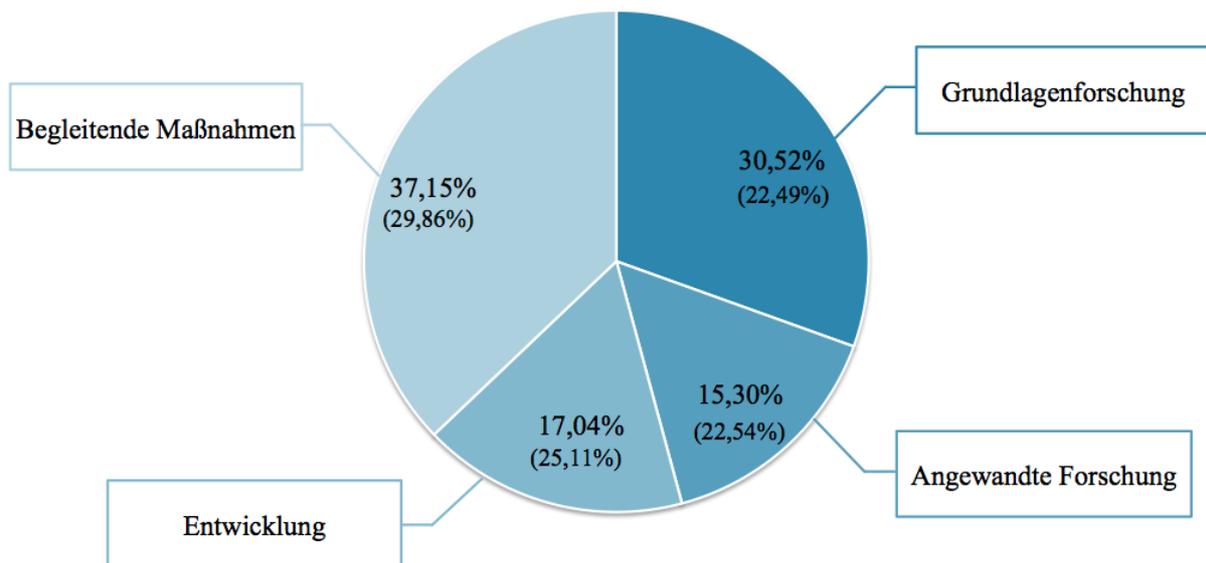


Abbildung 45: Verteilung der Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der identifizierten Zielbilder (standardisierte Werte in Klammern)

Der Darstellung entsprechend wird den begleitenden Maßnahmen die höchste Relevanz zur Realisierung aller untersuchten *Zielbilder* zugeordnet (37,2%). FuE-Themen im Bereich der Grundlagenforschung tragen im Verhältnis knapp ein Drittel zur Realisierung aller *Zielbilder* bei (30,5%). FuE-Themen der Entwicklung und Angewandten Forschung werden insgesamt jeweils 17,0% bzw. 15,3% Relevanz zur Realisierung aller *Zielbilder* zugerechnet.

Bei der Interpretation der Verteilungsgrafik sind zwei Aspekte zu berücksichtigen:

- Da die FuE-Kategorien unterschiedlich viele FuE-Themen enthalten (Begleitende Maßnahmen: 11; Grundlagenforschung: 12; Angewandte Forschung: 6; Entwicklung: 6) wird eine nicht standardisierte Verteilung der Relevanz (wie oben diskutiert) unmittelbar durch die unterschiedliche Anzahl der FuE-Themen pro Kategorie beeinflusst. Eine standardisierte Berechnung der Relevanz der FuE-Themen pro FuE-Kategorie ergibt eine homogenere Relevanzverteilung (Begleitende Maßnahmen: 29,9%; Grundlagenforschung: 22,5%; Angewandte Forschung: 22,5%; Entwicklung: 25,1%). Demnach werden FuE-Themen der Grundlagenforschung, der Angewandten Forschung und der Entwicklung jeweils eine ähnliche prozentuale Relevanz zur Realisierung aller *Zielbilder* zugeordnet. Überraschend ist jedoch, dass den Begleitenden Maßnahmen sogar nach der Standardisierung eine deutliche höhere Relevanz zugeordnet wird. Zur erfolgreichen Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* wird es demnach von erheblicher Bedeutung sein, parallel zu Bearbeitung von FuE-Themen Begleitende Maßnahmen zu initiieren und durchzuführen.
- Bei der Allokation von Ressourcen gilt es weiterhin zu beachten, dass FuE-Themen bzw. FuE-Kategorien zwar möglicherweise eine geringe Relevanz zur Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* aufweisen, sich jedoch individuell zu fundamentalen Hürden entwickeln könnten. Zusätzlich zur reinen Bearbeitung von FuE-Themen sollte deshalb ggf. ein umfassendes Monitoring aufgesetzt werden, um fundamentale Probleme ggf. frühzeitig zu erkennen und mitigieren zu können.

4.2.2 Priorisierung der FuE-Themen nach Komplexität, Zeit und Relevanz zur Realisierung der Zielbilder

Eine individuelle Priorisierung von FuE-Themen kann nach den Qualifizierungskriterien der Komplexität des FuE-Themas, der zeitlichen Umsetzungsdauer und der Relevanz zur Realisierung aller identifizierten *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* erfolgen. Die folgende Abbildung liefert eine visuelle Zusammenfassung der Qualifizierungskriterien für jedes FuE-Thema (siehe Abbildung 46). FuE-Themen innerhalb eines Quadranten haben grundsätzlich eine identische Bewertung hinsichtlich Komplexität und Umsetzungsdauer und werden nur aus Platzgründen verteilt dargestellt.

Handlungsempfehlungen

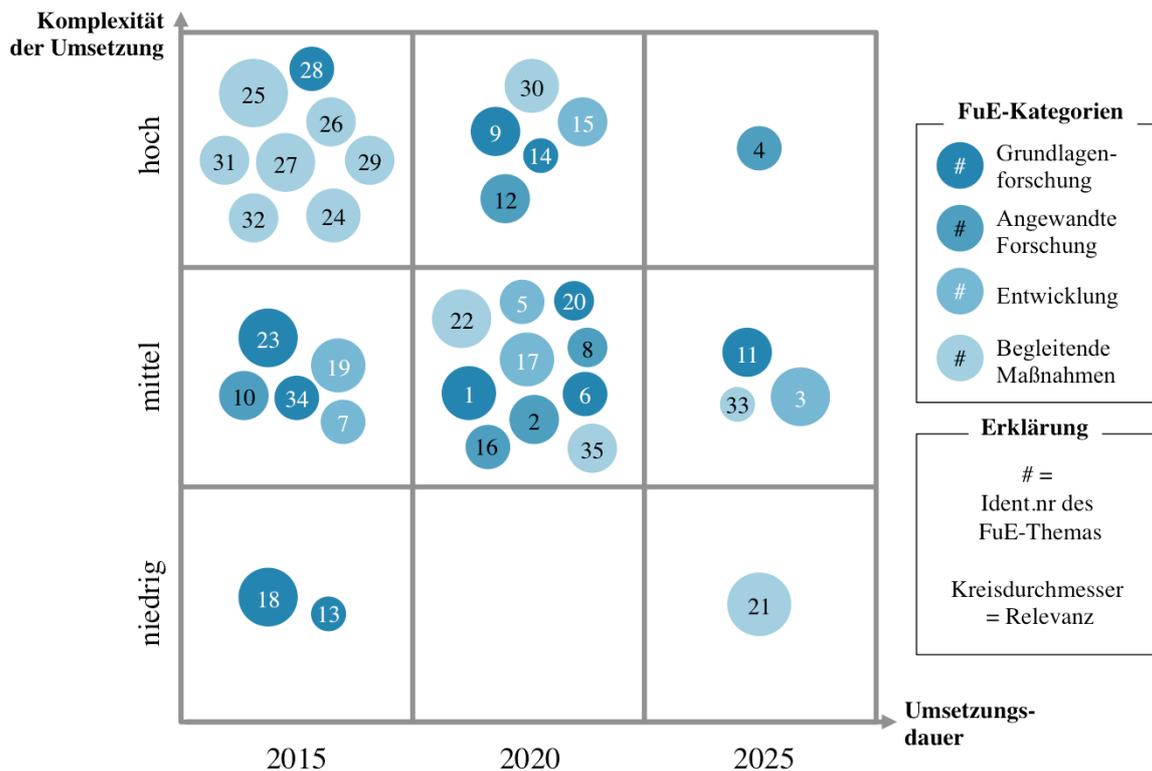


Abbildung 46: Zusammenfassung der Qualifizierungskriterien (Komplexität, Zeit und Relevanz) pro FuE-Thema

Im Durchschnitt wurden die 35 FuE-Themen wie folgt qualifiziert:

- Ø Komplexität: 2,31 (Skala: n.a. = 0; niedrig = 1; mittel = 2; hoch = 3)
- Ø Zeit: 2018 (Skala: 2015; 2020; 2025)
- Ø Relevanz: 1,64 (Skala: n.a. = 0; niedrig = 1; mittel = 2; hoch = 3)

Bei der Interpretation der Abbildung ist ähnlich der vorangegangenen Interpretation zunächst auffällig, dass vor allem FuE-Themen im Bereich der Begleitenden Maßnahmen eine hohe Relevanz besitzen, verhältnismäßig schnell umzusetzen sind, aber überwiegend als hoch komplex erachtet werden.

Des Weiteren lassen sich in der Grafik attraktive FuE-Themen daran erkennen, dass sie eine hohe Relevanz aufweisen (dargestellt durch einen großen Kreisdurchmesser) und gleichzeitig – bei verhältnismäßig geringer Komplexität – schnell zu realisieren sind. Ein Beispiel dafür bietet FuE-Thema 18 (Kooperative Rollen und Geschäftsmodelle), dessen erfolgreiche Bearbeitung eine innovationstreibende Dynamik, insbesondere der Wirtschaft, freisetzen könnte, die möglicherweise wiederum zu einer beschleunigten Umsetzung *Intelligenter Netze und Dienste* führt. Die FuE-Themen 22 (Internationalisierungsstrategien) und 23 (Volkswirtschaftliche Konvergenzpotenziale) weisen darauf hin, dass durch die Wahl geeigneter Internationalisierungsstrategien eine schnelle Etablierung gesamtsystemischer Lösungen im internationalen Bereich angestrebt werden könnte bzw. eine schnelle Akzeptanz *Intelligenter Netze und Dienste* durch Aufzeigen der volkswirtschaftlichen Potenziale zu erzeugen wäre.

FuE-Themen mit einer geringen Relevanz, einer hohen Komplexität und einer langen Umsetzungsdauer könnten dagegen im Rahmen einer zielorientierten Priorisierung (i.S.d. möglichst schnellen Erzielung relevanter FuE-Ergebnisse) zunächst nachrangig behandelt werden. Ein Beispiel dafür bietet FuE-Thema 4 (Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien nutzbar machen), das als hoch Komplex und zeitaufwendig in der Umsetzung eingeschätzt wurde und eine relativ geringe Relevanz aufweist. Insbesondere bei diesem FuE-Thema könnte es jedoch auch wichtig sein, eine spezifische Schlüsseltechnologie für *Intelligente Netze und Dienste* nutzbar zu machen, die ein gesamtsystemisches Zusammenwirken erst ermöglicht. Eine geringere Priorisierung bestimmter FuE-Themen sollte demnach nur unter Abwägung möglichst aller damit verbundener Konsequenzen geschehen.

4.2.3 Priorisierung der FuE-Themen nach Relevanz zur Realisierung der Zielbilder der jeweiligen Domänen

Eine individuelle Priorisierung von FuE-Themen kann auch nach Vergleich der jeweiligen Relevanz zur Realisierung der *Zielbilder* innerhalb der jeweiligen *Domänen* erfolgen. Im Folgenden wird die Relevanz der identifizierten FuE-Themen – nach FuE-Kategorien geordnet für jede *Domäne* (Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung, Verwaltung, *Smart Home* und Produktion) – grafisch dargestellt. Zusätzlich werden die jeweiligen FuE-Themen mit der höchsten Relevanz jeweils diskutiert.

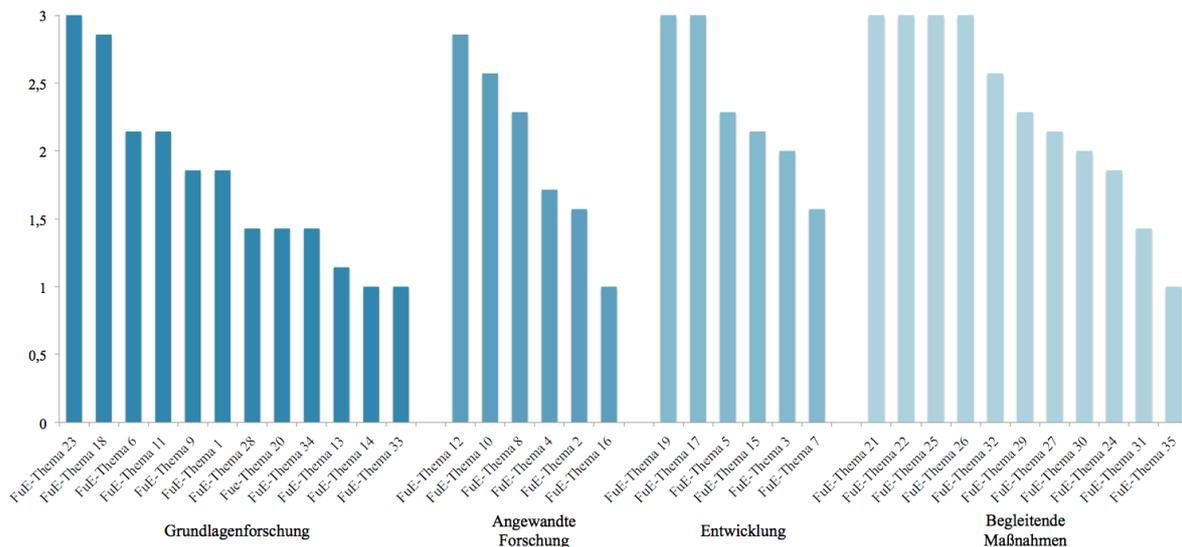


Abbildung 47: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Verkehr nach FuE-Kategorien

Im Verkehrsbereich wird einigen FuE-Themen über alle vier FuE-Kategorien hinweg eine sehr hohe Relevanz zugeordnet. Im Bereich der Grundlagenforschung sind dies insbesondere FuE-Thema 23 (Volkswirtschaftliche Potenziale ableiten) und FuE-Thema 18 (Kooperative Rollen- und Geschäftsmodelle entwickeln). Beide FuE-Themen sind gleichermaßen von besonderer Bedeutung, um das ökonomische, aber auch ökologische Potenzial durch *Intelligente Netze und Dienste* im Verkehrsbereich realisieren zu können und eine Entwicklung diesbzgl. in Gang zu setzen. Im Bereich der Angewandten Forschung ist insbesondere FuE-Thema 12 (Gesamtsystemische *Resilienz* entwickeln) von hoher Relevanz, da z.B. Themen der Ausfallsicherheit im Verkehrsbereich einer fundamentalen Bedeutung zukommen. Im Bereich der Entwicklung werden den FuE-Themen 19 (*Infostructure* entwickeln) und 17 (Intelligenzlücken schließen) eine hohe Relevanz zugeschrieben. Dadurch kommt zum Ausdruck, dass im Verkehrsbereich noch ein erhebliches Potenzial zur Intelligenzimplementierung besteht und dieses unmittelbar mit einem durchgängigen Informationsfluss verbunden ist. Im Bereich der begleitenden Maßnahmen werden die FuE-Themen 21 („White Spots“ identifizieren und KMUs strategisch einbinden), 22 (Internationalisierungsstrategien entwickeln), 25 (Relevanz von *Netzneutralität*) und 26 (Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen) als besonders relevant erachtet. Um eine physische Verkehrsinfrastruktur mit digitalen Schnittstellen zu versehen, werden hochspezifische mikroelektronische und softwareintensive Lösungen benötigt. Hier werden aktuell noch erhebliche „White Spots“ vermutet, die insbesondere durch KMUs und deren Fähigkeit zur Bereitstellung hochspezifischer Systemlösungen beseitigt werden könnten. Internationalisierungsstrategien sind im Verkehrsbereich besonders relevant, da sich gesamtsystemische Lösungen nur durchsetzen lassen, wenn diese nicht durch Ländergrenzen beschränkt werden. Die Bedeutung von *Netzneutralität* zur Realisierung konvergenter *Intelligenter Netze und Dienste* wird zudem als besonders hoch erachtet, da gerade durch den diskriminierungsfreien Zugang zu *Infrastruktur* und Informationen eine marktliche Wettbewerbsdynamik initiiert werden könnte. Die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen sind im Verkehrswesen ebenfalls von höchster Relevanz, da dadurch neue Lösungen und Dienste (z.B. autonomes Fahren) erst ermöglicht werden (z.B. Zulassung autonomer Fahrzeuge).

Handlungsempfehlungen

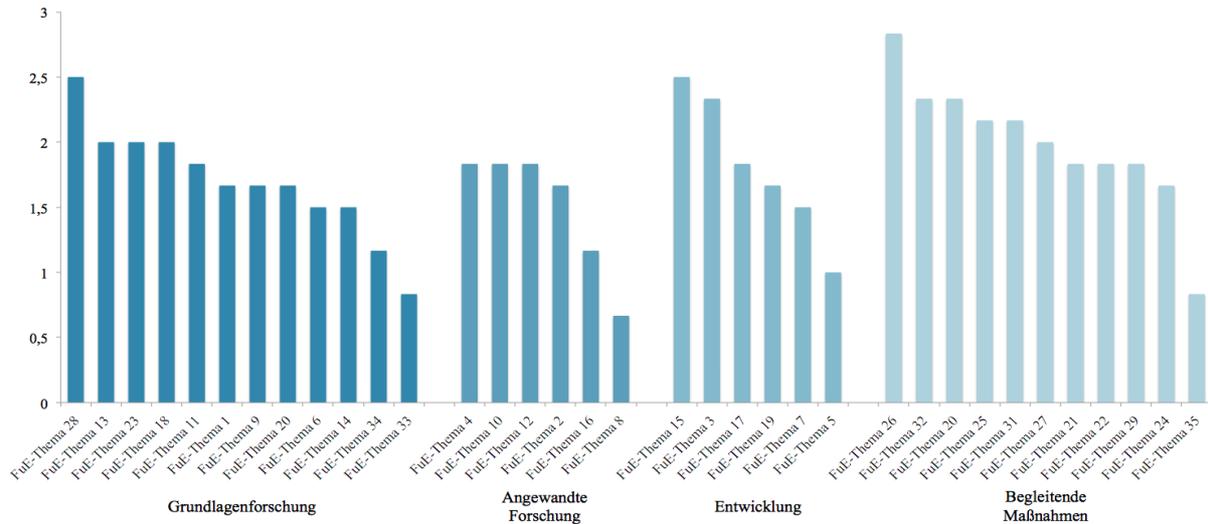


Abbildung 48: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Energie nach FuE-Kategorien

Im Energiebereich ist eine stärkere Gleichverteilung der Relevanz (im Gegensatz zum Verkehrsbereich) erkennbar. In der Kategorie Grundlagenforschung wird insbesondere das FuE-Thema 28 (Governancemodelle von *Versorgungsinfrastrukturen* und Netzen) als relevant erachtet. Insbesondere werden hier erhebliche Veränderungen von Marktmodellen und Marktrollen erwartet, die auch veränderte Strukturen, Abläufe, Prozesse und Organisationsformen erfordern. Im Bereich der Angewandten Forschung werden den FuE-Themen 4 (System-Software-Architekturen von *Versorgungsinfrastrukturen*), 10 (Querschnittsfunktionalitäten konzipieren) und 12 (Gesamtsystemische *Resilienz* entwickeln) eine hohe Relevanz zugeordnet. FuE-Themen 4 und 10 werden insbesondere bei der Dezentralisierung des Energiewesens und der dafür notwendigen systemischen Veränderungen eine hohe Bedeutung haben. Die Sicherstellung der gesamtsystemischen *Resilienz* der Energieversorgung muss unterdessen eine Maxime der Systementwicklung bleiben. In der Kategorie Entwicklung wird vor allem das FuE-Thema 15 (Evolutions- und Migrationsstrategien für Legacyinfrastrukturen und -systeme entwickeln) als besonders relevant erachtet. Dies ist u.a. damit zu begründen, dass im Energiebereich ein erheblicher Infrastrukturausbau erforderlich ist, der die Migration alter Netzleitsysteme, Steuersysteme etc. erforderlich macht. Bei den Begleitenden Maßnahmen wird es insbesondere erforderlich sein, die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen (FuE-Thema 26) zu überprüfen und ggf. anzupassen.

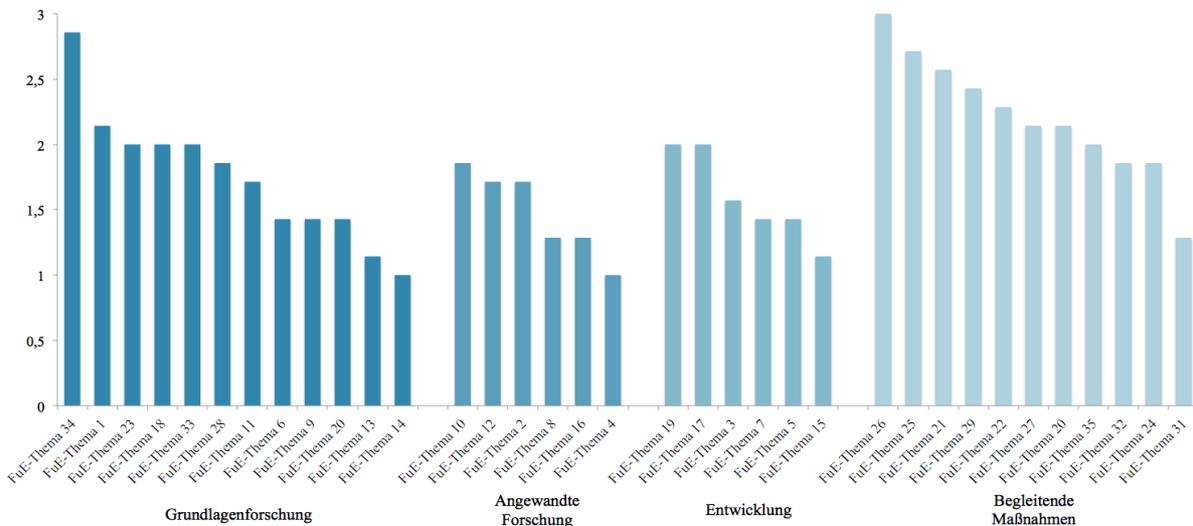


Abbildung 49: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Gesundheit nach FuE-Kategorien

Im Gesundheitswesen werden die Begleitenden Maßnahmen als besonders relevant erachtet. Im Bereich der Grundlagenforschung wird in diesem Kontext insbesondere FuE-Thema 34 (Akzeptanzfaktoren erforschen) eine hohe Relevanz zugeordnet. Dies kann u.a. dadurch begründet werden, dass *Intel-*

ligente Netze und Dienste im Gesundheitswesen den Austausch und die Auswertung hoch sensibler Informationen erforderlich machen und deren Sicherheit und Originalität eine unabdingbare Voraussetzung für gesellschaftliche Akzeptanz sein werden. Im Bereich der Angewandten Forschung wird FuE-Thema 10 (Querschnittsfunktionalitäten konzipieren) als besonders relevant eingeschätzt. Dies würde u.a. eine Vereinheitlichung von z.B. Identitätsmanagement, von Abrechnungs- und Bezahlssystemen, dem Schutz vor Identitätsmissbrauch und vereinfachter Interaktion aller Akteure im Gesundheitswesen beinhalten. Im Entwicklungsbereich werden die FuE-Themen 19 (*Infostructure* entwickeln) und 17 (Intelligenzlücken schließen) als besonders relevant erachtet. Im Gesundheitsbereich wird demnach angenommen, dass noch erhebliche Intelligenzlücken bestehen, die sich insbesondere durch eine informationelle Vernetzung aller beteiligten Akteure verringern lassen könnten. Im Bereich der Begleitenden Maßnahmen wird insbesondere das FuE-Thema 26 (Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen) als relevant eingeschätzt. Dies ist u.a. damit zu begründen, dass Daten und Informationen im Gesundheitswesen eine umfassende rechtliche Absicherung sowie ggf. eine Anpassung politischer bzw. regulativer Rahmenbedingungen erfordern.

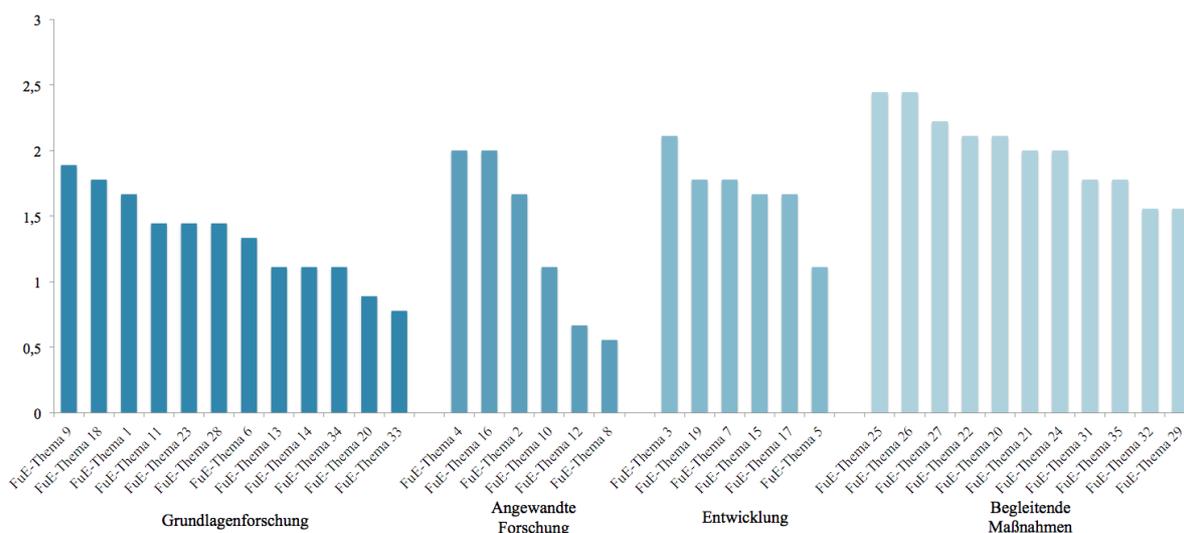


Abbildung 50: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Bildung nach FuE-Kategorien

Im Bildungsbereich wird analog zum Gesundheitsbereich den Begleitenden Maßnahmen eine erhebliche Relevanz zugeordnet. In der FuE-Kategorie der Grundlagenforschung wird insbesondere FuE-Thema 9 (Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenzfunktionen und des Intelligenzmanagements) als besonders relevant erachtet. Ein wesentlicher Grund dafür liegt in der zu erwartenden Durchdringung des Bildungswesens mit adaptiven Lernsystemen auf Basis umfangreicher Algorithmen, sowie der allgemeinen Zunahme digitaler Lehr- und Lernmethoden. Für die dadurch erhoffte Erhöhung der Effektivität und Qualität des Lehrbetriebs werden Intelligenzfunktionen und Intelligenzmanagement unerlässlich sein. Im Bereich der Angewandten Forschung werden die FuE-Themen 4 (System-Software-Architekturen von *Versorgungsinfrastrukturen*) und 16 (IuK-induzierter Wandel bewältigen) ebenso als relevant eingeschätzt. Den System-Software Architekturen kommt im Bildungswesen eine besondere Bedeutung zu, da insbesondere die Effizienz durch eine einheitliche System-Software Architektur des staatlichen Bildungswesens u.a. durch länderübergreifende Unterstützung von Administrations-, Organisations- und Lehrprozessen erheblich gesteigert werden könnte. Gleichmaßen muss aber auch insbesondere im Bildungswesen der durch die IuK-Durchdringung induzierte Wandel bewältigt werden. Im Entwicklungsbereich wurde vorwiegend das FuE-Thema 3 (Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von SDN und NFV) als relevant bewertet. Die Bearbeitung dieses FuE-Themas würde es u.a. ermöglichen, eine Netzinfrastruktur für verschiedene Nutzer und verschiedene Anwendungen im Bildungsbereich zu unterteilen, virtuelle Netze isoliert voneinander zu betreiben und somit erhebliche Effizienzinsparungen zu realisieren. In der FuE-Kategorie der Begleitenden Maßnahmen wurden die FuE-Themen 25 (Relevanz von *Netzneutralität*) und 26 (Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen) als besonders relevant eingeschätzt. Die Beachtung der *Netzneutralität* bezieht sich in diesem Kontext insbesondere auf die Entwicklungschancen und Anerkennung neuer Bildungsangebote und -inhalte. Der rechtliche

Handlungsempfehlungen

und politische Rahmen sollte unterdessen insbesondere dem schnellen Wandel der Bildungsinhalte und -anforderungen gerecht werden und ein möglichst flexibles Bildungswesen schaffen, das auch veränderte Anforderungen (z.B. Lebenslanges Lernen, Weiterbildung etc.) bewältigen kann.

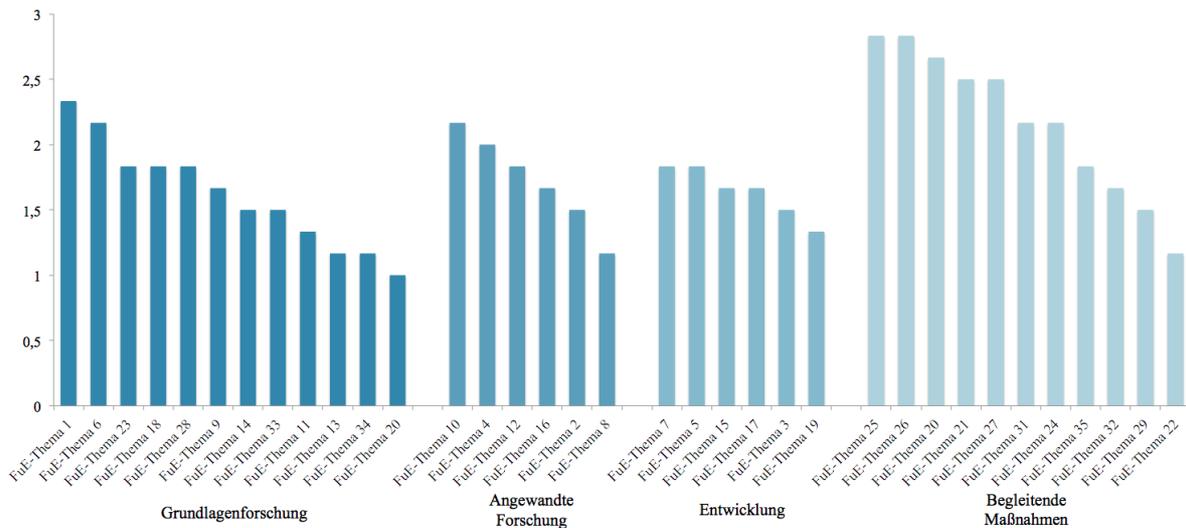


Abbildung 51: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Verwaltung nach FuE-Kategorien

Im Verwaltungsbereich sind ebenfalls Begleitenden Maßnahmen als besonders relevant eingestuft worden. In der Kategorie Grundlagenforschung wurde insbesondere das FuE-Thema 1 (Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln) als relevant eingestuft. Damit ist zwar zum einen die Durchdringung der Verwaltung mit IuK-Technologien gemeint, zum anderen wird der Verwaltung (i.S.d. öffentlichen Hand) eine besondere Rolle bei der weiteren Entwicklung von Kommunikationsnetzen durch zunächst v.a. politische Anstrengungen in diesem Bereich zugesprochen. Im Bereich der Angewandten Forschung wurde das FuE-Thema 10 (Querschnittsfunktionalitäten konzipieren) für besonders relevant befunden. Damit werden v.a. bislang mangelhafte verwaltungsübergreifende Funktionen des Identitätsmanagements, der Abrechnungssysteme etc. thematisiert. Diese könnten nicht nur den Aufwand der Bürger erheblich reduzieren, sondern auch die Verwaltung insgesamt erheblich effizienter gestalten. Im Bereich der Entwicklung wurden insbesondere die FuE-Themen 7 (Datenmanagementsysteme entwickeln) und 5 (Vereinheitlichung des Managements der Primärdatenschnittstelle) als relevant eingeordnet. Die Bearbeitung beider FuE-Themen bildet u.a. die Voraussetzung zur Realisierung der beschriebenen Querschnittsfunktionalitäten. Im Bereich der Begleitenden Maßnahmen werden vor allem die FuE-Themen 25 (Relevanz von *Netzneutralität*) und 26 (Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen) als relevant erachtet. Damit wird u.a. eine Anpassung der Verwaltung beschleunigt und eine interessensneutrale bzw. zweckfremde Behandlung von Daten und Informationen gewährleistet.

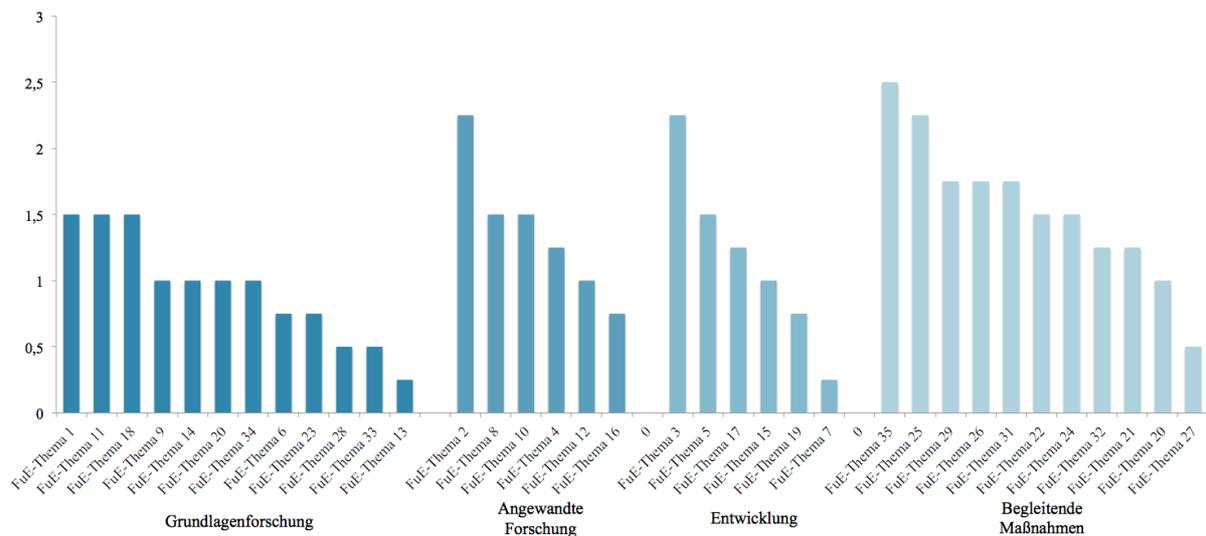


Abbildung 52: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Smart Home nach FuE-Kategorien

Im *Smart Home* Bereich ist insgesamt eine relativ geringe Relevanz aller FuE-Themen zu verzeichnen. Dies liegt u.a. daran, dass die Anforderungen der *Zielbilder* in diesem Bereich bereits weitgehend erfüllt sind bzw. die Anwendungsentwicklung bereits verhältnismäßig fortgeschritten ist (siehe Kapitel 5.2.2.2). Ein Vergleich der Prioritäten im Bereich der Grundlagenforschung verdeutlicht insbesondere die Relevanz der FuE-Themen 1 (Kommunikationsnetzte als übergreifende Funktionen entwickeln), 11 (Notwendig Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren) und 18 (Kooperative Rollen- und Geschäftsmodelle). Kommunikationsnetze bilden die Grundlage der lokalen häuslichen Vernetzung sowie der mobilen Interaktion mit den häuslichen Systemen und sind damit als Basis von besondere Relevanz. Zudem ist insbesondere im *Smart Home* Bereich eine starke Fragmentierung von Standards und mangelnde Kompatibilität erkennbar, die eine beschleunigte Diffusion von Diensten in diesem Bereich verhindern. Geeignete Normierungsverfahren oder auch Vorschriften bei Neubauten könnten hier ggf. unterstützend wirken. Des Weiteren könnte eine Entwicklung kooperativer Rollen- und Geschäftsmodelle das Angebot an konvergenten Diensten erhöhen und damit ebenfalls zur Verbreitung von *Smart Home* Lösungen beitragen. Im Bereich der Angewandten Forschung wird insbesondere das FuE-Thema 2 (Frühzeitig Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien nutzbar machen) als relevant erachtet, das unter anderem durch übergreifende Standards und geeignete Normierungsverfahren erleichtert werden könnte und somit *Smart Home* Nutzern eine einfache Integration neuer Technologien ermöglichen sollte. Im Bereich der Entwicklung wird das FuE-Thema 3 (Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von SDN und NFV) als besonders relevant gesehen, da FuE-Aktivitäten in diesem Bereich eine flexible Konfiguration und Einbindung verschiedener Nutzer und Anwendungen ermöglichen würde. In der Kategorie Begleitende Maßnahmen wird v.a. dem FuE-Thema 35 (Bildungsstrategien) eine hohe Relevanz zugesprochen, da zum einen Fachkräfte zur Umsetzung von *Smart Home* Lösungen fehlen und zum anderen eine Stärkung der fachlichen Kompetenz von *Smart Home* Nutzern eine erhebliche Auswirkung auf die Akzeptanz und Umsetzung von *Smart Home* Lösungen und Diensten haben dürfte.

Handlungsempfehlungen

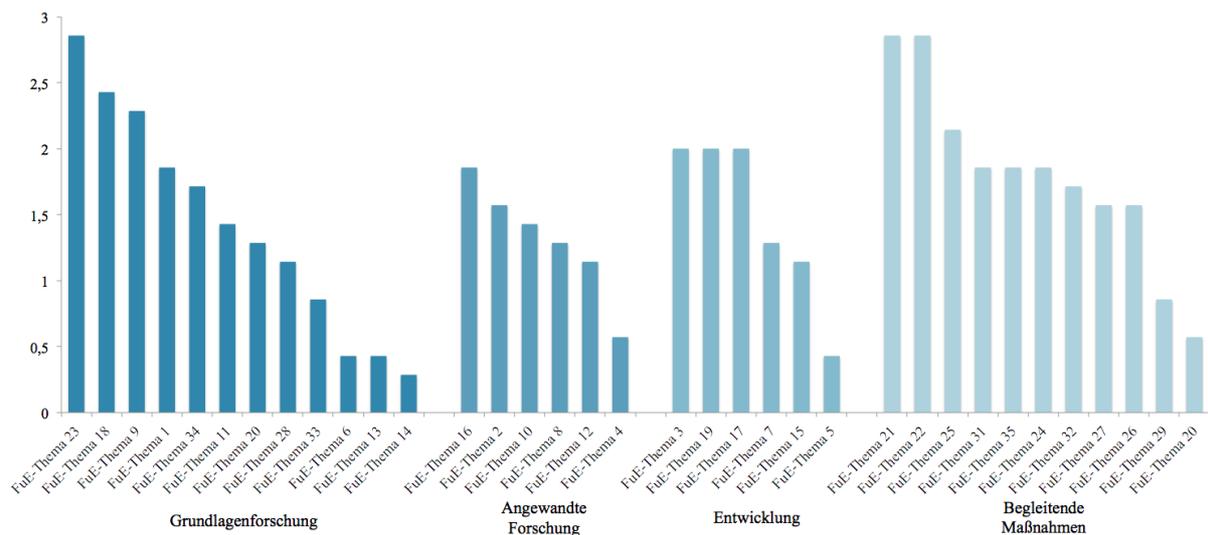


Abbildung 53: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Produktion nach FuE-Kategorien

Im Bereich der Produktion werden v.a. FuE-Themen aus den Kategorien Grundlagenforschung und Begleitende Maßnahmen als relevant zur Umsetzung der identifizierten *Zielbilder* eingeschätzt. Im Bereich der Grundlagenforschung wird insbesondere FuE-Thema 23 (Volkswirtschaftliche Konvergenzpotenziale) als relevant erachtet, da in diesem Bereich ein erhebliches nationales wie internationales (z.B. durch Export von Systemlösungen im Bereich Produktion, vgl. *Industrie 4.0*) Potenzial vermutet wird, das strukturiert erschlossen werden sollte. Im Bereich der Angewandten Forschung wird das FuE-Thema 16 (IuK-induzierter Wandel bewältigen) als besonders relevant eingeschätzt, da eine digitale Durchdringung der Produktion nicht nur eine technische Komplexität birgt, sondern auch Mitarbeitern dadurch eine neue Rolle im Produktionsprozess zukommt. Im Entwicklungsbereich werden den FuE-Themen 3 (Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von SDN und NFV), 19 (*Infostructure* entwickeln) und 17 (Intelligenzlücken schließen) eine besonders hohe Relevanz zugesprochen. Der Einsatz von SDN und NFV ermöglicht eine flexible und effiziente Steuerung im Produktionsprozess und bildet damit die notwendige Voraussetzung für eine individualisierte Produktion und eine Vernetzung der Wertschöpfungsaktivitäten von Unternehmen. Des Weiteren wird das Potenzial zur Schließung von Intelligenzlücken als erheblich eingestuft, das sich u.a. durch eine durchgängigen *Infostructure* heben lässt und damit eine flexible Prozessfeinsteuerung der Produktion in Echtzeit ermöglichen könnte. Im Bereich der Begleitenden Maßnahmen werden zudem die FuE-Themen 21 („White Spots“ identifizieren und KMUs strategisch einbinden) und 22 (Internationalisierungsstrategien entwickeln) als relevant erachtet. So könnten beispielsweise zur Realisierung der im Rahmen von *Industrie 4.0* diskutierten Konzepte erhebliche „White Spots“ ersichtlich werden, die eine strategische Einbindung von KMUs als Zulieferer, aber auch als eigenständige Produzenten, sinnvoll macht. Daneben sollte die Tragweite der systemischen Lösungen im Bereich der Produktion stets mit einer Exportorientierung entwickelt und durch geeignete Internationalisierungsstrategien flankiert werden.

4.3 FuE-Roadmap und Aktionsplan

In den folgenden Abschnitten werden die identifizierten FuE-Themen zunächst durch Erstellung einer FuE-Roadmap in eine zeitliche Abfolge gebracht (siehe Kapitel 4.3.1). Anschließend werden im Rahmen eines Aktionsplans geeignete Umsetzungsstrategien diskutiert, eine Zuordnung zu FuE-Themen geleistet (siehe Kapitel 4.3.2.1) und inhaltliche Anknüpfungspunkte zu existierenden FuE-Aktivitäten verschiedener Akteure aufgezeigt (siehe Kapitel 4.3.2.2).

4.3.1 FuE-Roadmap

Die zeitliche Abfolge der FuE-Themen ist gemäß der FuE-Kategorien in Abbildung 54 dargestellt.

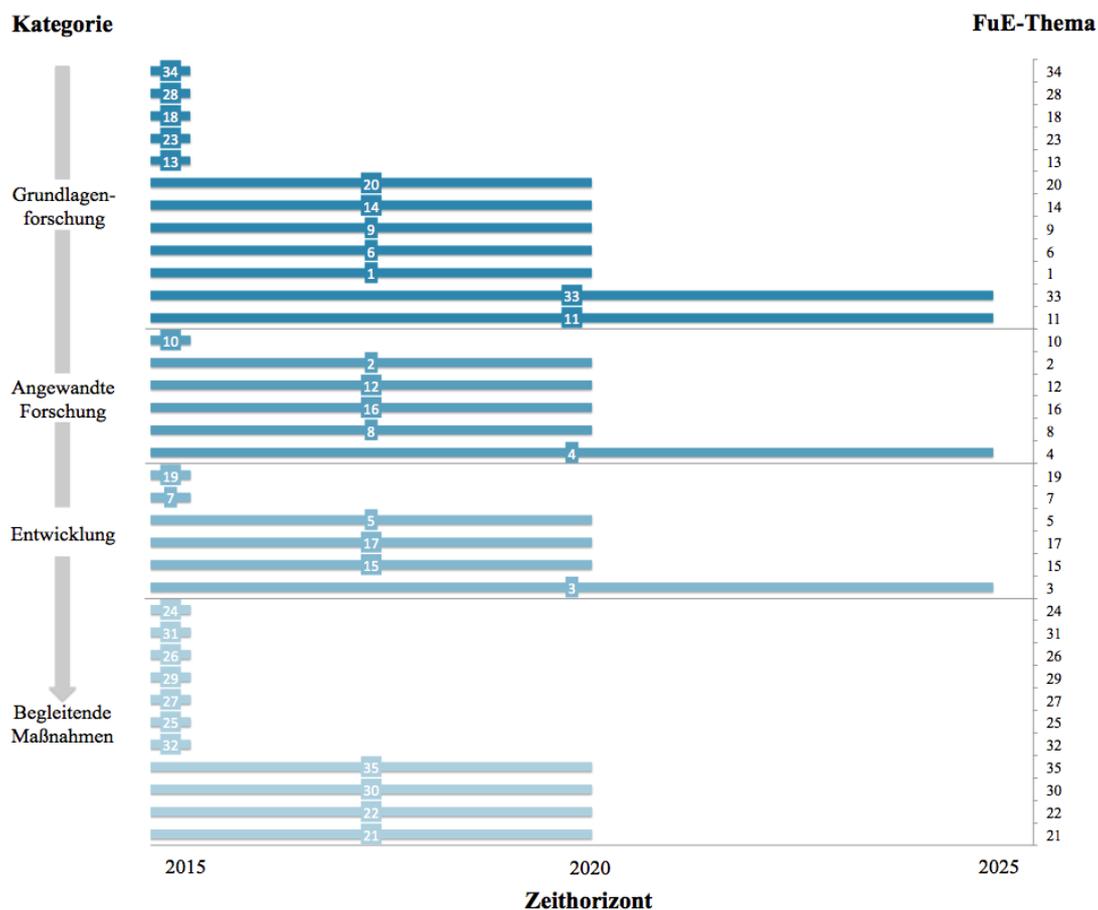


Abbildung 54: FuE-Roadmap

Eine Besonderheit dieser Roadmap ist der einheitliche unmittelbare Beginn aller FuE-Themen. Dies ist dadurch zu erklären, dass keine inhärent logische Abfolge der FuE-Themen aufgestellt werden kann und sich damit auch keine chronologische Verteilung ergibt. Auffällig ist dennoch, dass ein Teil der FuE-Themen kurz nach Beginn der Bearbeitung (d.h. innerhalb von 1-2 Jahren) bereits erste Umsetzungs- und Pilotierungsergebnisse erhoffen lässt und damit eine zügige erste Umsetzung verschiedener Teilaspekte zur Realisierung *Intelligenter Netze und Dienste* möglich erscheint. Bei einigen FuE-Themen sollte jedoch auch auf Grund der Komplexität mit längeren Laufzeiten gerechnet werden (vereinzelt bis 2025). Eine zusammenfassende Darstellung der Laufzeiten und Zuordnung geeigneter Umsetzungsstrategien folgt im nächsten Abschnitt.

4.3.2 Aktionsplan

Der Aktionsplan setzt sich aus der Beschreibung und Zuordnung möglicher Umsetzungsstrategien (siehe Kapitel 4.3.2.1) und einem Ausschnitt existierender FuE-Aktivitäten und inhaltlicher Anknüpfungspunkte verschiedener Akteure (siehe Kapitel 4.3.2.2) zusammen.

4.3.2.1 Umsetzungsstrategien

Zur Umsetzung der vorgestellten FuE-Themen gibt es verschiedene Vorgehensweisen, die im Folgenden skizziert werden und anschließend hinsichtlich ihrer Eignung den identifizierten FuE-Themen zugeordnet werden.

- **Pilot- und Leuchtturmprojekte (PL)**

Pilotprojekte dienen der Erprobung von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen bzw. technischen risikobehafteten Entwicklungen vor einer allgemeinen Einführung. Dabei gilt es, insbesondere offene Fragen im Hinblick auf Akzeptanz, Wirtschaftlichkeit und technologischer Machbarkeit im Feldversuch zu eruieren (vgl. Fellbaum, 1981). Im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* können diesbezüglich beispielsweise *Infrastrukturen* exemplarisch zum Einsatz ge-

bracht werden, um darauf basierende Dienste und Lösungen sowie Marktplätze und die Skalierbarkeit der Konzeption an sich zu erproben. Von besonderer Bedeutung ist bei der Planung und Erreichung von Pilotprojekten eine gezielte Einbindung relevanter Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft. Erweisen sich solche Pilotprojekte als erfolgreich, können daraus so genannte Leuchtturmprojekte mit entsprechender Strahlwirkung entstehen.

▪ **Testbeds (T)**

Analog zu Pilotprojekten dienen Testbeds dazu, in erster Linie Technologien und technische Einzelkomponenten in kontrollierter Umgebung zu testen und weiterzuentwickeln. Auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen können durch entsprechende Testumgebungen abgeschätzt werden. Im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* können Testbeds als Einzelprojekte, aber auch zur Vorbereitung von Pilotprojekten dienen.

▪ **Simulationen (S)**

In der Technologieentwicklung fanden Simulationen ursprünglich in der Regel für zerstörungsfreies Testen Verwendung. Die Weiterentwicklung von Software-Technologien hat den Einsatzbereich für Simulationen zwischenzeitlich relevant erweitert. So werden im IuK-Bereich Systemarchitekturen und Netzwerkauslegungen nach der Modellierung hinsichtlich Funktionalität und System-Reaktionszeiten von Systemen simuliert und sind damit gerade bei großen und komplexen Systementwürfen ein zunehmend entscheidender Schritt, auch um die Entwicklungsrisiken und Entwicklungszeiten zu verkleinern. Sie dienen damit zum Teil der Vorbereitung von Testbeds. In wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Forschung können Simulationen ebenfalls eingesetzt werden, um Erkenntnisse über Verhaltens- und Zustandsänderungen von Systemen im Allgemeinen zu erhalten. Für *Intelligente Netze und Dienste* können Simulationen nicht nur für technische Entwicklungen eingesetzt werden, sondern sind auch für einen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erkenntnisgewinn von Bedeutung. Als Beispiele können Preis- und Mengenexperimente im Energiemarkt genannt werden.

▪ **Clusterbildung (C)**

Cluster bzw. die Anhäufung und Vernetzung von Akteuren mit unterschiedlichen Kompetenzen an einem zentralen Ort hat zum Ziel, durch die Annäherung Synergien und damit Wissensvorsprünge zu schaffen. Inzwischen hat die Vernetzung dabei insbesondere auf Grund des Vorhandenseins von (intelligenten) Datennetzen nicht mehr unbedingt physisch an ein und demselben Ort zu erfolgen. Für *Intelligente Netze und Dienste* bietet sich eine Verknüpfung physischer und virtueller Clusterbildung an, um damit auch insbesondere *domänenspezifische* Netze und Dienste zu verbinden.

▪ **Kooperationsförderung (K)**

Die Stärkung interdisziplinärer und internationaler Zusammenarbeit sowie der Vernetzung zwischen Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft dient der Erzielung von Synergieeffekten. Im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* ist die Bildung von Kooperationen, Konsortien oder auch strategischer Allianzen insbesondere auf die Hebung genannter bisher nicht bzw. nur gering betrachteter *vertikale* und *horizontale* Synergien zu lenken.

▪ **Forschungs- und Entwicklungsförderung (FE)**

Die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* kann in der oben aufgezeigten Bandbreite zwischen Projektförderung und reiner Kooperationsförderung angesetzt werden. Können einzelne Technologien, Verfahrensweisen als Schlüsseltechnologien identifiziert werden, so kann auch eine gezielte Förderung eben dieser erfolgen.

▪ **Standardisierung (S)**

Formalisierte aber auch nicht formalisierte Standards sind vergleichsweise einheitliche Hilfsmittel zur Schaffung von Kompatibilität, Verständnis und Weiterverwendbarkeit. So bietet sich beispielsweise zur Etablierung von *Industrie 4.0* eine Bottom-Up-Landkarte an, um Pfade für die Migration und Weiterentwicklung aufzuzeigen (Promotorengruppe Kommunikation & Acatech, 2013):

- „Erstellung einer Bottom-up-Landkarte, in welcher die heute existierende Landschaft der Standardisierungsgremien skizziert wird und in der die bereits heute existierenden

und etablierten Konzepte und Ausprägungen von ‚Referenzarchitekturen in der Automatisierung‘ positioniert werden

- Initiierung einer Top-down-Roadmap unter Berücksichtigung von Aufwand-Nutzen-Betrachtungen und zeitlichen Abhängigkeiten
- Aufbau einer firmenübergreifenden „[...] [Intelligente Netz]-Community“, die sich für die technische Implementierung der Referenzarchitektur verantwortlich fühlt, diese umsetzt und langfristig warten kann.
- Moderation, Empfehlungen, Evaluierung, Kommunikation und Stimulation“ (Promotorengruppe Kommunikation & Acatech, 2013, S. 46).

Bei der Einsatzplanung, der Beschaffungs- und Ausschreibungsstrategien haben die öffentliche Hand, die Regierungen und der Gesetzgeber auf vielfältige Weise Einfluss und Interesse an der Entwicklung und dem Einsatz neuer Technologien. Bezüglich *Intelligenter Netze und Dienste* treffen die Forschungsherausforderungen und allgemeinen wirtschaftsfördernden Argumente hinsichtlich neuer Technologien auf die Verantwortung für den effizienten und langlebigen Betrieb der *Versorgungsdomänen* des Landes. Mit der Forschungs- und Entwicklungsförderung sind die Handlungsräume für Forschung und industrieller Impulsgebung weitgehend umrissen. Aus der *Infrastrukturverantwortung des Staates* hinsichtlich der mittel- und langfristigen Zukunftsentwicklung der *Versorgungsdomänen* ergibt sich nicht nur die wichtige Möglichkeit, den Einsatz generell durch Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen zu fördern, sondern den Strukturwandel durch den Einsatz in den *Versorgungsdomänen* verantwortlich auszulösen und zu gestalten. Dieses Junktim aus Förderung- und Einsatz kann einer der entscheidendsten Erfolgsfaktoren für eine harmonisierte Evolution der *Versorgungsinfrastrukturen* sein. Damit kann ein Höchstmaß an Effizienz und Wirtschaftlichkeit in diesem wichtigen volkswirtschaftlichen Segment erzielbar werden. Hier sind Ausschreibungs- und Beschaffungsrahmenbedingungen zu etablieren, die erzielbare Skaleneffekte hinsichtlich Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Verbesserung für die Nutzer als Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Zukunft *Intelligenter Netze und Dienste* nutzen.

Die skizzierten Umsetzungsstrategien eignen sich in unterschiedlichem Maße für die identifizierten FuE-Themen. Eine Zuordnung unter ergänzender Zusammenfassung der Ergebnisse des Qualifizierungsprozesses ist in Tabelle 4 dargestellt.

Handlungsempfehlungen

	FuE-Themen	Ergebnisse der Qualifizierung			Geeignete Umsetzungsstrategie(n)
		Komplexität	Umsetzungsdauer	Relevanz	
Grundlagenforschung	34: Akzeptanzfaktoren	Mittel	2015	1,46	FE
	28: Governancemodelle	Hoch	2015	1,5	FE, S
	18: Rollen- und Geschäftsmodelle	Gering	2015	2	FE, K, C
	23: Volkswirtschaftliche Potenziale	Mittel	2015	1,96	FE
	13: Finanzierung und Betrieb	Gering	2015	1,02	FE, K, S
	20: Datenökonomie	Mittel	2020	1,19	FE
	14: Infrastrukturausbau und -Planung	Hoch	2020	1,00	FE
	9: Intelligenzfunktionen	Hoch	2020	1,67	FE, T, S
	6: Referenzarchitekturen	Mittel	2020	1,35	FE, PL, S
	1: Kommunikationsnetze	Mittel	2020	1,79	FE, T, S
	33: Gesellschaftliche Konsequenzen	Mittel	2025	1,04	FE
	11: Standards und Kompatibilität	Mittel	2025	1,56	FE, K, C
Angewandte F.	10: Querschnittsfunktionalitäten	Mittel	2015	1,69	FE, S, K
	2: Systemkonzepte und Schlüsseltech.	Mittel	2020	1,60	FE, T
	12: Gesamtsystemische Resilienz	Hoch	2020	1,5	FE, S, T
	16: IuK-induzierter Wandel	Mittel	2020	1,40	FE, K
	8: Drahtlose Vernetzung	Mittel	2020	1,17	FE, S, T
	4: System-Software-Architekturen	Hoch	2025	1,44	FE, C
Entwicklung	19: Infostructure	Mittel	2015	1,79	FE, K, PL
	7: Datenmanagementsysteme	Mittel	2015	1,40	PL, T, FE
	5: Primärdatenschnittstelle	Mittel	2020	1,29	PL, T, FE
	17: Intelligenzlücken	Mittel	2020	1,88	FE, C, K
	15: Migrationsstrategien	Hoch	2020	1,56	FE, T, S
	3: SDN und NFV	Mittel	2025	1,88	FE, T, S
Begleitende Maßnahmen	24: Kritische Funktionalitäten	Hoch	2015	1,79	FE
	31: Infrastruktur- und Tech.Politik	Hoch	2015	1,69	FE, K, C
	26: Rechts- und politische Rahmenb.	Hoch	2015	2,42	FE
	29: Diskrepanz Tech. und Rahmenb.	Hoch	2015	1,67	FE, K, C
	27: Veränderung Institutionen	Hoch	2015	1,88	FE, K, C
	25: Netzneutralität	Hoch	2015	2,42	FE
	32: Rahmenb. Datenökonomie	Hoch	2015	1,79	FE, K
	35: Bildungsstrategien	Mittel	2020	1,58	FE, K, C
	30: Föderalismus	Hoch	2020	1,79	FE, K, C
	22: Internationalisierungsstrategien	Mittel	2020	2,08	FE, C, K
	21: White Spots und KMUs	Gering	2020	2,25	FE, K, C

Tabelle 4: Aktionsplan

4.3.2.2 Vorhandene FuE-Aktivitäten und inhaltliche Anknüpfungspunkte

Um Anknüpfungspunkte der vorgestellten FuE-Themen zu aktuellen FuE-Aktivitäten zu erhalten, wurde eine Recherche zu laufenden oder vor kurzem abgeschlossenen Projekten durchgeführt. Hierzu wurden nach ausgewählten Stichworten ca. 300 deutsche, europäische und internationale Projekte und (Forschungs-)Aktivitäten identifiziert und den FuE-Themen zugeordnet. Diese Projekte stellen nur einen Ausschnitt der FuE-Landschaft dar und erheben keinesfalls den Anspruch auf Vollständigkeit. Knapp 30 Prozent der gefundenen Aktivitäten stammen aus Deutschland, ebenso viele aus Europa und die übrigen 40 Prozent aus den restlichen Ländern, überwiegend den USA. Eine Übersicht zu den recherchierten Projekten ist in Anhang 6.11 enthalten. Das Ergebnis der Zuordnung wird in Abbildung 55 dargestellt. Es zeigt sich, dass in Deutschland Projekte hauptsächlich im Bereich der Grundlagen- und Angewandten Forschung angesiedelt sind, während hingegen Projekte aus den Bereichen Entwicklung und Begleitenden Maßnahmen v.a. in anderen Ländern identifiziert wurden.

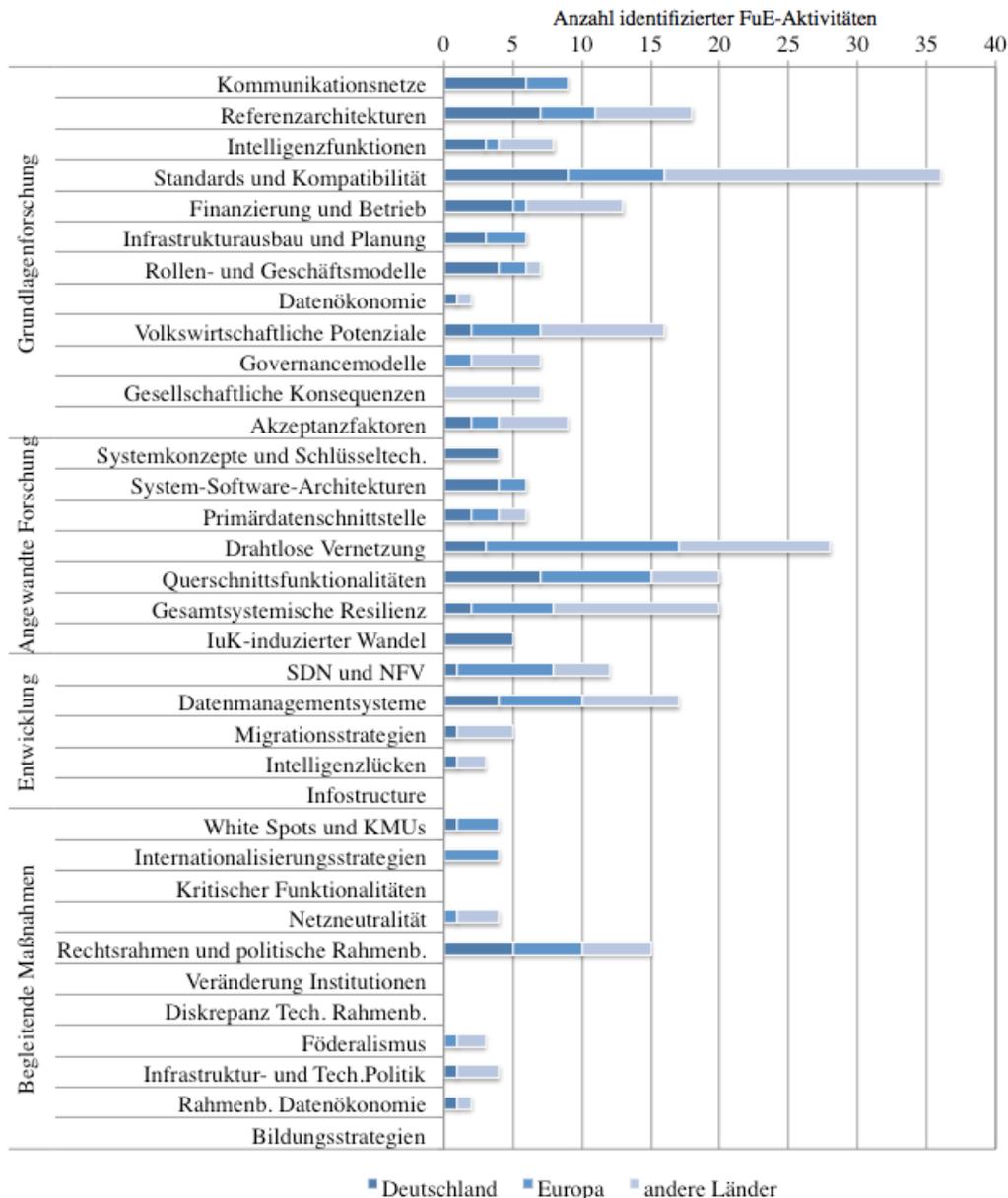


Abbildung 55: Vorhandene FuE-Aktivitäten und inhaltliche Anknüpfungspunkte

Bei der Betrachtung ist auffällig, dass in Deutschland insbesondere Projekte zu den Themen Architekturen, Standardisierung und *Infrastruktur* angesiedelt sind, wohingegen sich Aktivitäten im Ausland stärker auf konkrete Umsetzungen fokussieren.

Insgesamt konnten die meisten Aktivitäten den Themen „Notwendige Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren“, „Übergreifende und drahtlose Vernetzung“, „Querschnittsfunktionalitäten“ und „Gesamtsystemische Resilienz“ zugeordnet werden.

Die Verteilung der Projekte mit Schwerpunkten auf Standardisierung, Querschnittsfunktionalitäten und Architekturen legt nahe, dass in Deutschland insbesondere an system- und *domänenübergreifende* Lösungen gearbeitet wird, um hierbei eine *übergreifende* Struktur bereitstellen zu können. Als Beispiel dafür sei das Querschnittsprojekt „Intelligente Vernetzung“ aus dem Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe it’s owl“ (siehe www.its-owl.de und Anhang 6.11) genannt.

In der Kategorie Entwicklung sind insgesamt wenige Projekte aufzufinden. Diese beschäftigen sich überwiegend mit dem Thema „Datenmanagement“. Im internationalen Vergleich ist zudem die große Diskrepanz beim Thema „Software Defined Network (SDN) und Netzwerkvirtualisierung“ auffallend, bei dem ein Großteil der Aktivitäten auf europäischer Ebene angesiedelt ist.

Im Bereich der Begleitenden Maßnahmen finden sich Anknüpfungspunkte ebenfalls hauptsächlich auf europäischer Ebene wieder. Aktivitäten umfassen dabei v.a. die FuE-Themen „Internationalisierungsstrategien“ und „Erforderlicher Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen“.

4.4 Evaluierungsrichtlinien

Eine systematische Evaluierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, sowie darüber hinausgehender Aktivitäten, ist für eine zielgerichtete und zeitnahe Umsetzung *Intelligenter Netze und Dienste* erfolgskritisch. Die fortlaufende Evaluierung ermöglicht nicht nur eine geeignete Budgetverteilung hinsichtlich inhaltlicher und instrumenteller (Forschung, Entwicklung, Pilot-Projekte etc.) Aspekte, sondern kann auch für eine Entwicklung weiterer Maßnahmen genutzt werden, um den Praxistransfer von Erkenntnis aus Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu gewährleisten.

Zur Evaluierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten werden im Folgenden schematisch einige operative und inhaltliche Kenngrößen vorgeschlagen, die in Abhängigkeit der verfolgten Zielsetzung noch erweitert werden sollten. Zudem wird der Vorschlag einer übergreifenden Plattform eingebracht, die alle zum Thema *Intelligente Netze und Dienste* laufenden Aktivitäten bündeln und damit eine Grundlage zur systematischen Evaluierung bieten kann.

4.4.1 Evaluierung anhand von Kenngrößen

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten können u.a. gemäß zwei unterschiedlicher Kategorien von Kenngrößen evaluiert werden: operative und inhaltliche Kenngrößen. Im Folgenden werden einige zentrale Evaluierungskenngrößen pro Kategorie aufgelistet. Die zu verwendenden Kenngrößen sind in Abhängigkeit der jeweiligen Zielsetzung der Fördermaßnahmen zu wählen.

4.4.1.1 Operative Kenngrößen

Operative Kenngrößen könnten u.a. folgende Indikatoren enthalten:

- Zeit bis zur Vergabe von Projektmitteln
- Anzahl der laufenden Projekte
- Anzahl der beteiligten Organisationen
- Anteil teilnehmender Industrieunternehmen und KMUs
- Geografische Verteilung der teilnehmenden Akteure (Clusterbildung)
- Anteil Budget für Testbeds, Prototypen und weiterer Anwendungsentwicklung
- Anteil und Höhe privater Investments
- Weiterverwendung und Kommerzialisierung von Projektergebnissen

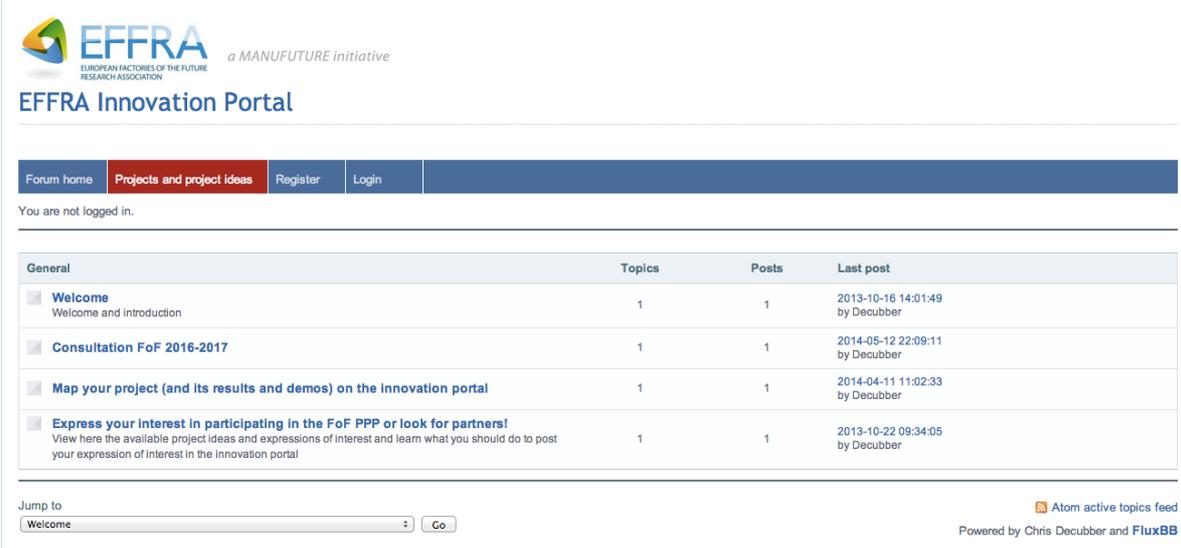
4.4.1.2 Inhaltliche Kenngrößen

Inhaltliche Kenngrößen könnten u.a. folgende Indikatoren enthalten:

- Verteilung der Projekte über *Domänen*
- Anteil Projekte mit *vertikal* und *horizontal* konvergenten Anwendungen
- Bedeutung/Impact der jeweiligen Projekte in den *Domänen* (z.B. im Abgleich mit der entwickelten Bewertungsmatrix)
- Verteilung der Projekte hinsichtlich ökonomischer Zielsetzung (Effizienzeinsparungen oder Entwicklung neuer Geschäftsmodelle)
- Beitrag zu Standardsetzung und Patentierungsaktivitäten

4.4.2 Plattform für systematisches Monitoring von Intelligente Netze Aktivitäten

Ausgewählte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie begleitende Maßnahmen dieses Projekts und weiterer Projekte können in einer zentralen Datenbank erfasst und auf einer Plattform für *Intelligente Netze und Dienste* gebündelt werden. Zusätzlich zu einem systematischen Evaluierungsprozess können dadurch Fördermaßnahmen und Schwerpunkte transparent gemacht werden und somit auch als Basis für den Dialog mit Wirtschaft und Wissenschaft genutzt werden. Ausgewählte Projektausschnitte und Maßnahmen können weiterhin für öffentlichkeitswirksame Aktivitäten und als inhaltliche Grundlage für Cluster Events genutzt werden. Einen möglichen Anhaltspunkt zur Gestaltung einer geeigneten Plattform bietet beispielsweise das „Innovation Portal“ der European Factories of the Future Research Association (EFFRA), das für eine allgemeine Diskussion, Übersicht und Evaluierung der Aktivitäten in diesem Bereich dient (siehe Abbildung 56).



The screenshot shows the EFFRA Innovation Portal website. At the top left is the EFFRA logo with the text "EFFRA a MANUFUTURE initiative" and "EUROPEAN FACTORIES OF THE FUTURE RESEARCH ASSOCIATION". Below the logo is the title "EFFRA Innovation Portal". A navigation bar contains links for "Forum home", "Projects and project ideas", "Register", and "Login". Below the navigation bar, it says "You are not logged in." The main content area features a table with the following data:

General	Topics	Posts	Last post
<input type="checkbox"/> Welcome Welcome and introduction	1	1	2013-10-16 14:01:49 by Decubber
<input type="checkbox"/> Consultation FoF 2016-2017	1	1	2014-05-12 22:09:11 by Decubber
<input type="checkbox"/> Map your project (and its results and demos) on the innovation portal	1	1	2014-04-11 11:02:33 by Decubber
<input type="checkbox"/> Express your interest in participating in the FoF PPP or look for partners! View here the available project ideas and expressions of interest and learn what you should do to post your expression of interest in the innovation portal	1	1	2013-10-22 09:34:05 by Decubber

At the bottom left, there is a "Jump to" dropdown menu with "Welcome" selected and a "Go" button. At the bottom right, there is a link for "Atom active topics feed" and the text "Powered by Chris Decubber and FluxBB".

Abbildung 56: EFFRA FuE-Monitoring Plattform im Bereich der Produktion (Quelle: www.effra.eu/fluxBB/index.php)

Arbeitsmethodik: Analyse des FuE-Bedarfs

5 Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Zur Identifikation und Qualifizierung von FuE-Themen wird im Folgenden zunächst die methodische Vorgehensweise hinsichtlich des Arbeitsprozesses und der verwendeten Werkzeuge beschrieben (siehe Kapitel 5.1). Anschließend werden im Rahmen der Identifizierung von FuE-Themen (siehe Kapitel 5.2) die zentralen Prozessschritte zur induktiven Generierung von FuE-Themen innerhalb des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 18.2.2014 und innerhalb des Forschungsverbunds (siehe Kapitel 5.2.1) sowie zur deduktiven Ableitung von FuE-Themen (siehe Kapitel 5.2.2) erläutert und im Ergebnis zusammengefasst (siehe Kapitel 5.2.3). Abschließend wird der Qualifizierungs- und Priorisierungsprozess der FuE-Themen (siehe Kapitel 5.3) im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Workshops am 7.7.2014 (siehe Kapitel 5.3.1) und im Rahmen des Forschungsverbunds erläutert (siehe Kapitel 5.3.2).

5.1 Methodische Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von FuE-Themen

Die Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen erfolgte im Rahmen des Projekts durch den Forschungsverbund *Intelligente Infrastrukturen und Netze* in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie in Zusammenarbeit mit Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 18.2.2014 und des MÜNCHNER KREIS Workshops am 7.7.2014 (siehe Abbildung 57).

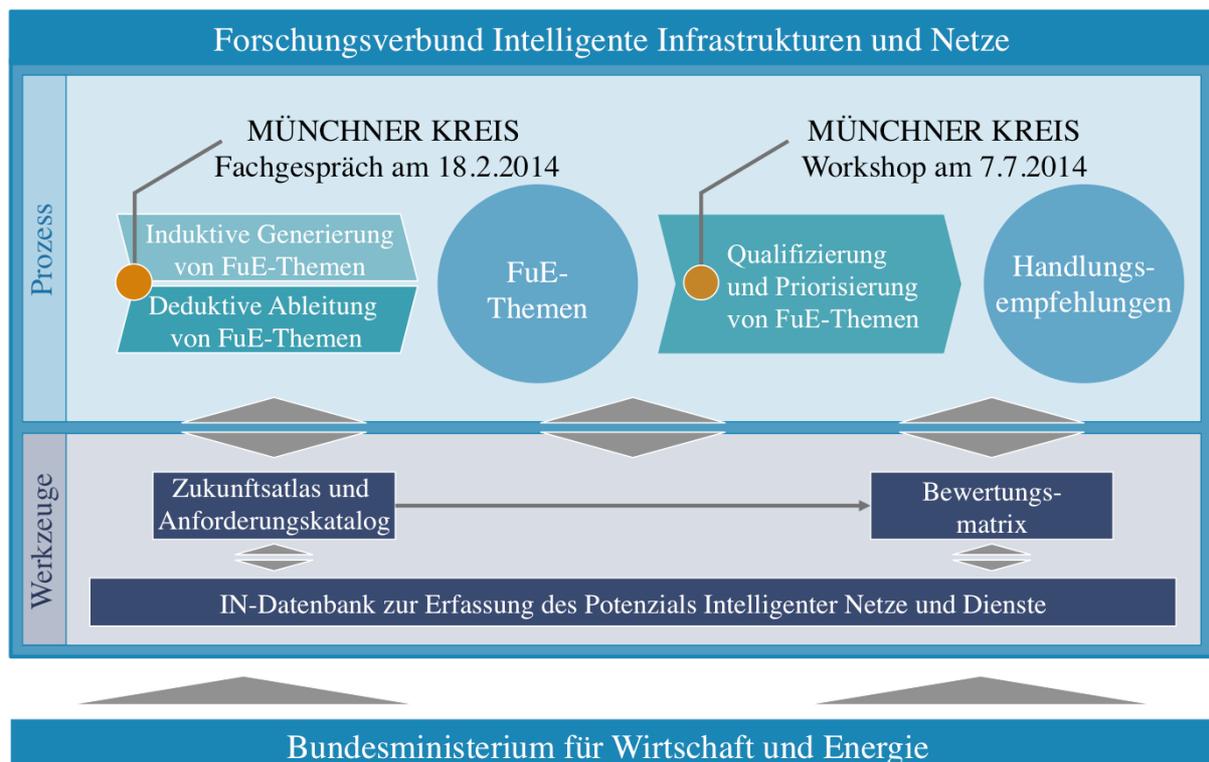


Abbildung 57: Vorgehensweise zur Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsthemen

Bevor der konkrete FuE-Bedarf zur Realisierung von intelligent (inter-)agierenden Netzen und Diensten abgeleitet werden konnte, war eine fundierte Analyse möglicher Problemfelder nötig. Dies erfolgte zum einen durch die Vertiefung relevanter Themen im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 18.2.2014, in Folge weiterer Experteninterviews und durch Diskussionen und Recherchen

des Konsortiums. Zum anderen wurde ein Abgleich der gegenwärtigen Situation auf Basis des *IN-Frameworks* mit den in einem Anforderungskatalog auf Basis eines *Zukunftsatlas* identifizierten Voraussetzungen für das Ausschöpfen zukünftiger Potenziale *Intelligenter Netze und Dienste* unternommen. Die hierzu erforderlichen Parameter basieren auf den Einschätzungen der jeweiligen Bedeutung der Faktoren für *Intelligente Netze und Dienste* aus Sekundär- und Primärrecherche. Im Folgenden wird der Prozess zur Identifizierung und Qualifizierung von FuE-Themen skizziert. Anschließend erfolgt eine kurze Erläuterung der dafür verwendeten Werkzeuge.

Der anfängliche **Prozess** zur Identifizierung von FuE-Themen im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* wurde in zwei methodisch unterschiedliche Schritte gegliedert:

- **Induktive Generierung von FuE-Themen:** Verdichtung von Expertenaussagen des Forschungsverbands *Intelligente Infrastrukturen und Netze*, des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs am 18.2.2014 und sonstiger Expertenaussagen zu FuE-Themen (siehe Kapitel 5.2.1).
- **Deduktive Ableitung von FuE-Themen:** Ableitung von FuE-Themen durch Analyse von Studien und *Zielbildern* (im Rahmen des *Zukunftsatlas*) hinsichtlich zukünftiger Anforderungen des Anforderungskatalogs an *Intelligente Netze und Dienste* (siehe Kapitel 5.2.2).

In einer Synthese der induktiven und deduktiven Ergebnisse wurden insgesamt 35 **FuE-Themen** ausgearbeitet (siehe Kapitel 3) und anschließend qualifiziert:

- **Qualifizierung von FuE-Themen:** Qualifizierung und Priorisierung der identifizierten FuE-Themen nach Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen eines MÜNCHNER KREIS Expertenworkshops am 7.7.2014 durch Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik (siehe Kapitel 5.3.1) sowie durch den Forschungsverbund *Intelligente Infrastrukturen und Netze* (siehe Kapitel 5.3.2).

Auf Basis der Qualifizierung wurden anschließend eine **Priorisierung** und konkrete **Handlungsempfehlungen** abgeleitet (siehe Kapitel 4).

Zur Unterstützung der beschriebenen Prozessschritte wurden durch den Forschungsverbund vier **Werkzeuge** eingesetzt, die den *IN-Potenzialraum* (siehe Kapitel 2.3.3) inhaltlich abbilden und für eine dynamische Entwicklung von FuE-Themen genutzt wurden: *IN-Datenbank*, *Zukunftsatlas*, *Anforderungskatalog* und *Bewertungsmatrix*.

- **IN-Datenbank:** Alle im Zuge der deduktiven und induktiven Arbeitsmethodik gesammelten Informationen wurden in einer spezialisierten Datenbank eingetragen (Stand zu Projektende: insgesamt 1355 Einträge, die aus verschiedenen Quellen wie dem MÜNCHNER KREIS Fachgespräch, dem MÜNCHNER KREIS Workshop, der Zielbildanalyse, der Experteninterviews etc. stammen). Somit diente dieses Instrument als zentrale Verarbeitungsplattform für die während des Projekts gewonnenen Aussagen und Erkenntnisse. Dazu wurden Datenbankeinträge mit vielfältigen Attributen versehen, sodass hieraus nach einem breiten Kriterienkatalog gruppierbare Datensätze gewonnen werden können. Die Datenbankeinträge wurden dafür u.a. mit folgenden Attributen versehen und in der Datenbank abgelegt:
 - **Domäne:** Auf welche *Domäne* bezieht sich der Eintrag?
 - **Perspektive:** Ist es ein wirtschaftlicher, technischer, gesellschaftlicher oder rechtlich/regulatorischer Aspekt?
 - **Forschungsfeld:** Zuordnung des Eintrags zu einem der folgenden Forschungsfelder: *Digitale Primärdatenerfassung, IuK-Strukturen und Intelligenz, Vertikale Konvergenz, Horizontale Konvergenz, Querschnittsthemen*.
 - **Thema:** Zu welchem übergeordneten Themengebiet gehört der Eintrag?
 - **Unterthema:** Welchem spezifischen Unterthema (eines übergeordneten Themas) kann der Eintrag zugeordnet werden?
- **Zukunftsatlas:** Der *Zukunftsatlas* bildet die inhaltliche Basis des deduktiven Vorgehens (siehe Kapitel 5.2.2) und beinhaltet alle gesammelten *Zielbilder*, gegliedert nach sieben *Domänen* (Verkehr, Energie, Gesundheit, Bildung, Verwaltung, *Smart Home* und Produktion). Zur wei-

teren Analyse wurden diese *Zielbilder* gemäß der Logik des *IN-Frameworks* verortet (siehe Kapitel 2.3.2). Inhaltlich bildet der *Zukunftsatlas* damit *Zielbilder* ab, die zukünftige Anwendungspotenziale in den jeweiligen *Domänen* beschreiben. Im Rahmen des Projekts wird der *Zukunftsatlas* für *domänenübergreifende* und *-spezifische* Analysen verwendet und bildet die Grundlage zur Ableitung des Anforderungskatalogs.

- **Anforderungskatalog:** Auf Basis der *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* wurden durch einen Vergleich des Soll-Zustands (beschrieben durch die *Zielbilder*) und des Ist-Zustands Anforderungen (Delta) abgeleitet und gesammelt (siehe Kapitel 5.2.2.5), die zur Realisierung der *Zielbilder* erfüllt werden müssen. Der Anforderungskatalog bildet somit die Grundlage zur Ableitung von FuE-Themen mit Anwendungs- und Zukunftsorientierung im Rahmen des deduktiven Vorgehens.
- **Bewertungsmatrix:** Um die Relevanz der entwickelten FuE-Themen zu bewerten wurde eine Bewertungsmatrix durch Synthese der *Zielbilder* des *Zukunftsatlas* und des Anforderungskatalogs entwickelt (siehe Kapitel 5.3.2). Dementsprechend wurden die FuE-Themen einer subjektiven Bewertung durch die Mitglieder Forschungsverbunds hinsichtlich ihrer Relevanz zur Erfüllung der identifizierten Anforderungen unterzogen. Diese Bewertung bildet eine der Grundlagen für die abschließenden Handlungsempfehlungen.

Die folgenden Kapitel fassen den Prozess und die Verwendung der Werkzeuge im Rahmen der induktiven (siehe Kapitel 5.2.1) und deduktiven (siehe Kapitel 5.2.2) Vorgehensweise zusammen (siehe Kapitel 5.2.3). Anschließend wird der Qualifizierungsprozess im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Workshops (siehe Kapitel 5.3.1) und des weiteren Prozesses (siehe Kapitel 5.3.2) beschrieben und zusammengefasst.

5.2 Identifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Der Prozess zur Identifizierung von FuE-Themen gliedert sich methodisch in eine induktive (siehe Kapitel 5.2.1) und deduktive (siehe Kapitel 5.2.2) Vorgehensweise. Durch diese Differenzierung in der Methodik konnte im Rahmen des Projekts ein möglichst breites Spektrum an FuE-Themen entwickelt werden. Einen integralen Bestandteil der induktiven Vorgehensweise bildet das MÜNCHNER KREIS Fachgespräch vom 18.2.2014, zu dem Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik eingeladen wurden, um das *IN-Framework* zu validieren und erste Themenimpulse zur Generierung von FuE-Themen zu liefern. Die deduktive Vorgehensweise basiert hingegen auf Literaturrecherchen und Diskussionen sowohl innerhalb als auch im erweiterten Kreis des Forschungsverbunds *Intelligente Infrastrukturen* und Netze.

5.2.1 Induktive Vorgehensweise zur Generierung von FuE-Themen

Im Rahmen dieses Kapitels wird zunächst die Struktur und Zielsetzung der induktiven Vorgehensweise zusammengefasst (siehe Kapitel 5.2.1.1). Anschließend werden die Erkenntnisse aus dem Fachgespräch (siehe Kapitel 5.2.1.2), der weiteren Themenvertiefung sowie des abschließenden Verdichtungsprozesses erläutert (siehe Kapitel 5.2.1.3).

5.2.1.1 Struktur und Zielsetzung

Auf Basis der in Kapitel 2 beschriebenen Definition und dynamischen Betrachtungsweise von *Intelligenten Netzen und Diensten* war ein Ziel des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs, konkrete Themenimpulse zur Generierung von FuE-Themen durch die anwesenden Experten zu erhalten (siehe Kapitel 5.2.1.2). Diese Themenimpulse wurden anschließend durch den Forschungsverbund ausgewertet, in weiterer Abstimmung mit Experten diskutiert, vertieft und verdichtet (siehe Kapitel 5.2.1.3).

5.2.1.2 Ablauf und Erkenntnisse des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs

Im Folgenden werden zunächst die Zielsetzung und der Ablauf des MÜNCHNER KREIS Fachgesprächs beschrieben (siehe Kapitel 5.2.1.2.1). Anschließend folgt eine Zusammenfassung der Experteneinschätzungen hinsichtlich relevanter Themenfelder im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste*

(siehe Kapitel 5.2.1.2.2). Abschließend wird die Konzeption der Interaktionssession (siehe Kapitel 5.2.1.2.3) und deren Ergebnisse zusammengefasst (siehe Kapitel 5.2.1.2.4).

5.2.1.2.1 Zielsetzung und Ablauf des Fachgesprächs

Im Rahmen des Projekts veranstaltete der MÜNCHNER KREIS als Partner innerhalb dieses Forschungsverbunds am 18.2.2014 von 10:00 bis 16:00 Uhr im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ein Fachgespräch zu dieser für die zukünftige Infrastrukturentwicklung zentralen Thematik. Die Agenda des Workshops ist in Anhang 6.2 zu finden.

Zielsetzung des Fachgesprächs

Ziel des Fachgesprächs war es, das vom Konsortium vor dem Hintergrund der thematischen Komplexität zur Herleitung spezifischer Forschungsfelder und -perspektiven für den zukünftigen FuE-Bedarf entwickelte Konzept innerhalb eines Expertenkreises zu diskutieren, zu validieren sowie im Rahmen einer Interaktionssession relevante Themen zur folgenden Präzisierung des FuE-Bedarfs zu sammeln. Dazu wurden Experten eingeladen, die aufgrund ihrer heterogenen Expertise *Intelligente Netze und Dienste* aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten können.

Ablauf des Fachgesprächs

Das Fachgespräch wurde methodisch wie folgt durchgeführt: Im konzeptionellen Teil lieferten die Mitglieder des Forschungsverbunds einen Projektüberblick und erläuterten die Methodik zur Herleitung spezifischer Forschungsfelder und -perspektiven. Im interaktiven Teil sollten die fachlich hochqualifizierten Teilnehmer an der Integration von Themenimpulsen als konkrete Forschungsthemen mitwirken.

Die folgende Abbildung 58 stellt den Ablaufplan des Fachgesprächs dar.

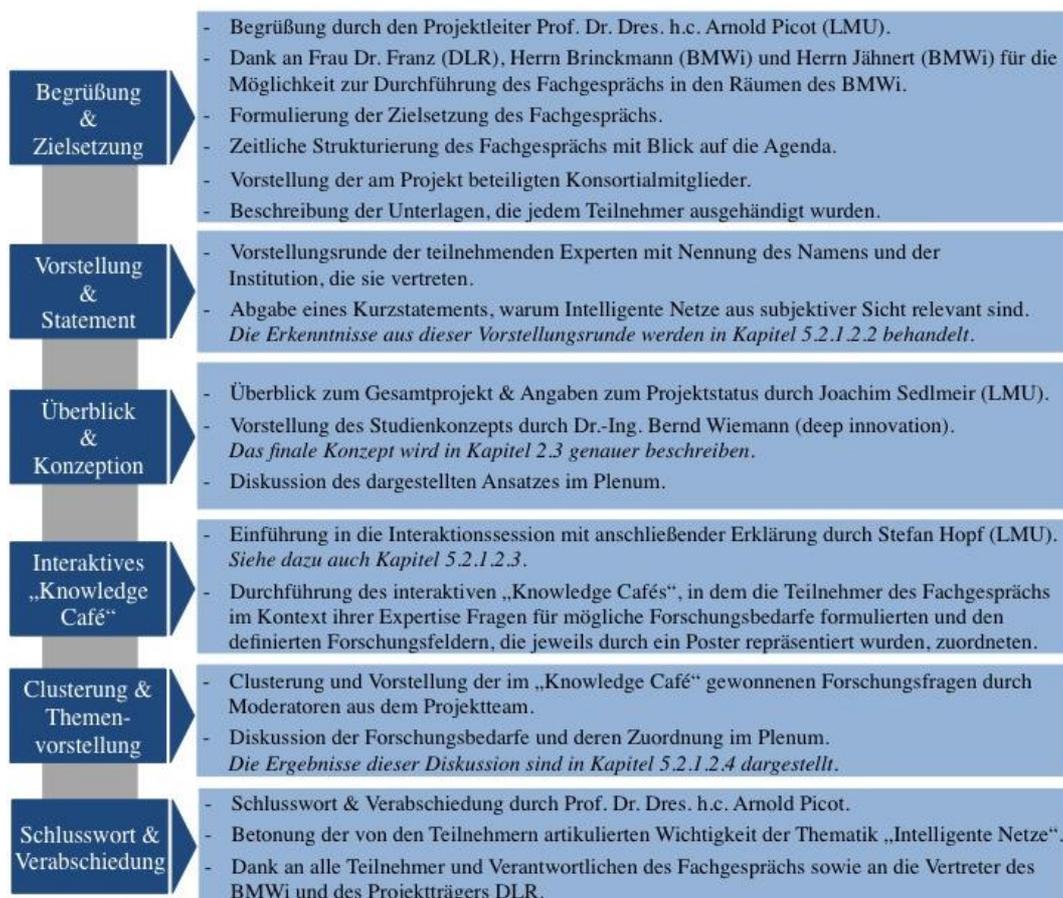


Abbildung 58: Ablauf des Fachgesprächs

5.2.1.2.2 Erkenntnisse aus der Kurzzvorstellung der Teilnehmer

Bevor das Konsortium das Konzept zur Herleitung spezifischer Forschungsfelder und -perspektiven vorstellte, wurde das anwesende Plenum (48 Personen; ausgewählte Fachleute aus Wissenschaft und Industrie sowie Konsortialmitglieder) darum gebeten, nach Nennung des Namens und der Institution, ein kompaktes Statement abzugeben, warum *Intelligente Netze und Dienste* aus der jeweiligen subjektiven Einschätzung relevant sind.

Dies diente als Grundlage einer Ausgangsanalyse zum thematischen Überblick und zeigte auf, welches Verständnis und welche unterschiedlichen Perspektiven die Teilnehmer im Kontext ihres beruflichen Hintergrunds und ihrer Expertise einnehmen.

Die abgegebenen Statements lassen sich in fünf zentrale Themenschwerpunkte einteilen:

1. Übergreifende Sichtweise auf Intelligente Netze und Dienste

Unter den teilnehmenden Experten konnte ein genereller Konsens in Bezug auf die Notwendigkeit einer *domänenübergreifenden* Betrachtung *Intelligenter Netze und Dienste* festgestellt werden – d. h. es muss der Frage nachgegangen werden, wie bisher separat betrachtete *Domänen* zu einer *übergreifenden* Grundarchitektur zusammengeführt werden können, um so Synergien zwischen den *Domänen* zu ermöglichen und Effizienzpotenziale heben zu können (vgl. u.a. Forschungsfeld *Horizontale Konvergenz*).

2. Datenschutz und -sicherheit

Daten sind von zentraler Bedeutung in *Intelligenten Netzen und Diensten*. Die (anwendungs-) *übergreifende* Verknüpfung unterschiedlicher *Domänen* führt zu besonderen Herausforderungen in Bezug auf Datenschutz und Datensicherheit, die ebenso spezifische Fragestellungen auf technischer und rechtlich-regulatorischer Ebene ergeben.

3. Infrastruktur

Das Fehlen eines einheitlichen Begriffsverständnisses von *Infrastruktur* führt zu unterschiedlichen Interpretationen. Um dies zu vermeiden, ist ein allgemein akzeptierter Definitionsversuch zu unternehmen. Zudem ist unklar, wie die (Telekommunikations-)Infrastruktur der Zukunft gestaltet werden sollte. Zentrale infrastrukturelle Themen bilden hier Virtualisierung und Software Defined Networks (SDN).

4. (Betriebs-)Wirtschaftliche Sicht auf Intelligente Netze und Dienste

Intelligente Netze und Dienste ermöglichen neuartige Wertschöpfungsprozesse und Geschäftsmodelle. Eine strukturierte Analyse dieser Themen aus wirtschaftlicher Perspektive wird als dringend notwendig erachtet. Dadurch kann letztendlich die Akzeptanz *Intelligenter Netze und Dienste* seitens der Wirtschaft erreicht und gesteigert werden.

5. Betrachtung von Querschnittsthemen

Neben der *domänenspezifischen* sowie *-übergreifenden* Betrachtung von *Intelligenten Netzen und Diensten* werden sog. *Querschnittsthemen*, d. h. Fragestellungen, die für jede *Domäne* von gleicher zentraler Bedeutung sind, als kritisches Forschungsfeld gesehen. Dazu zählen beispielsweise die generelle Datenverfügbarkeit, die Schaffung von kompatiblen Schnittstellen sowie die Einführung allgemein anerkannter Standards.

5.2.1.2.3 Konzeption der Interaktionssession

Im Rahmen der Interaktionssession wurde den Teilnehmern des Fachgesprächs konzeptionell die Aufgabe gegeben, ihre Einschätzungen und Konkretisierungen zu Forschungsfragen in schriftlicher Form in einem „Knowledge-Café“ einzubringen. Gemäß der gewählten Strukturierung der Forschungsfelder wurden PinCards an sechs Metaplantafeln gesammelt (vgl. Abbildung 59).

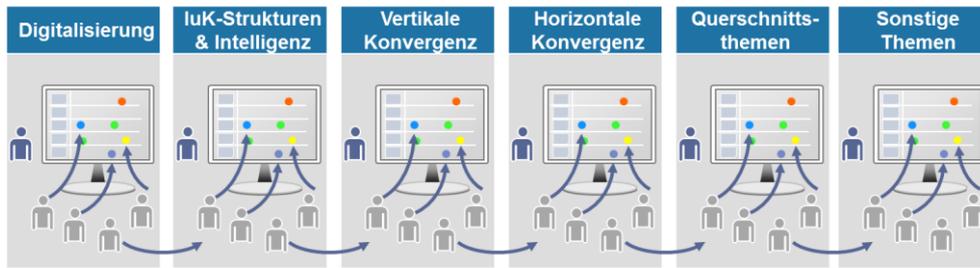


Abbildung 59: Konzept der Interaktionssession

Eine *domänen-* und perspektivenspezifische Zuordnung der PinCards zu den jeweiligen Forschungsfeldern sollte möglichst konkrete Formulierungen erfordern. Moderatoren unterstützen jeweils zusätzlich die Themenschärfung und Zuordnung zu den Forschungsfeldern.

In einer anschließenden Zusammenfassung wurde die Themenvielfalt der Forschungsfelder nach Schwerpunkten verdichtet, vorgestellt und diskutiert.

5.2.1.2.4 Ergebnisse und Diskussion im Rahmen Fachgesprächs

Die Ergebnisse des Fachgesprächs werden im Folgenden in einer quantitativen Übersicht dargestellt. Zusätzlich erfolgt eine Zusammenfassung der erkannten Schwerpunkte und der qualitativen Bewertungen in der Diskussion. Zudem wurden alle Aspekte der eingebrachten Themen detailliert in einer relationalen *IN-Datenbank* erfasst und in den Datenbestand des *IN-Frameworks* aufgenommen, um sie für die weiteren Auswertungen zu verwenden.

Quantitative Ergebnisauswertung

In der Summe wurden im Rahmen des Fachgesprächs 360 Aspekte erfasst und attribuiert: Bei den Kurzvorstellungen 55 Aspekte, bei der Konzeptdiskussion 77 Aspekte und im Rahmen der Interaktionssession 228 Aspekte.

Die folgenden Grafiken bieten einen Überblick zu den Inhalten, gegliedert nach der *IN-Framework-Logik*. Demnach wurde die Anzahl der Beiträge nach *Domänen*, Forschungsfeldern und Perspektiven ausgewertet (entsprechend der Zuordnung der Interaktionssession und darüber hinaus).

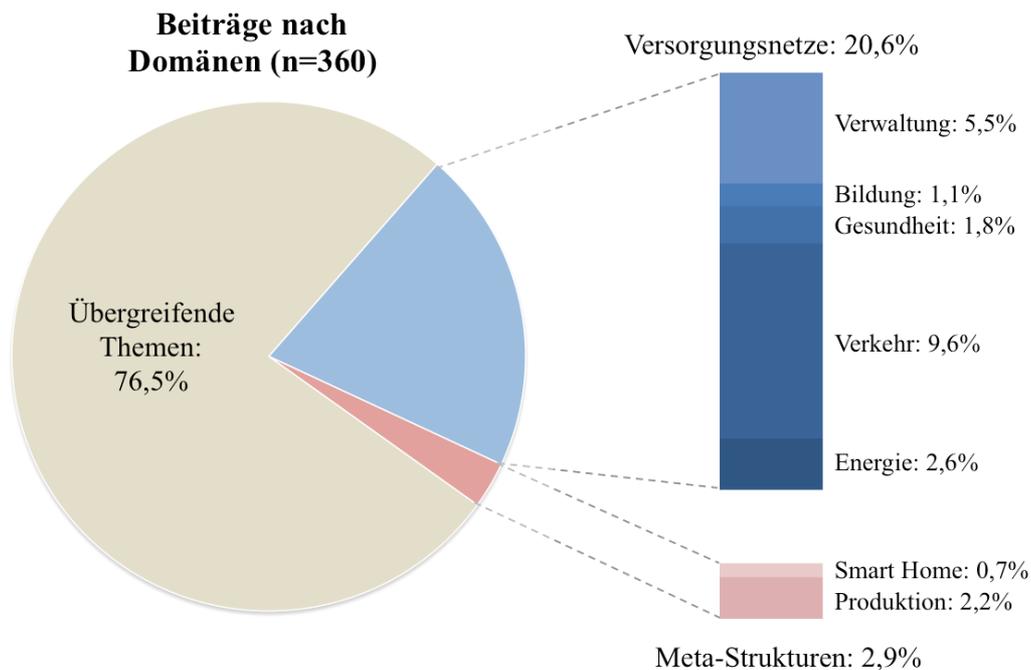
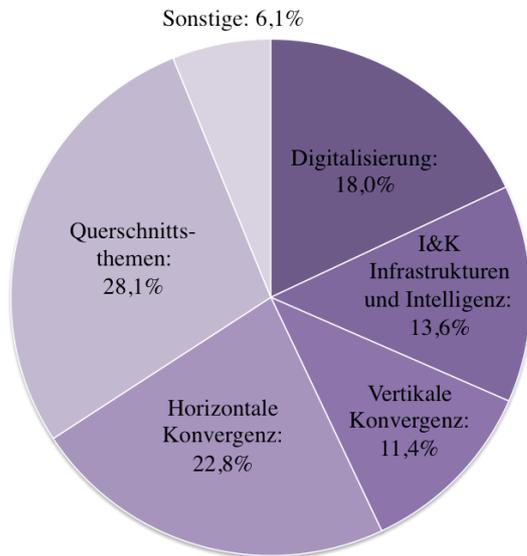


Abbildung 60: Auswertung der Fachgesprächsbeiträge nach Domänen

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Die *domänenspezifische* Auswertung (vgl. Abbildung 60) lässt erkennen, dass sich die Mehrheit der Beiträge auf *Versorgungsinfrastrukturen* bezogen (20,6%) und darin vor allem auf die *Domänen* Verkehr und Verwaltung. Allerdings wurden die meisten Beiträge (76,5%) keiner einzelnen *Domäne* zugeordnet und sind somit *domänenübergreifend* zu betrachten. Dies resultiert vor allem durch die Häufung der Beiträge in den Forschungsfeldern *Horizontale Konvergenz* und Querschnittsthemen, die per Definition *domänenübergreifend* sind (siehe Abbildung 61).

Beiträge nach Forschungsfeldern (n=360)



Beiträge nach Perspektiven (n=360)

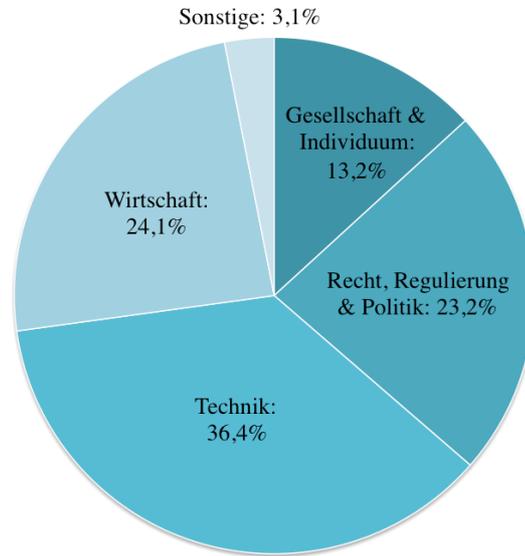


Abbildung 61: Auswertung der Fachgesprächsbeiträge nach Forschungsfeldern und Perspektiven

Eine Analyse der Beiträge des Fachgesprächs nach Perspektiven lässt einen deutlichen Schwerpunkt der Themen im Bereich der Technik erkennen (36,4%), gefolgt von Wirtschaft und Recht, Regulierung & Politik und letztlich Gesellschaft & Individuum. Die relativ niedrige Verortung von Beiträgen in Sonstige (in Forschungsfeldern und Perspektiven), lässt auf ein gutes Verständnis der Dimensionen des *IN-Frameworks* schließen.

Qualitative Ergebnisauswertung

Mit der folgenden Übersicht soll der direkte Eindruck nach der Themensammlung im Rahmen des Fachgesprächs erfasst und vermittelt werden. Der Vorstellung der Inhalte im Fachgespräch folgend, werden direkt erkennbare inhaltliche Schwerpunkte exemplarisch hervorgehoben und Auffälligkeiten benannt. Alle erwähnten Themen wurden im weiteren Verarbeitungsprozess in einer *IN-Datenbank* hinsichtlich des *IN-Frameworks* detailliert, mehrfach attribuiert, bewertet und in Beziehung gesetzt, um weitergehende Zusammenhänge zu erkennen und FuE-Themen zu generieren.

Eine erste übergreifende Auswertung aller Inhalte der Interaktionssession wird in folgender Abbildung durch eine Word Cloud illustriert (vgl. Abbildung 62).

5.2.2.2 Exemplarisches Zielbild und Überblick zur Analyse des Zukunftsatlas

Als Basis für eine anwendungsorientierte Ableitung von FuE-Themen wurden insgesamt 150 zukunftsorientierte *Zielbilder* in einem *Zukunftsatlas* gesammelt und analysiert. Je nach Studienverfügbarkeit konnten für die jeweiligen *Domänen* unterschiedlich viele *Zielbilder* gefunden werden. Eine Analyse und Verortung jedes *Zielbildes* gemäß der in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Kriterien des *IN-Frameworks* ermöglichte zudem eine grobe Einschätzung des durchschnittlichen Realisierungszeitpunktes, der durchschnittlichen *vertikalen Konvergenz* und der durchschnittlichen *horizontalen Konvergenz* des jeweiligen *Zielbildes*. Abbildung 65 veranschaulicht die Analyse und Verortung eines *Zielbildes* aus dem Bereich Verkehr mit dem Titel „The future of urban mobility: Social Transport“.

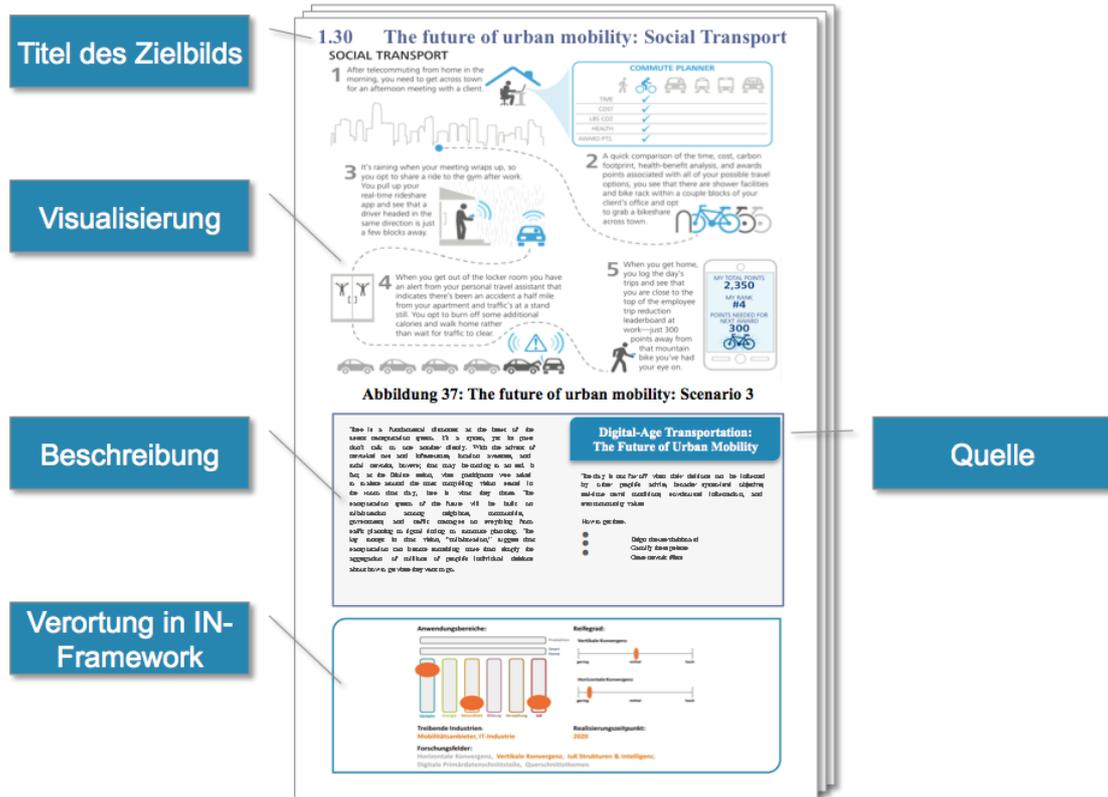


Abbildung 65: Exemplarisches Zielbild aus dem Bereich Verkehr

Für jedes Zielbild wurden dementsprechend zunächst die Quelle, der Titel, je nach Verfügbarkeit eine visuelle Darstellung und eine kurze Beschreibung des *Zielbildes* vermerkt. Anschließend wurde eine subjektive Verortung gemäß des *IN-Frameworks* nach enthaltenen *Domänen*, treibenden Industrien (Initiatoren der jeweiligen Studie), beinhalteten Forschungsfeldern, *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* (auf einer Skala von 0, nicht vorhanden, bis 1, maximal konvergent) und erwartetem Realisierungszeitpunkt vorgenommen. Ein wesentliches Ziel dieser Verortung war ein *domänenübergreifender* Vergleich dieser zentralen Kenngrößen, um *domänenspezifische* und *-übergreifende* Defizite und Wegbereiter zu identifizieren. Das Ergebnis der Verortung wird in Tabelle 5 zusammengefasst.

	Energie	Verkehr	Gesund- heit	Bildung	Verwal- tung	Smart Home	Produk- tion
Anzahl der Zielbilder	29	38	23	21	18	12	9
Realisierungs- zeitraum	2015- 2030	2015- 2040	2018- 2022	2015- 2020	2015- 2020	2015- 2017	2017- 2025
Ø Realisie- rungszeitraum	2022	2023	2020	2018	2019	2017	2020
Ø Vertikale Konvergenz (0-1)	0,59	0,53	0,64	0,42	0,50	0,56	0,56
Ø Horizontale Konvergenz (0-1)	0,16	0,13	0,04	0,01	0,01	0,25	0,11

Tabelle 5: Übersicht der untersuchten Zielbilder zur Ableitung von FuE-Themen

Demnach wurden die meisten *Zielbilder* im Verkehrsbereich gefunden. In den Bereichen *Smart Home* und Produktion konnten vergleichsweise wenige *Zielbilder* identifiziert werden. Der Zeitraum, in dem eine Realisierung der jeweiligen *Zielbilder* erwartet wird, erstreckt sich von heute bis maximal 2040 im Verkehrsbereich. Zusätzlich zu der hohen Anzahl an Studien im Verkehrsbereich existieren damit ebenso weitreichende Visionen. Deutlich realitätsnäher wurden die *Zukunftsbilder* im *Smart Home* Bereich konzipiert die maximal bis in das Jahr 2017 reichen. Ein Großteil der *Smart Home Zielbilder* befindet sich damit bereits heutzutage nahe der Umsetzung. Der durchschnittliche Realisierungszeitpunkt liegt *domänenübergreifend* trotz der großen zeitlichen Bandbreite ca. im Jahr 2020. Dies entspricht in etwa dem Zeithorizont der von dieser Studie erarbeiteten FuE-Themen.

Ein Vergleich der durchschnittlichen *vertikalen Konvergenz* zeigt, dass *Zielbilder* im Gesundheitsbereich durch relativ hohe *vertikale Konvergenz* geprägt sind (d.h. sie sind durch eine intensive Vernetzung verschiedenster Akteure des Gesundheitswesens geprägt). *Zielbilder* im Bildungsbereich sind dagegen relativ fragmentiert und beinhalten zumeist nur einzelne Aspekte des Bildungswesens (z.B. die Entwicklung eines digitalen Schulbuchs). Ein Vergleich der durchschnittlichen *horizontalen Konvergenz* verdeutlicht, dass *horizontal* konvergente Anwendungen zunächst verstärkt im Bereich *Smart Home* erwartet werden (d.h. eine *domänenübergreifende* Vernetzung von z.B. Energie und Verkehr durch dezentrale häusliche Stromerzeugung und den Verbrauch sowie die Speicherung durch Elektroautos im geparkten Zustand). Des Weiteren fällt auf, dass sich *Zielbilder* der Bildung und Verwaltung meist ausschließlich auf diese Bereiche beschränken und kaum Schnittstellen zu anderen Bereichen aufweisen. Zur Illustration und weiteren qualitativen Analyse der jeweiligen *Konvergenz* in und über die *Domänen* hinweg wurden die *Zielbilder* in einem Koordinatensystem hinsichtlich ihrer *vertikalen* und *horizontalen Konvergenz* verortet (siehe Abbildung 66). Die dafür verwendete Skala reicht von keiner *Konvergenz* (0), zu geringer *vertikaler* (zwischen zwei Bereichen einer *Domäne*, z.B. Grundschule und Hochschule im Bildungsbereich) und *horizontaler* (zwischen zwei *Domänen*, z.B. Energie und Verkehr) *Konvergenz* (0,25), zu mittlerer *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* (0,5) zwischen drei *Domänen*, zu hoher *vertikaler* und *horizontaler Konvergenz* (0,75) zwischen vier *Domänen* und zur theoretisch maximalen *vertikalen* und *horizontalen Konvergenz* (1) von mehr als vier *Domänen*.

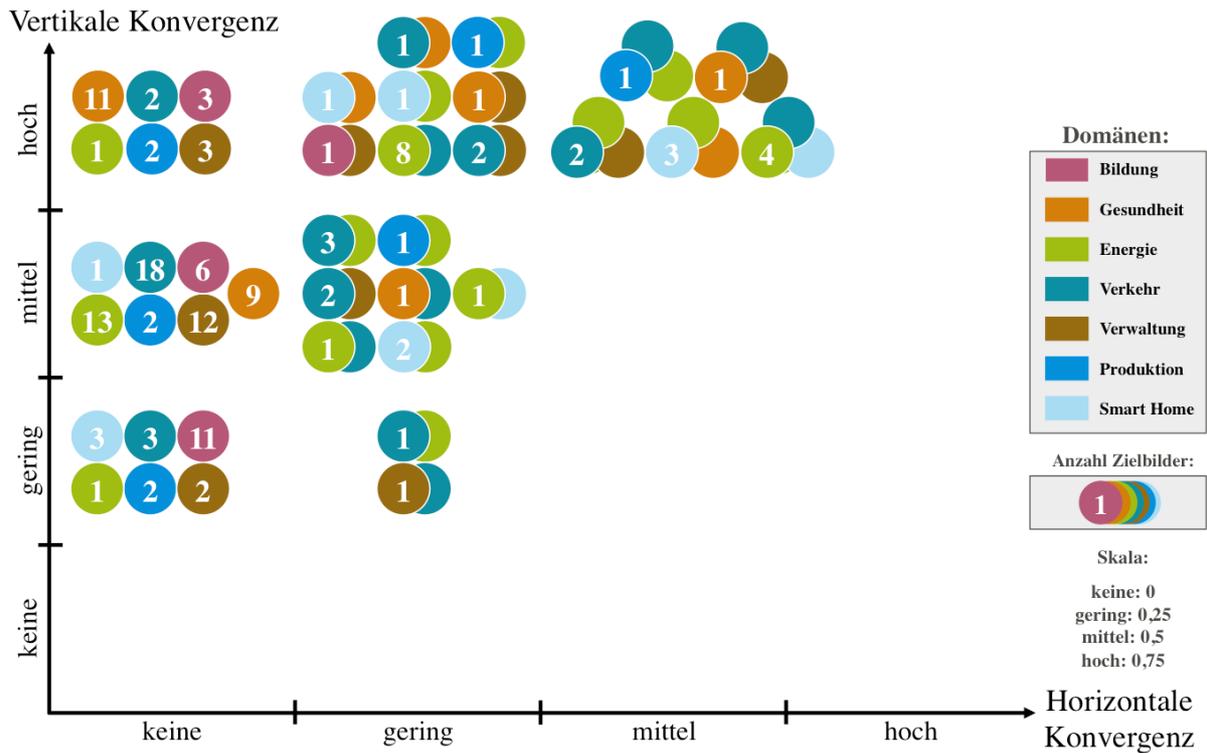


Abbildung 66: Verortung der Zielbilder nach vertikaler und horizontaler Konvergenz

Hinsichtlich der *vertikalen Konvergenz* der untersuchten *Zielbilder* ist auffällig, dass *Zielbilder* im Bildungsbereich überwiegend durch geringe *vertikale Konvergenz* (insg. 11 *Zielbilder*), *Zielbilder* in den Bereichen Verwaltung, Energie und Verkehr durch mittlere *Konvergenz* (jeweils insg. 12, 13 und 18 *Zielbilder*) und *Zielbilder* im Gesundheitsbereich durch hohe *vertikale Konvergenz* gekennzeichnet sind (insg. 11 *Zielbilder*). Im Bereich der gering *horizontalen Konvergenz* weisen vor allem *Zielbilder* in den Bereichen Energie und Verkehr Schnittstellen auf (insg. 10 *Zielbilder*). Dies ist insbesondere durch eine enge inhaltliche Verknüpfung der Themen Smart Grid und Elektromobilität zu erklären. Eine mittlere *horizontale Konvergenz* weisen vor allem *Zielbilder* mit Verknüpfung von Energie, Verkehr und *Smart Home* (insg. 4 *Zielbilder*) und *Smart Home*, Energie und Gesundheit (insg. 3 *Zielbilder*) auf. In beiden *Zielbildkombinationen* bilden *Smart Home* (Öko-)Systeme die Basis für darauf aufsetzende *horizontal konvergente Anwendungen* und Dienste.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die untersuchten *Domänen* zwar durch relativ hoch *vertikal konvergente Anwendungen* geprägt sind, es jedoch an mittel und vor allem an hoch *horizontal konvergenten Zielbildern* mangelt. Diese sind im Kontext *Intelligenter Netze und Dienste* voraussichtlich von besonderer Relevanz, da insbesondere *horizontal konvergente Anwendungen* hohe Effizienz einsparungen erwarten lassen und die Basis für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle bilden. Inhaltlich werden *horizontal konvergente Anwendungsszenarien* aktuell vor allem im Bereich Smart Cities diskutiert. Zur Förderung *horizontal konvergenter Anwendungen* sollten sich zukünftige Projekte im Bereich *Intelligenter Netze und Dienste* insbesondere an diesen Anwendungsszenarien orientieren. Dabei sollten jedoch nicht ausschließlich Städte, sondern auch ländliche Regionen betrachtet werden, die durch das Potenzial *Intelligenter Netze und Dienste* zur effizienten Flächendeckung einer besonderen Betrachtung bedürfen.

5.2.2.3 Ausblick: Horizontale Konvergenz

Die diskutierten *Zielbilder* zeigen bereits eine Vielzahl an Szenarien und Projekten, die insbesondere einen hohen Grad an *vertikaler Konvergenz* aufweisen können. Vollintegrierte, *horizontal konvergierende Visionen* sind jedoch noch in der Minderheit. Umso wichtiger ist es, den Fokus auf ein schnelles und dynamisches Herausbilden von *horizontaler Konvergenz* in *Intelligenten Netzen und Diensten* zu legen, da deren Potenziale die Ausmaße alleiniger *vertikaler Konvergenz* um ein Vielfaches übertreffen. Der MÜNCHNER KREIS (BMW, 2012) hat bereits in einer Arbeitsgruppe die Potenziale *Intelligen-*

ter Netze und Dienste qualitativ untersucht und in drei wesentliche Bereiche unterteilt. Dabei sind die folgenden Ergebnisse dem in der Projektgruppe entstandenen Orientierungspapier des MÜNCHNER KREIS (MK) – beinhaltet in der BMWi Studie zum Nationalen IT-Gipfel 2012 „Intelligente Netze: Potenziale und Herausforderungen“ (ebenda, 2012) – entnommen worden (siehe dazu auch Picot et al., 2013 und Picot et al., 2014). Projektspezifische Ergänzungen und Aktualisierungen wurden dabei in die Originalquelle eingearbeitet.

5.2.2.3.1 Potenziale isolierter Einsatzfelder

Zu den häufig genannten Potenzialen in den heute gebräuchlichen Infrastrukturfeldern zählen z. B. Verkehrssicherheit, effizientere und qualitativ bessere Gesundheitsversorgung, geringere Umweltbelastung, Effizienzgewinne in der Verwaltung oder auch verbesserte Kommunikation zwischen den Bildungsinstitutionen. Zu konkreten Zahlen sei an dieser Stelle auf die Ausführungen in der Metastudie des Fraunhofer-ISI (BMW, 2012) sowie die Ergebnisse der Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (vgl. Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c) verwiesen.

Neben diesen ohnehin schon erheblichen Potenzialen *Intelligenter Netze und Dienste* in den bekannten Einsatzfeldern sieht das MK-Orientierungspapier (BMW, 2012) weitere Potenzialfelder sowohl in einer Erweiterung als auch in einer Verknüpfung der bisher diskutierten Einsatz-/Infrastrukturfelder.

5.2.2.3.2 Potenziale durch Erweiterung der Einsatzfelder

Ausgehend von der zugrunde gelegten evolutionären Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* lassen sich die grundlegenden Entwicklungen mit neuen Prinzipien erweitern und auch auf andere Einsatz-/Infrastrukturbereiche übertragen. Hierzu zählt z.B. Smart Media und Broadcast zur Realisierung einer kapazitätsoptimierenden und zielgerichteten Verteilung von Inhalten über Intelligente *Infrastrukturen*. Dieses Beispiel lässt sich vielfältig ergänzen und erweitern. Letztlich bieten sich vor allem Bereiche, in denen bisher getrennte, proprietäre Systeme vorherrschen, an. Dort können *Intelligenter Netze und Dienste* zu neuen Anwendungen bzw. Verknüpfungen mit anderen Anwendungen zu nachhaltigem Zusatznutzen und zu hoher Effizienzsteigerung führen. Ansatzpunkte zur verbesserten Transparenz und Steuerung von Prozessen in (oder nahezu in) Echtzeit durch Vernetzung, Abbildung und Analyse von physischen und virtuellen bzw. immateriellen Elementen (Cyber Physical Systems; Internet der Dinge) bieten sich in vielen Feldern von Wirtschaft und Gesellschaft.

Gelingt es, diese etwa im Sinne einer allgemeinen Architektur und Modellüberlegungen geordnet und zugleich offen zu handhaben, können *Intelligente Netze und Dienste* zu einem erheblichen Nutzen führen.

5.2.2.3.3 Potenziale durch Verknüpfung der Einsatzfelder

Das MK-Orientierungspapier (BMW, 2012) empfiehlt auch die Betrachtung der sich durch die Kombination unterschiedlicher *Intelligenter Netze* ergebenden Potenziale. Ein Beispiel hierfür ist eine *Smart Factory*. Insbesondere auf Grund des hohen Automatisierungsdruckes einerseits sowie der im Zusammenhang mit *Industrie 4.0* erkennbaren Entwicklungen andererseits ergeben sich hier besondere Perspektiven. So geht z.B. Peter Bauer (Vorstandsvorsitzender der Infineon AG bis 30.9.2012) davon aus, dass „für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands Smart Grids aufgrund der Energiewende und Smart Factory aufgrund des hohen Industrialisierungsanteils und dem Druck zur Produktivitätserhöhung die wichtigsten Anwendungsfelder sind“ (Expertengespräch am 24.7.2012; vgl. BMW, 2012).

Konkrete Anhaltspunkte für Spillovers ergeben sich zudem beispielsweise durch die Kombination der *Domänen* Energie und Mobilität. Dies liegt nahe, da das Mobilitätsverhalten den Energieverbrauch in den Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und privaten Haushalten beeinflusst. Abbildung 67 zeigt auf der Basis der durchgeführten Expertenworkshops und Expertengespräche einen Überblick über die Wachstums- und Innovationspotenziale (hellblaue Zellen) und Synergiepotenziale (dunkelblaue Zellen), die durch die Verknüpfung der jeweiligen Bereiche zu erwarten sind.

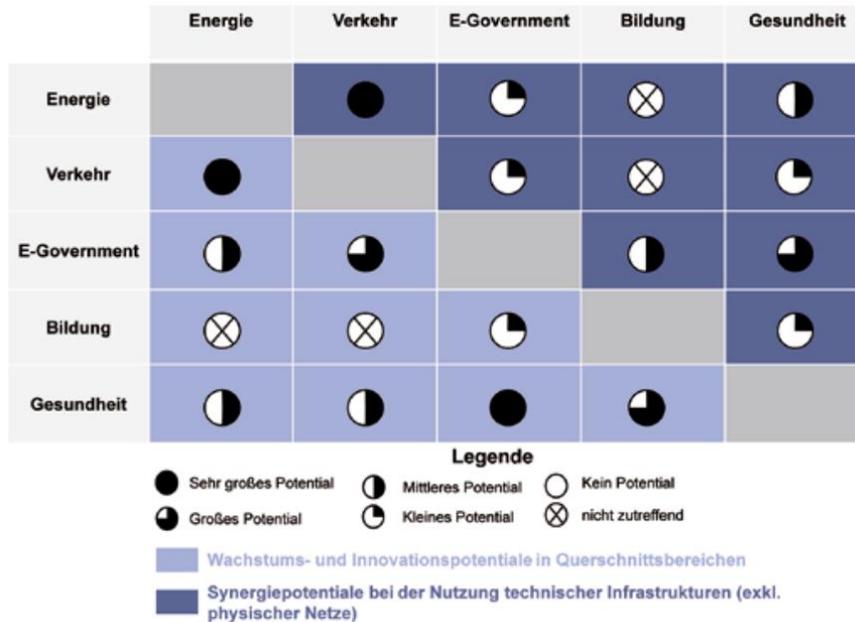


Abbildung 67: Verknüpfungspotenziale Intelligenter Netze und Infrastrukturen (BMW, 2012a)

Vor dem Hintergrund der angesprochenen Erweiterung der Anwendungsfelder ergeben sich zusätzliche neue Potenziale sicherlich z.B. auch aus der Verknüpfung zwischen Energie und *Smart Production*, da der dortige Automatisierungsdruck einen direkten Einfluss auf Verteilung und Verbrauch von Energie hat. Als weiteres wichtiges übergreifendes Anwendungsfeld ist schließlich das Konzept *Smart City* (vgl. u.a. Fraunhofer Fokus, 2014) zu sehen, das verschiedene *Intelligente Netze* und *Infrastrukturen* (Verkehr, Wasserversorgung, Energie etc.) verknüpft und deren wesentlichen Potenziale insbesondere durch diese Verknüpfung entstehen.

Vor dem Hintergrund der evolutionären Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* – ausgehend von ihren Architektur- und Modellimplikationen sowie ausgehend von den vorgestellten drei Ansatzpunkten für die Entstehung von Potenzialen – isolierte Einsatzfelder sowie Erweiterung und Verknüpfung – sollen einige qualitative Potenziale *Intelligenter Netze* benannt werden:

- **Übergreifend agieren**
 Für Unternehmen ergeben sich sowohl in den einzelnen, voneinander isolierten Einsatzfeldern als auch in ihrer Erweiterung und Verknüpfung vielfältige Ansatzpunkte für die Entwicklung innovativer oder gar disruptiver Produkte und Dienstleistungen. So ist es z.B. gewiss zweckmäßig, Synergien zwischen Verkehrssteuerung und Energiebereitstellung zu nutzen.
- **Globale Technologieführerschaft aufbauen**
 Aus der Sicht des Industriestandortes Deutschland kann eine Vorreiterrolle im Hinblick auf *Intelligente Netze und Dienste* zu vielversprechenden Innovationen führen, welche die deutsche Wettbewerbsposition stärken und ferner zu Internationalisierungseffekten führen können. Gleichzeitig wird die Rolle der deutschen Industrie als Wegbereiter für neue Schlüsseltechnologien (insbesondere in der Mikroelektronik, Service Data Management, Datensicherheit, CyberSecurity) gestärkt.
- **Positive gesellschaftliche Effekte nutzen**
 Aus gesellschaftlicher Sicht können durch den Einsatz *Intelligenter Netze und Dienste* natürliche Ressourcen geschont werden und zudem durch verbesserte Koordination und Automatisierung die Lebensqualität gesteigert werden. Diese Verbesserungen können einen wesentlichen Ausgangspunkt für gesellschaftliche Innovationen im Hinblick auf neue Herausforderungen (z.B. demografische Entwicklung, Gesundheitsversorgung im Alter und auf dem Land) darstellen.

5.2.2.5 Ableitung eines Anforderungskatalogs auf Basis der konsolidierten Zielbilder

Auf Basis der konsolidierten *Zielbilder* wurden für jede *Domäne* bestimmte Anforderungen aus den *Zielbildern* entnommen bzw. abgeleitet, die einen möglichst engen bzw. relevanten Bezug zu *Intelligenten Netzen und Diensten* aufweisen. Die jeweiligen Anforderungen sind in Anhang 6.5 nach *Domänen* (z.B. Verkehr, siehe Anhang 6.5.1) und *Zielbildern* (z.B. im Bereich Verkehr eine Multimodale Verkehrsnutzung durch Kompatibilität und Transparenz, siehe Anhang 6.5.1.1) gelistet. Zur Realisierung des beispielhaften *Zielbilds* „Multimodale Verkehrsnutzung durch Kompatibilität und Transparenz“ im Bereich Verkehr existieren demnach u.a. folgende Anforderungen:

- **Vernetzter, sicherer und uneingeschränkter Datenaustausch:** Sicherer und uneingeschränkter Datenaustausch zur verkehrsträgerspezifischen und intermodalen Mobilitätsplanung und -durchführung sowie die intelligente Verkehrssteuerung. Dies führt zu einer Entlastung aller Nutzer und zu einer erleichterten Teilnahme am Verkehr durch dahinter stehende komplexe Systeme. Alle Marktbeteiligten kennen ihre Lieferverpflichtung für Basisdaten im Rahmen einer abgestimmten Architektur (Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c).
- **Schaffung eines „Systems der Systeme“:** Ganzheitliche Planung eines Systems das Nutzer ermöglicht, schnell und einfach von „A“ nach „B“ zu kommen, unabhängig von Mode und Service Provider (Fishman, 2012).
- **Ubiquitäre Konnektivität:** Verbindung innerhalb des Transportsystems zwischen den Fahrzeugen (V2V) sowie zwischen den Fahrzeugen und der umgebenden *Infrastruktur* (V2I) und zwischen den Transportsystemen und deren Nutzer (Fishman, 2012).
- **User-Zentriertes-Paradigma:** Anpassung des Systems nach den Nutzerpräferenzen, seinen Bedürfnissen, Prioritäten, Datenströmen und dynamischen Interaktionen (Fishman, 2012).
- **Plattformentwicklung: Mobility-App/Mobilitätsassistent:** Multimodale Reiseplanung („Multimodal Pre-Trip Planning“, Böhm et al., 2012) ermöglicht den Einsatz unterschiedlicher Verkehrsmittel von Start- bis zum Zielort zu planen und online alle nötigen Buchungen inklusive Park- und Sitzplätze mit einer einzigen Transaktion vornehmen. Die integrierte Planung über alle Verkehrsträger macht Reisen stressfreier und reduziert häufig auch die Transferzeiten (MÜNCHNER KREIS, 2011)

Der gesamte Katalog umfasst folgende Anzahl an Anforderungen, gegliedert nach *Domänen* (siehe Anhang 6.5):

- Verkehr: 78 Anforderungen
- Energie: 30 Anforderungen
- Gesundheit: 28 Anforderungen
- Bildung: 74 Anforderungen
- Verwaltung: 22 Anforderungen
- *Smart Home*: 10 Anforderungen
- Produktion: 33 Anforderungen

Die Anzahl der identifizierten Anforderungen pro *Domäne* sollte nicht mit der Komplexität zur Erfüllung der *Zielbilder* gleichgesetzt werden. Eine geringe Anzahl an Anforderungen ist hauptsächlich der begrenzten Studienverfügbarkeit bzw. Zugänglichkeit im Rahmen dieses Projekts zuzuschreiben.

Im Folgenden wurde der Anforderungskatalog für einen Abgleich des Soll-Zustands (Anforderungen zur Realisierung eines *Zielbilds*) mit dem heutigen Ist-Zustand gemäß der Logik des *IN-Frameworks* (siehe Kapitel 2.3.2) verwendet. Auf Basis des daraus resultierenden Deltas wurden anschließend FuE-Themen abgeleitet.

5.3 Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Eine erste Qualifizierung von FuE-Themen aus dem Bereich „*vertikale* und *horizontale* technische *Konvergenz*“¹⁰ ermöglichen“ wurde im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Workshops durch Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik geleistet (siehe Kapitel 5.3.1). Alle weiteren FuE-Themen wurden im Anschluss an den Workshop durch den Forschungsverbund qualifiziert (siehe Kapitel 5.3.2). Der Qualifizierungsprozess von FuE-Themen beinhaltete die Diskussion und subjektive Quantifizierung der Komplexität, der zeitlichen Realisierbarkeit sowie der Relevanz hinsichtlich der Erfüllung zukünftiger Anforderungen.

5.3.1 Ablauf und Erkenntnisse des MÜNCHNER KREIS Workshops

Im Folgenden werden zunächst die Zielsetzung und der Ablauf des MÜNCHNER KREIS Workshops beschrieben (siehe Kapitel 5.3.1.1). Anschließend folgt eine Zusammenfassung der Expertendiskussion zu ausgewählten FuE-Themen aus dem Bereich „*vertikale* und *horizontale* technische *Konvergenz* ermöglichen“ (siehe Kapitel 5.3.1.2). Abschließend werden die Konzeption und Ergebnisse der Interaktionssession (siehe Kapitel 5.3.1.3) vorgestellt. Eine Auswertung des schriftlichen Feedbacks der Teilnehmer ist in Anhang 6.9 zu finden.

5.3.1.1 Zielsetzung und Ablauf des Workshops

Am 7.7.2014 veranstaltete der MÜNCHNER KREIS als Partner innerhalb des Forschungsverbunds *Intelligente Infrastrukturen* und Netze im Rahmen des vom BMWi beauftragten Projekts zum Thema „Informations- und Kommunikationstechnologien als Treiber für die *Konvergenz* intelligenter *Infrastrukturen* und Netze – Analyse des FuE-Bedarfs“ im Freskensaal der Ludwig-Maximilians-Universität München von 10:00 Uhr bis 16:00 Uhr einen Expertenworkshop.

Neben dem inhaltlichen Teil, in dem die Mitglieder des Forschungsverbunds vorrangig die bis dahin gewonnenen Projektergebnisse vorstellten, erhielten die teilnehmenden Experten in einem interaktiven Teil die Möglichkeit, an der Qualifizierung der ihnen zuvor vorgestellten Forschungs- und Entwicklungsthemen zu partizipieren. Die Agenda des Workshops ist in Anhang 6.6 enthalten.

Zielsetzung des Workshops

Das vorrangige Ziel des Workshops lag darin, die vom Forschungsverbund entwickelten FuE-Themen einem breiten, heterogenen Expertenkreis vorzustellen, zu diskutieren und anschließend im Rahmen einer Interaktionssession Impulse für die Qualifizierung dieser Themen zu gewinnen. Dabei wurden die Teilnehmer gebeten, vor dem Hintergrund ihrer spezifischen Expertise die zuvor vorgestellten FuE-Themen anhand der Dimensionen Komplexität und Zeit zu bewerten und ihre Entscheidung im Anschluss zu begründen. Insgesamt lagen 52 Anmeldungen für diesen Workshop vor.

Ablauf des Workshops

Der Expertenworkshop gliederte sich in die nachfolgend beschriebenen Schritte:¹¹

Zu Beginn erfolgte die Begrüßung durch Herrn Jens Brinckmann, der das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie als Auftraggeber des Projekts vertrat. Im Anschluss bekräftigten Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot (LMU) als Leiter des Forschungsverbunds *Intelligente Infrastrukturen* und

¹⁰ Im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Workshops wurde aufgrund zeitlicher Restriktionen nur eine Teilmenge aller FuE-Themen qualifiziert und priorisiert. Diese Beschränkung auf FuE-Themen im Bereich *Vertikale* und *horizontale Konvergenz* ermöglichen wurde in Abstimmung mit dem BMWi getroffen.

¹¹ Vor dem offiziellen Beginn des Workshops wurde den Teilnehmern die Möglichkeit zum informellen Gedankenaustausch gegeben. Zur Schaffung eines passenden Rahmens sowie zur Anregung von Gesprächen wurde auf Stellwänden eine Sammlung diverser Zukunftsbilder zum Thema *Intelligente Netze* (der sog. *Zukunftsatlas*) ausgestellt.

Netze sowie Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer als Vorstandsmitglied des MÜNCHNER KREIS in ihren einleitenden Worten insbesondere die Relevanz der Projektthematik.

Neben der Kurzvorstellung der am Projekt beteiligten Konsortialpartner präsentierte Frau Dr. Rahild Neuburger (MÜNCHNER KREIS) den Workshop-Teilnehmern die Ihnen zur Verfügung gestellten Arbeits- und Schreibmaterialien, bevor ein Überblick über die wesentlichen Projektphasen mit den a priori definierten Meilensteinen gegeben wurde.

Joachim Sedlmeir (LMU) und Stefan Hopf (LMU) stellten dem Plenum anschließend die Methodik zur Generierung spezifischer FuE-Themen und -Bedarfe vor, die sich in fünf konsekutive Teile untergliedern lässt: (I) Definition und dynamische Betrachtung *Intelligenter Netze*, (II) Integration der Ergebnisse des MK-Fachgesprächs, (III) *Zukunftsatlas* – Anwendungspotenziale mit Ableitung eines Anforderungskatalogs, (IV) Ableitung des FuE-Bedarfs und (V) Handlungsempfehlungen.

Im nächsten Schritt erfolgte die Vorstellung der FuE-Themen. Prof. Dr. Nico Grove (IEM) erklärte den strukturellen Aufbau der ausgearbeiteten FuE-Themen und gab einen umfassenden Überblick über die 34 Themen, die sich in die fünf Kategorien (I) Technische *Konvergenz*, (II) Ökonomische Potenziale, (III) Ordnungsrahmen, (IV) Akzeptanz und (V) Umsetzungsstrategien untergliedern lassen.

Aufgrund ihrer hohen Spezifität und ihrer maßgeblichen Bedeutung zur Realisierung von *Intelligenten Netzen und Diensten* wurden die FuE-Themen aus dem Cluster (I) Technische *Konvergenz* in Tiefe von den Konsortialmitgliedern Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kellerer (TUM), Dr. Bernd Wiemann (deep innovation) und Dr. Robert Diemer (deep innovation) vorgetragen. Neben der Motivation zur Betrachtung des jeweiligen Themas wurde der konkrete FuE-Bedarf sowie die potenziellen Ergebnisse vorgestellt, die eine Realisierung des FuE-Themas mit sich bringen. Bereits während dieser Präsentation erhielt das Plenum die Möglichkeit, Fragen einzubringen und mögliche Diskussionspunkte anzusprechen. Die Wortmeldungen zu den entsprechenden FuE-Themen werden gesondert in Kapitel 5.3.1.2.1 behandelt.

Nach einer kurzen Einführung mit anschließender Erklärung zum Ablauf der Interaktionssession durch Jens-Rainer Jänig (mc-quadrat) wurden die am Workshop teilnehmenden Experten darum gebeten, für die zuvor vorgestellten FuE-Themen aus dem Bereich Technische *Konvergenz* hinsichtlich der Dimensionen *Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung* und *Komplexität der Umsetzung* erste Impulse für eine Qualifizierung der Themen zu geben, um in der anschließenden Schlussrunde durch Abgabe eines Statements, welches FuE-Thema aus subjektiver Sicht von besonderer Relevanz ist, eine persönliche Priorisierung vornehmen zu können.

Zum Ende des Workshops hielt Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot (LMU) das Schlusswort. Nach den dankenden Worten an alle Teilnehmer und Verantwortlichen des Workshops betonte Prof. Picot erneut die Bedeutung der Projektthematik und ging darüber hinaus auf zentrale Aspekte der *Intelligenten Netze und Dienste* ein, die u.a. in der zuvor stattgefundenen Diskussion erörtert wurden.

Folgende Punkte wurden dabei angesprochen:

- Die Bedeutung von Pfadabhängigkeiten in der (Neu-)Entwicklung von Strukturen und Konzepten
- Die Frage der Herangehensweise: Bottom-up vs. Top-down
- Die Wichtigkeit, Themen aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten
- Die Bedeutung von Referenzarchitekturen
- Die Relevanz der SDNs und der Virtualisierung im Allgemeinen
- Die Entscheidung, wo *Intelligenz* angesiedelt werden soll
- Der Umgang mit unterschiedlichen Interessen und Ängsten zur Steigerung von Akzeptanz
- Die Bedeutung von Markt- und Monopolfragen

Die folgende Abbildung 76 zeigt die inhaltliche Struktur des Workshops im Überblick.



Abbildung 76: Ablauf des Workshops

5.3.1.2 Vorstellung und Diskussion der Forschungs- und Entwicklungsthemen

Ein wesentliches Ziel des Workshops war es, die vom Forschungsverbund Intelligente *Infrastrukturen* und Netze erarbeiteten FuE-Themen einem möglichst heterogenen Expertengremium vorzustellen und im Anschluss diese Themen umfassend zu diskutieren.

5.3.1.2.1 FuE-Themen aus dem Bereich *Vertikale* und *horizontale* technische Konvergenz ermöglichen mit Diskussion im Plenum

Nach dem generellen Überblick wurden die Themen aus dem Bereich *Vertikale* und *horizontale* technische *Konvergenz* ermöglichen (insg. 12 FuE-Themen) in der zuvor vorgestellten Beschreibungsstruktur (die Beschreibungsstruktur wird zu Beginn von Kapitel 3 erklärt) durch Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kellerer (TUM), Dr.-Ing. Bernd Wiemann (deep innovation) und Dr.-Ing. Robert Diemer (deep innovation) vorgetragen und in Tiefe erläutert. Die Gründe für die Auswahl dieses Themenclusters waren neben des begrenzten zeitlichen Rahmens vor allem die hohe Spezifität sowie die maßgebliche Bedeutung dieser FuE-Themen zur Realisierung von *Intelligenten Netzen und Diensten*.

Zeitgleich mit der Vorstellung der Themen wurde dem Plenum Gelegenheit gegeben, mit den vortragenden Konsortialmitgliedern in Interaktion zu treten, Fragen zu stellen sowie über die vorgestellten FuE-Themen zu diskutieren.

Nachfolgend wird ein Überblick über die von den Teilnehmern zu den jeweiligen FuE-Themen geäußerten Anmerkungen und Fragen gegeben:

Thema 1: Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln und ihre Rolle als kritische Faktoren für die zukünftige Entwicklung unterstützen

a) Fragen:

Die erste Frage aus dem Plenum zu diesem Thema bezog sich auf die Thematik Netzsicherheit und ob nach Meinung des Forschungsverbunds darunter z.B. auch der Datenschutz fällt.

Beantwortet wurde die Frage mit dem Argument, dass ein sehr breites Verständnis von Netzsicherheit verfolgt wird, worin auch der Datenschutz eine entscheidende Rolle einnimmt. Der Fokus wird in diesem FuE-Thema allerdings auf die technische Konvergenz gelegt. Zu Fragen der Netzsicherheit und des Datenschutzes wird insbesondere in FuE-Thema 12 eingegangen.

Die zweite Frage bezog sich darauf, wie der Zeithorizont zu verstehen ist, der später auch eine Dimension innerhalb des Qualifizierungsprozesses darstellt.

Die Antwort auf diese Frage lautete, dass die voraussichtliche Zeit bis zum Abschluss der Grundlagenforschung oder der ersten Implementierung abgeschätzt werden kann. Wichtig ist (insbesondere für den späteren Qualifizierungsprozess), dass die Abschätzung entsprechend begründet wird.

b) Sonstige Anmerkungen

Keine

Thema 2: Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien für Intelligente Netze und Infrastrukturen nutzbar machen

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit, dass „Netze“ in Zukunft neu betrachtet werden müssen
- Die Tatsache, dass die Thematik „Big Data“ zwar von hoher Bedeutung ist, jedoch in diesem FuE-Thema keine prominente Rolle einnehmen soll
- Die Notwendigkeit abzuschätzen, ob auf frühere Pilotprojekte zurückgegriffen werden kann oder ob komplett neue Ansätze zu entwickeln sind bzw. die Konzeption neuer Systeme überhaupt notwendig ist

Thema 3: Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von Software Defined Networking (SDN) und Netzwerkvirtualisierung entwickeln

a) Fragen:

Die erste Frage zu diesem FuE-Thema bezog sich auf die Notwendigkeit, ob die Existenz bereits bestehender *Infrastrukturen* – insbesondere bei der Bewertung der Komplexität im späteren Qualifizierungsprozess während der Interaktionssession – zu berücksichtigen ist.

Die Antwort auf diese Frage lautete, dass sämtliche Einflussfaktoren, die sich auf die Komplexität in der Umsetzung der FuE-Themen auswirken könnten, auch berücksichtigt werden sollen. So ist auch eine kostentechnische Bewertung von Relevanz.

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Die zweite Frage bezog sich auf eine mögliche Überlappung zum Thema Cloud-Computing und ob dieses Thema im Vordergrund stehen sollte. Zudem wurde nachgefragt, für wen primär eine flexible Gestaltung der Systemkomponenten gelten sollte – für Netzwerkadministratoren oder (aus geschäftlicher Sicht) für Unternehmer bzw. Investoren.

Auf diese Frage wurde geantwortet, dass Cloud-Computing hier nicht im Vordergrund stehen soll. Vielmehr müssen die Aspekte Flexibilität und Virtualisierung unter vielerlei Gesichtspunkten betrachtet werden.

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit, (Intelligente) Netze flexibel zu gestalten
- Die Notwendigkeit, Flexibilität als Schlüsselanforderung für *Konvergenz* anzusehen
- Die Tatsache, dass gegenwärtig die Anpassbarkeit der Netze zu gering erscheint
- Die Möglichkeit, Ressourcen durch Virtualisierung flexibel zu gestalten
- Die Notwendigkeit, die Programmierbarkeit der Netze genauer zu betrachten
- Den Bedarf, Techniken zum Management der Netze (Einrichtung & Verwaltung), das heute nur mit hoher Komplexität möglich ist, genauer zu analysieren und wesentliche Anforderungen für eine einfache Umsetzung innerhalb der *Domänen* zu bestimmen

Thema 4: System-Software-Architekturen für große Versorgungsinfrastrukturen vor dem Hintergrund der Potenziale durch die IuK-induzierte Evolution des System-, Daten- und Prozessmanagements in und um Versorgungssysteme weiterentwickeln

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit zu prüfen, ob eine Systemarchitektur für Versorgungsstrukturen denkbar ist
- Die Notwendigkeit, eine Top-down Softwarearchitektur zu betrachten
- Die Notwendigkeit, eine grundlegende Software-Architektur nach dem Muster einer Art Softwareplattform zu entwerfen
- Die Notwendigkeit, den Gründen für die Existenz vieler unterschiedlicher Systeme nachzugehen
- Die Notwendigkeit zu prüfen, ob bestehende Versorgungssysteme neu strukturiert werden sollen

Thema 5: Übergreifende Konzeptionen zur Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle erarbeiten und exemplarisch zum Einsatz bringen

a) Fragen:

Die einzige Frage zu diesem FuE-Thema zielte darauf ab zu klären, wie der zeitliche Horizont bis zum Roll-out von Gesamtsystemen einzuschätzen ist. Der Grund für diese Frage war, dass die Beurteilung

von vielschichtigen Gesamtsystemen ungleich schwieriger erschien, als Einzelkomponenten zu betrachten.

In der Antwort wurde darauf hingewiesen, dass durchaus Kenntnis über diese Schwierigkeit besteht, jedoch bei der Beurteilung des Zeithorizonts bis zur Implementierung diejenigen Aspekte zusammengeführt werden sollten, deren Schnittmenge so groß wie möglich sein wird. Ansonsten kann auch ein komplexes, vielschichtiges Problem in seine Einzelkomponenten geteilt werden, um diese im Anschluss getrennt zu bewerten.

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit, eine valide und verlässliche Datenbasis zu schaffen
- Die große Bedeutung eines adäquaten Managements der Primärdatenschnittstellen
- Die Notwendigkeit, explizit einen Anforderungskatalog zur Erreichung *horizontaler Konvergenz* zu erarbeiten

Thema 6: Bereichsspezifische und übergreifende Referenzarchitekturen erstellen und hinsichtlich Konvergenz auslegen

a) Fragen:

Die einzige Frage zu diesem Thema bezog sich auf das Verhältnis der einzelnen FuE-Themen zueinander. Im konkreten Fall zu diesem FuE-Thema 6 wurde nachgefragt, welcher Bezug zum Thema 4 besteht (Referenzarchitektur/Softwarearchitektur).

In der Antwort wurde darauf hingewiesen, dass die FuE-Themen teilweise miteinander in Beziehung stehen und ineinander greifen; jedoch wurde darauf geachtet, dass jedes einzelne FuE-Thema einen spezifischen Schwerpunkt behandelt.

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit, Referenzsysteme heranzuziehen, um beispielsweise neue Forschungsergebnisse einarbeiten zu können
- Die Notwendigkeit, möglichst alle Anwendungssektoren zu überdecken
- Die Notwendigkeit, Systeme zu vereinheitlichen, um ein Zusammenspiel zu ermöglichen
- Die Notwendigkeit, Referenzarchitekturen zu Meta-Architekturen zusammenzufassen
- Die Notwendigkeit, nicht Netze und ihre Steuerung getrennt zu betrachten, sondern vielmehr ein integriertes Netzmanagement zu entwickeln und zu analysieren

Thema 7: Geeignete Datenmanagementsysteme entwickeln und deren Anforderungen erarbeiten

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Relevanz geeigneter Datenmanagement-Systeme
- Die Notwendigkeit zur Schaffung des Bewusstseins, dass Daten nicht nur zu erfassen, sondern auch bereitzustellen sind

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

- Die Notwendigkeit zu klären, welche Daten über *Domänen* und Funktionen hinweg genutzt werden können
- Die Relevanz von Realzeit-Daten zu berücksichtigen und dabei zu klären, welche Daten zu welchem Zeitpunkt bereitzustellen sind
- Die Notwendigkeit, ein Gesamtbild der Daten bekommen

Thema 8: Übergreifende und durchgehend drahtlose Vernetzung sicherstellen

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit des ubiquitären Zugriffs auf Netzen (unabhängig von Ort und Zeit)
- Die Tatsache, dass aktuell die Technik zu stark auf Bereichsspezifika fokussiert
- Die Frage, ob sich Netze unterschiedlich gut für die einzelnen *Domänen* und für die *vertikale/horizontale Konvergenz* eignen
- Die Erkenntnis, dass die Betrachtung der Industriekommunikation (z.B. M2M-Communication) eine zentrale Stellung einnehmen soll
- Die Notwendigkeit zu prüfen, wie Endgeräte zur Echtzeitkommunikation beitragen können

Thema 9: Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenzfunktionen in den Verbundnetzen und Strategien des Intelligenzmanagements und der Intelligenzverteilung erarbeiten

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Tatsache, dass sich die Konzepte dynamisch entwickeln werden
- Die Erkenntnis, dass ein Zusammenwirken von intelligenten Teilprozessen zu beobachten ist
- Die Notwendigkeit zu klären, wie technische Intelligenzmodule beschrieben werden können
- Die Erkenntnis, dass vor allem bei verteilten Netzen untersucht werden muss, welche Art der Optimierung erreicht werden kann

Thema 10: Querschnittsfunktionalitäten identifizieren, modellieren und bewerten

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die hohe Bedeutung der Benutzeridentifikation, des Gerätemanagements in Verbindung mit zuverlässigen, übergreifenden Abrechnungs- und Bezahlssystemen (Basisfunktionalitäten)

- Die Notwendigkeit, ein zuverlässiges Identitätsmanagement einzuführen (um welche Person handelt es sich und welche Rechte hat diese Person?)
- Die Notwendigkeit zu klären, mit welchen Geräten auf spezifische Dienste zugegriffen werden kann

Thema 11: Notwendige Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren definieren und bewerten

a) Fragen

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Notwendigkeit, der Thematik Standardisierung eine zentrale Stellenwert zuzuschreiben
- Die Notwendigkeit, Schnittstellen & Prozesse für die Realisierung der *Konvergenz* zu standardisieren und dies von Beginn der Entwicklung an zu berücksichtigen
- Die Notwendigkeit zu prüfen, welche Rolle Open Source Software bei der Standardisierung spielt
- Die Notwendigkeit zu klären, wie ein *Intelligentes Netz* geschaffen werden kann
- Die Notwendigkeit, Vergleichbarkeit zu schaffen (gibt es Vergleichbarkeit/Metriken für Sicherheit?)

Thema 12: Gesamtsystemische Resilienz entwickeln

a) Fragen:

Keine

b) Sonstige Anmerkungen

Die Anmerkungen zu diesem FuE-Thema bezogen sich primär auf:

- Die Erkenntnis, dass die Gesellschaft Sicherheit der Funktionalität braucht und erwartet
- Die Relevanz von Risikobewertungen für Teilsystemen
- Die Notwendigkeit, Mindeststandards zu definieren
- Die Relevanz der *Resilienz* für (neue) Systemkonzepte

5.3.1.3 Interaktionssession

5.3.1.3.1 Konzeption der Interaktionssession – Teil I: Qualifizierung von FuE-Themen nach Komplexität und Zeit

Die am Workshop teilnehmenden Experten wurden im Rahmen der Interaktionssession darum gebeten, für die zuvor vorgestellten FuE-Themen aus dem Bereich Technische *Konvergenz* ihre Einschätzung zur *Komplexität in der Umsetzung* und zum *Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung* einzubringen. Die Intention dieser Vorgehensweise war, über diese beiden Dimensionen erste Tendenzen für eine Qualifizierung der Themen abzuleiten.

Um die Einschätzungen der Teilnehmer später im Kontext ihres beruflichen/institutionellen Hintergrunds auswerten zu können, wurde das Plenum gemäß seiner fachlichen Expertise in drei Gruppen untergliedert: Entsprechend ihrer Zugehörigkeit als Vertreter aus Wirtschaft (grün), Wissenschaft

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

(blau) und Politik (gelb) erhielt jeder Teilnehmer ein Namensschild mit der zugehörigen farbigen Markierung. Ebenso entsprachen die in den Mappen enthaltenen Arbeitsmaterialien (Punkte, Notizblätter), die den Teilnehmern vor Beginn des Workshops ausgehändigt wurden, der genannten farblichen Einteilung.

Für jedes der zwölf vorgestellten FuE-Themen aus dem Bereich Technische *Konvergenz* wurde auf Metaplantafeln ein Koordinatensystem abgebildet, das durch die Dimensionen Zeit (in den Stufen 2015, 2020, 2025) und Komplexität (in den Stufen niedrig, mittel, hoch) aufgespannt wurde. Zudem wurden Bereiche für die qualitative Begründung markiert (für eine schematische Darstellung, siehe Abbildung 77).

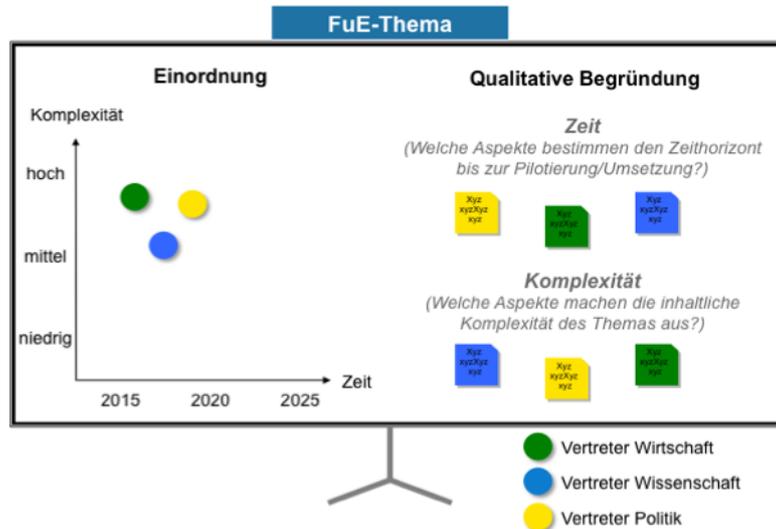


Abbildung 77: Konzeption der Metaplanwände

Im Folgenden wurden die Teilnehmer darum gebeten, für die jeweiligen FuE-Themen ihre farbigen Punkte in das Koordinatensystem einzusetzen, um so ihre subjektive Einschätzung bzgl. der Komplexität in der Umsetzung und zum Zeithorizont bis zur Pilotierung/Umsetzung abzugeben. Diese Entscheidung sollte zudem auf den dafür vorgesehenen farbigen Notizblättern – getrennt nach den beiden Dimensionen – stichpunktartig begründet werden.

Um diese Abschätzung für möglichst viele FuE-Themen leisten zu können, wurden die Teilnehmer gebeten, nach einigen Minuten zu rotieren und weitere Themen zu behandeln. Moderatoren aus dem Organisationsteam standen für inhaltliche und konzeptionelle Fragen bereit (siehe Abbildung 78).

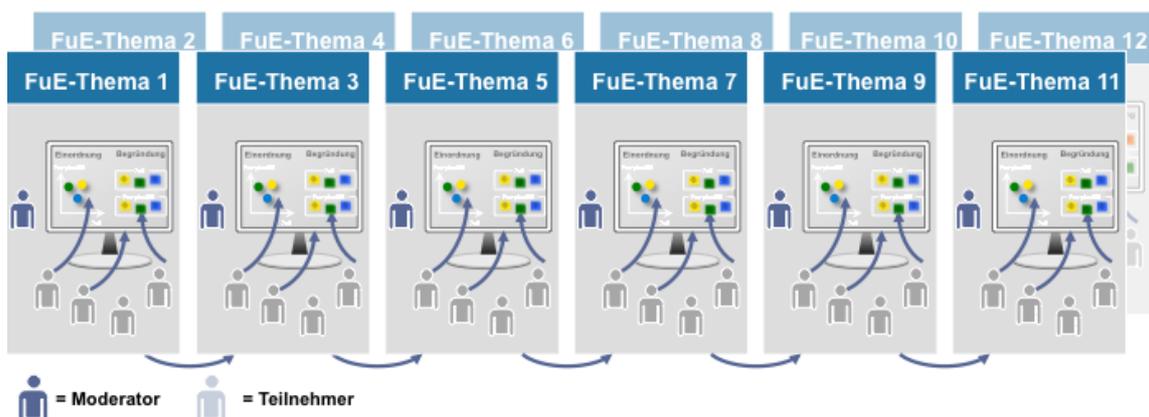


Abbildung 78: Rotation der Teilnehmer während der Interaktionssession

5.3.1.3.2 Quantitative Auswertung der FuE-Themenqualifizierung

Die Ergebnisse der FuE-Themenqualifizierung werden nachfolgend in einer quantitativen Übersicht dargestellt. In Summe wurden für die 12 FuE-Themen, die dem Plenum vorgestellt wurden und zusätzlich für das FuE-Thema 13, das als Platzhalter alle weiteren Themenvorschläge der Teilnehmer umfasst, 248 Antworten bzw. Aussagen zu Komplexität und Zeit auf den zur Verfügung gestellten Notizblättern vermerkt.¹² Davon stammten 133 Aussagen von Vertretern aus Wirtschaft, 90 Aussagen von Vertretern aus Wissenschaft und 25 Aussagen von Vertretern aus Politik (siehe Abbildung 79).

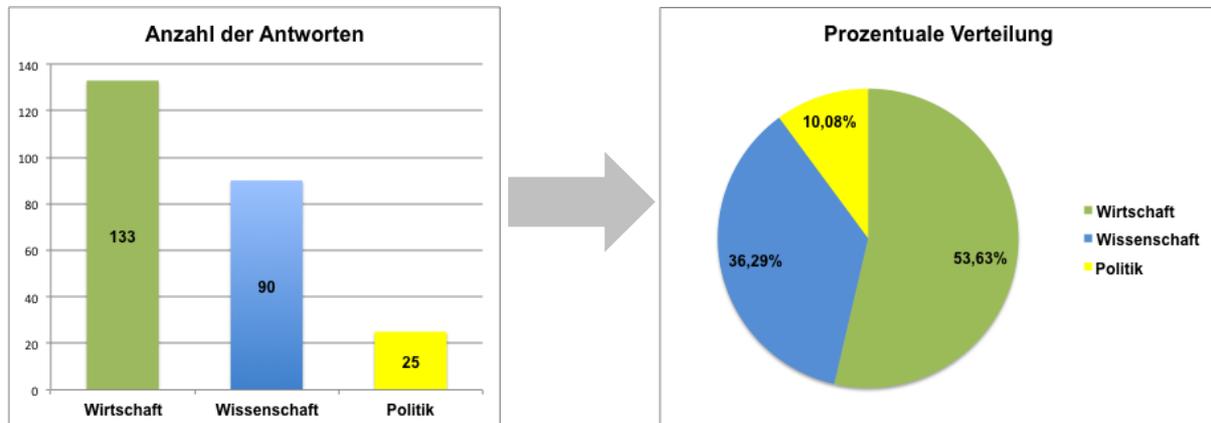


Abbildung 79: Anzahl der Aussagen in der FuE-Themenqualifizierung

Die Verteilung der abgegebenen Aussagen spiegelt damit ungefähr das Verhältnis von Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im Plenum wider.

Die Anzahl der Bewertungen¹³ für Komplexität und Zeithorizont variiert stark zwischen den einzelnen FuE-Themen. Die Streuung reicht von 13 Bewertungen für das FuE-Thema 9 (Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenzfunktionen) bis zu 27 Bewertungen für das FuE-Thema 1 (Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln). Verdeutlicht wird dies in Abbildung 80.

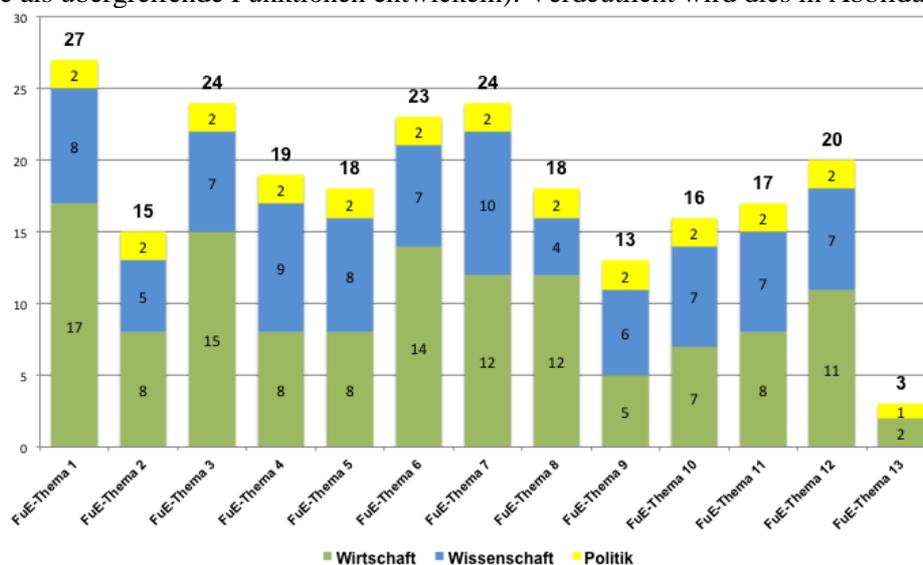


Abbildung 80: Anzahl der Bewertungen je FuE-Thema

¹² Die 248 Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die Anzahl der Begründungen, die auf den Notizblättern für die jeweiligen FuE-Themen verfasst wurden. Darin sind 11 Aussagen zu Komplexität und Zeit enthalten, für die jedoch vom entsprechenden Teilnehmer kein Punkt in das zugehörige Zeit-/Komplexitäts-Koordinatensystem verortet wurde.

¹³ Die Anzahl der Bewertungen bezieht sich auf die Punkte, die im Zeit-/Komplexitäts-Koordinatensystem von den Teilnehmern eingetragen wurden.

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Für jede Bewertung (d. h. für jeden Punkt in den Zeit-/Komplexitäts-Koordinatensystemen der jeweiligen FuE-Themen) wurden im Anschluss des Workshops die Koordinaten bestimmt und elektronisch erfasst. Zusätzlich zu einer grafischen Visualisierung lässt diese elektronische Erfassung Durchschnittsberechnungen zu, die später in den Qualifizierungsmaßnahmen des Forschungsverbunds in der Fortführung der Projektausarbeitung als Referenz herangezogen werden können.

In Anhang 6.7 werden für sämtliche Themen, die während des Workshops behandelt wurden, die quantitativen Informationen in Bezug auf die Qualifizierung nach Zeithorizont und Komplexität dargestellt. Eine Übersicht mit Erklärung der quantitativen Auswertung liefert Abbildung 81. Die digital erfassten qualitativen Begründungen zu den in das Zeit-Komplexitäts-Koordinatensystem eingesetzten Punkten (d.h. Bewertungen) sind im Anhang 6.8 zu finden.

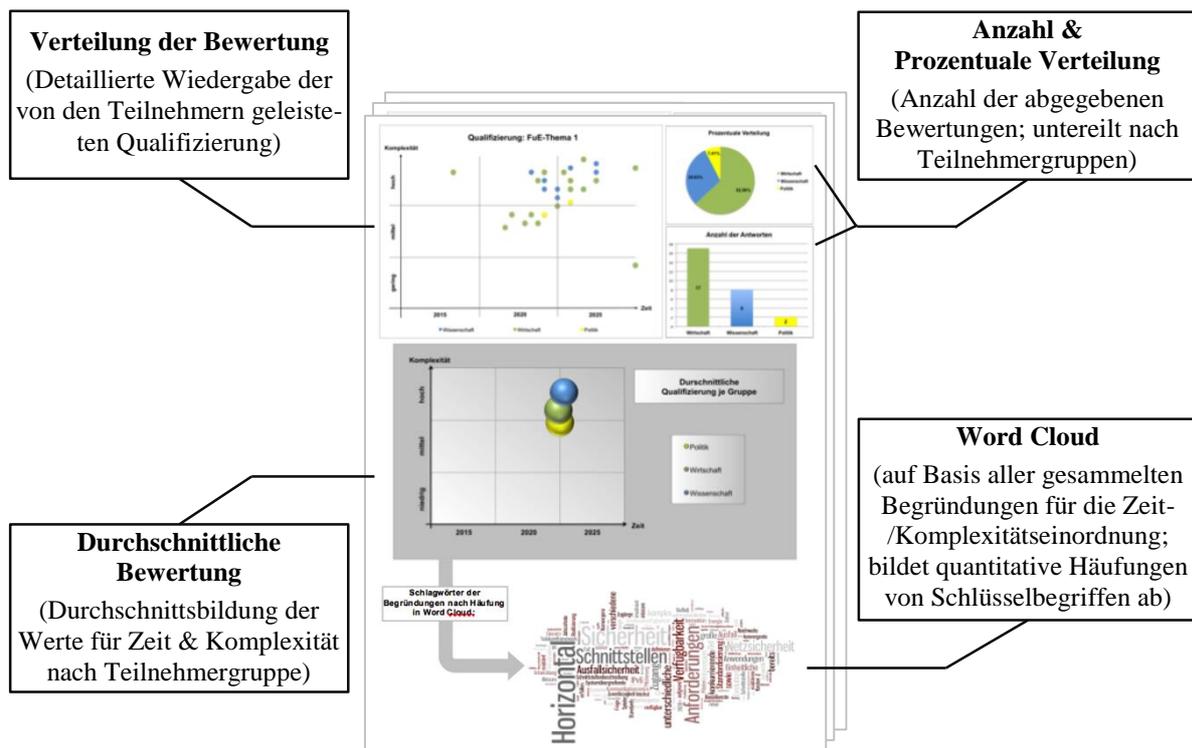


Abbildung 81: Konzeption der Metaplanwände

5.3.1.3.3 Konzeption der Interaktionssession – Teil II: Diskussionsrunde mit subjektiver Themenpriorisierung

Im Anschluss an die Qualifizierung der FuE-Themen, die an den dafür bereitgestellten Metaplanwänden unternommen wurde, erhielt das anwesende Plenum die Möglichkeit, nach Nennung des Namens und der Institution, die vom jeweiligen Teilnehmer vertreten wird, innerhalb einer Minute ein kompaktes Statement abzugeben, welches der diskutierten FuE-Themen aus subjektiver Sicht von besonderer Relevanz ist (siehe Abbildung 82). Moderiert wurde diese Diskussionsrunde durch Jens-Rainer Jänig (mc-quadrat).

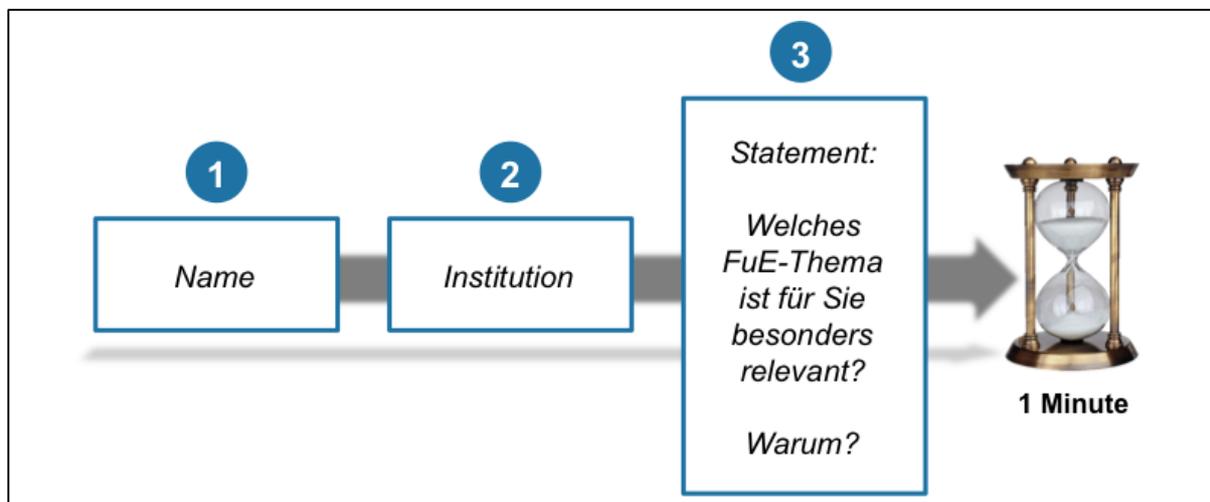


Abbildung 82: Konzept der Diskussionsrunde mit subjektiver Themenpriorisierung

5.3.1.3.4 Qualitative Auswertung der subjektiven FuE-Themenpriorisierung

Die Intention dieser Interaktion mit den Teilnehmern und deren subjektiver Priorisierung war, Tendenzen in der Gewichtung der Themen festzustellen, um diese Erkenntnisse in die generelle Priorisierung der FuE-Themen durch den Forschungsverbund im späteren Projektverlauf einfließen zu lassen.

Die abgegebenen Statements lassen sich in die folgenden 14 zentralen Themenschwerpunkte einteilen:

- Relevanz der Anwenderperspektive

In den Statements der Teilnehmer wurde wiederholt deutlich, dass im Planungs- und Aufbauprozess von *Intelligenten Netzen und Diensten* die Anwender frühzeitig einzubeziehen sind, um Akzeptanz und Vertrauen in neue Technologien zu schaffen und gleichzeitig latente Ängste und Unsicherheiten abzubauen. Daneben können beispielsweise über Testwebsites wichtige Informationen von zukünftigen Usern gesammelt und im Entwicklungsprozess verarbeitet werden.

Folglich ist nicht ausschließlich die technische Umsetzbarkeit zu fokussieren, sondern ebenso der Nutzen für die Anwender zu berücksichtigen. Die Entwicklung der elektronischen Gesundheitskarte wurde als Beispiel erwähnt, da dafür teilweise die Interessen bzw. der Mehrwert/Benefit für die Nutzer zu wenig adressiert wurden (Missachtung des *Pareto-Prinzips*).

Zudem wurde erwähnt, dass durch eine Entwicklung *Intelligenter Netze und Dienste* aus dem Blickwinkel der Kunden unnötige Komplexität in der späteren Ausgestaltung vermieden werden kann. Weitere Aspekte der Komplexitätshandhabung werden im folgenden Unterpunkt erwähnt.

- Adäquate Komplexitätshandhabung

Viele Teilnehmer gingen in ihren Statements auch auf die Komplexitätsproblematik ein. Die Entwicklung von konvergenten (Sub-)Systemen ist oftmals mit einer Steigerung der Komplexität im Aufbau und Betrieb verbunden. Diese Problematik wird nach Meinung mehrerer Teilnehmer auch durch ein höheres Maß an Anwenderkonvergenz forciert (Steigerung der Komplexität mit der Anzahl der Anwender). Aus diesem Grund ist bei der Entwicklung neuer Systeme darauf zu achten, dass ihre Komplexität nicht die der alten übersteigt.

Eine adäquate Strategie zur Handhabung der Komplexitätsproblematik wurde dabei in einer stärkeren Orientierung an spezifische Anwendungen sowie an Bedienbarkeit und Nutzerfreundlichkeit gesehen. Zudem wurde erwähnt, dass sich Pilotierungen als besseres Mittel zur Komplexitätsreduktion erweisen, als die Konzeption von langen Anforderungskatalogen.

▪ *Konvergenz* als zentrale Thematik in der Diskussion zu *Intelligenten Netzen und Diensten*

Unter den teilnehmenden Experten konnte ein genereller Konsens in Bezug auf die Notwendigkeit einer anwendungsübergreifenden Betrachtung *Intelligenter Netze und Dienste* festgestellt werden (*Industrie 4.0*; Verknüpfung von Logistik, Energiewirtschaft und Gesundheitswesen; übergreifende Plattformen, etc.). Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass auch in den Forschungs- und Entwicklungsbemühungen die Schaffung und Forcierung von *Konvergenz* als prominentes Denkmuster angesehen werden sollte.

In der anwendungsübergreifenden Betrachtung wurde es auch als wichtig erachtet, dass genau überprüft wird, welche Gemeinsamkeiten verschiedene *Domänen* miteinander teilen, die eine übergreifende Interaktion vereinfachen. Anstatt den Versuch zu unternehmen, sämtliche Strukturen übergreifend zu vereinheitlichen, sollte stärker auf diese Gemeinsamkeiten eingegangen werden. Fraglich bleibt hier jedoch, wie die Projekte angestoßen bzw. geplant werden sollen. Es wurde darauf hingewiesen, dass eine reine „Top-down“ Betrachtung nicht zielführend ist, sondern es ebenso Projekte nach dem „Bottom-up“ Prinzip bedarf.

Allerdings wurde der Hinweis gegeben, dass „*Konvergenz* um jeden Preis“ aus volkswirtschaftlicher Sicht mit erheblichen finanziellen Belastungen einhergeht. Somit ist auch die Frage zu stellen, bis zu welchem Grad („bis ins letzte Bit?“) *Konvergenz* tatsächlich sinnvoll und wirtschaftlich umsetzbar ist.

▪ Forderung nach einer holistischen Betrachtung von *Intelligenten Netzen und Diensten*

Eng verbunden mit der Notwendigkeit einer anwendungsübergreifenden Sicht ist die Forderung nach einer holistischen Betrachtung *Intelligenter Netze und Dienste*. Gerade im Zuge der steigenden *Konvergenz* ist es nach Meinung der Teilnehmer äußerst wichtig abzuschätzen, wie sich Veränderungen in einer *Domäne* auf andere *Domänen* auswirken und somit auch volkswirtschaftliche Konsequenzen nach sich ziehen können.

▪ Notwendigkeit einer konkreten Gestaltung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

Im Plenum wurde darauf hingewiesen, dass zu einer klaren und verständlichen Einordnung der FuE-Themen ein möglichst konkreter Bezug zu *Domänen* hergestellt werden muss. Zudem ist die Stärke des Impacts auf diese *Domänen* abzuschätzen. Nur so kann sichergestellt werden, dass nicht nur Aussagen über die Machbarkeit der FuE-Themen (in Bezug auf Zeithorizont & Komplexität), sondern auch über die höchsten zu erwartenden Wirkungen (d.h. den Impact der FuE-Themen) möglich sind.¹⁴

Auch auf die wesentlichen Faktoren und Funktionalitäten von *Intelligenten Netzen*, die sich im Zuge des technischen Fortschritts kontinuierlich verändern und somit einer Evolution unterliegen, ist nach Meinung des Plenums explizit einzugehen.

Daneben wurde die These aufgestellt, dass – aufgrund der Nähe zu den Problemen der Anwender – eine anwendungsbezogene Bearbeitung von FuE-Themen einer rein technischen Betrachtung vorzuziehen sei.

¹⁴ Auf diesen Punkt ging der Forschungsverbund im Rahmen der Diskussion ein. Joachim Sedlmeir (LMU) zeigte dem Plenum anhand einer entwickelten Bewertungsmatrix, dass für sämtliche FuE-Themen neben der Ermittlung von Werten für den Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung und der Komplexität in der Umsetzung auch eine Beurteilung im Hinblick auf die Erreichung von anwendungsspezifischen und -übergreifenden *Zielbildern* erfolgt. Bereits zu diesem Zeitpunkt war geplant, diese drei Dimensionen (Zeithorizont, Komplexität, Impact) als Ergebnis des Qualifizierungsprozesses für sämtliche FuE-Themen grafisch darzustellen.

Schließlich wurde empfohlen zu prüfen, welche Stärken die europäische Industrie insb. im Vergleich gegenüber den USA aufweist und ob der Markt zu optimalen Lösungen führen kann.

- Bedeutung von Referenzarchitekturen im Auf- und Ausbau *Intelligenter Netze und Dienste*

In den Aussagen der Teilnehmer während der Diskussionsrunde wurde deutlich, dass eine gute Strukturierung der Vorgehensweise im Auf- und Ausbau von *Intelligenten Netzen und Diensten* eine maßgebende Rolle spielt. Dabei wurde immer wieder die Bedeutung von Referenzarchitekturen angesprochen. So kam der Vorschlag, Referenzarchitekturen bis zu Softwarebausteinen herunterzubrechen.

Einige Teilnehmer standen Referenzmodellen aber auch skeptisch gegenüber. So wurde erwähnt, dass die praktische Umsetzung zum Teil erheblich von dem ursprünglichen Denkmodell abweichen kann. Es wurde der Vorschlag unterbreitet, Referenzmodelle nur bei einer latent hohen Unsicherheit und auf hohem Abstraktionsniveau heranzuziehen.

- Relevanz der ökonomischen Betrachtung von *Intelligenten Netzen und Diensten*¹⁵

Mehrere Workshopteilnehmer bekräftigten die Relevanz von betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekten von *Intelligenten Netzen und Diensten*, insbesondere bei der Generierung von FuE-Themen (z.B. neue Geschäfts- und Betreibermodelle, Kostenstrukturen, Einnahmeverteilungen, etc.). Dadurch soll u.a. vermieden werden, dass der Schwerpunkt zu stark auf technische Erfordernisse und deren Realisierbarkeit gelegt wird.

So ist bei der Planung des Auf- und Ausbaus von *Intelligenten Netzen und Diensten* stets ein Kosten-Nutzen Vergleich zu unternehmen. Neben den Chancen, die sich aus wirtschaftlicher Sicht für Investoren und Betreiber ergeben, sind auch die Risiken zu beachten. Dazu gehören beispielsweise mögliche Kannibalisierungstendenzen, die sich negativ auf andere Dienste auswirken können.

Aus wirtschaftlicher Sicht muss ebenso berücksichtigt werden, ob vorhandene Netze auch ihre Funktion in Zukunft erfüllen können, oder ob Neuinvestitionen nötig werden.

- Bedeutung eines rechtlich-/regulatorischen Rahmens für *Intelligente Netze und Dienste*¹⁶

Die Workshopteilnehmer diskutierten über die Anwendbarkeit und Relevanz der rechtlich/regulatorischen Rahmenbedingungen. So wurde darauf verwiesen, dass die Strukturen *Intelligenter Netze* in einem rechtlich/regulatorischen Framework eingebettet sind, das vor über 20 Jahren eingeführt wurde. Dessen Anwendbarkeit ist fraglich und unmittelbar erwartete Veränderungen könnten erhebliche Auswirkungen auf die Planung und Umsetzung von *Intelligenten Netzen und Diensten* haben. So ergibt sich die Frage, inwiefern die Entwicklung neuer Konzepte und Umsetzungsstrategien noch im Kontext des gegenwärtigen rechtlich/regulatorischen Rahmens erfolgen sollten oder ob für die Konkretisierung bestimmter Aspekte zunächst rechtlich/regulatorische Anpassungen abzuwarten sind. Darüber hinaus ist auch noch nicht umfassend bestimmt, welche Anforderungen ein geeigneter rechtlich/regulatorischer Rahmen erfüllen sollte.

- Sicherstellung von *Resilienz* als zentrales FuE-Thema¹⁷

Unter den Teilnehmern des Workshops herrschte überwiegend Konsens, dass die Robustheit, Stabilität, Ausfallsicherheit und Zuverlässigkeit (*Resilienz*) insbesondere für Nutzer *Intelligenter Netze und Dienste* von zentraler Bedeutung ist.

Es wurde die Behauptung aufgestellt, dass resiliente Systeme eigentlich autonom gestaltet werden müssen. Diese Anforderung wird jedoch durch die Steigerung der Interdependenzen als Folge der

¹⁵ Bereits während der Diskussionsrunde wurde von den Mitgliedern des Forschungsverbands darauf hingewiesen, dass im weiteren Projektverlauf eine eigene Kategorie an FuE-Themen (ökonomische Potenziale erschließen) mit wirtschaftlichen Aspekten betrachtet wird.

¹⁶ Diese Thematik behandelt der Forschungsverbund in der FuE-Themenkategorie Ordnungsrahmen schaffen.

¹⁷ Darauf wird explizit in FuE-Thema 12 Gesamtsystemische Resilienz entwickeln eingegangen.

Konvergenz konterkariert, was wiederum erhebliche Kaskadeneffekte auslösen kann. Des Weiteren stellte sich die Frage, wie adäquate Trägheiten, die man in das System einbauen könnte um es robuster zu machen, definiert werden sollten. Es wurden zudem Parallelen zu den Entwicklungen von Systemen im Militär gefunden. In diesem Bereich wird häufig versucht, *Resilienz* durch unabhängige Entwicklung zu erreichen.

▪ Fokussierung auf Sicherheitsaspekte

Neben dem Fokus auf *Resilienz* wurde in der abschließenden Diskussion auch die umfassende Berücksichtigung des Aspekts Sicherheit für die Ausarbeitung von FuE-Themen gefordert (z.B. Security by Design, Datenschutz, Datensicherheit, etc.).

Ein wichtiger Teilaspekt fällt hier auch auf die Umsetzbarkeit von verschiedenen Sicherheitsrichtlinien, die bspw. in übergreifenden Abrechnungssystemen zum Einsatz kommen (u.a. Vermeidung von verschiedenen Passwörtern für jede Teilanwendung). Solche Regeln sind nicht regional zu begrenzen, sondern sollten länderübergreifend eingesetzt werden.

▪ *Infrastrukturen* als zentrales FuE-Thema

Der Auf- und Ausbau von digitalen *Infrastrukturen* gilt als Grundvoraussetzung für *Intelligente Netze und Dienste*. Erst durch deren flächendeckende Bereitstellung wird die *Konvergenz* von Diensten und Applikationen möglich. Folglich konnte im Plenum ein genereller Konsens festgestellt werden, dass die Thematik *Infrastruktur* eine prominente Stellung in der Ausarbeitung der FuE-Themen einnehmen sollte. Wesentliche Teilaspekte wurden im Plenum angesprochen:

- Neutralität im Transfer von Daten und in der Bereitstellung von Diensten
- Sicherstellung der Kommunikation von (mobilen) Endgeräten
- Flächendeckende Versorgung mit drahtlosem Internetzugang
- Entwicklung und Durchsetzung geltender Standards
- Flexibilität der Verteilernetze
- Schaffung von Schnittstellen

▪ Relevanz von Daten & Semantik

Im Plenum wurden vielerlei Aspekte angesprochen, die sich auf das Thema Daten & Semantik beziehen. Dabei wurde erkannt, dass weiterhin Klärungsbedarf darüber besteht, was generell unter Daten verstanden wird, wie verschiedene (End-)Geräte angesprochen werden können und wie eine Steuerung der Daten in übergreifenden Systemen möglich ist. Insbesondere wurden Forderungen nach der Erforschung von Datenquellen, Datenmanagementsystemen und Datenschnittstellen erörtert.

▪ Ergebnisse bestehender Projekte zu *Intelligenten Netzen* analysieren und nutzen¹⁸

Mehrere Teilnehmer sprachen während der Diskussionsrunde die Möglichkeit an, die derzeitige Projektlandschaft abzuscannen, um so Informationen von bereits abgeschlossenen oder noch laufenden Forschungsbemühungen im Kontext *Intelligenter Netze und Dienste* sammeln und in die eigene Analyse integrieren zu können.

▪ Sonstige Statements in Bezug auf den Workshop

Insgesamt konnte bei den Teilnehmern eine generelle Zufriedenheit in Bezug auf die Organisation, Durchführung und Methodik des Workshops festgestellt werden (weiteres Feedback ist in Anhang 6.9 aufgeführt).

¹⁸ Bereits zu diesem Zeitpunkt plante der Forschungsverbund, im Rahmen der Projektausarbeitung unter dem Gliederungspunkt „Handlungsempfehlungen“ eine tabellarische Übersicht zu erstellen, die nationale und internationale Projekte bzw. Forschungsbemühungen aufzeigt, die sich mit Aspekten, die in den ausgearbeiteten FuE-Themen enthalten sind, befassen.

5.3.2 Qualifizierung der weiteren Forschungs- und Entwicklungsthemen

Eine Qualifizierung der verbleibenden 23 FuE-Themen aus den Bereichen „Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO-Analyse entwickeln und bewerten“, „Ökonomische Potenziale erschließen“, „Ordnungsrahmen schaffen“ und „Akzeptanz für *Intelligente Netze und Dienste* in der Gesellschaft und bei jedem Individuum schaffen“ wurde durch den Forschungsverbund geleistet. Dafür wurden analog zum Vorgehen im Rahmen des MÜNCHNER KREIS Workshops die Dimensionen Komplexität, Zeit und Relevanz beurteilt:

- **Komplexität:** Komplexität in der Umsetzung eines FuE-Themas
- **Zeit:** Zeithorizont bis zur ersten Umsetzung/Pilotierung eines FuE-Themas
- **Relevanz:** Relevanz des FuE-Themas zur Erfüllung der Anforderungen der *Zielbilder*

Es erfolgte eine quantitative Bewertung der jeweiligen Dimension.

Komplexität wurde auf einer Skala von 0 (keine Komplexität), 1 (niedrige Komplexität), 2 (mittlere Komplexität), bis 3 (hohe Komplexität) bewertet.

Zeit wurde ebenfalls auf einer Skala von 0 (bereits heute umgesetzt), 1 (bis 2015 umgesetzt), 2 (bis 2020 umgesetzt), 3 (bis 2025 umgesetzt) bewertet. Zudem wurden diese quantitativen Einschätzungen zu Komplexität und Zeit verbal für die Großzahl der FuE-Themen (siehe Kapitel 3) begründet.

Die **Relevanz** eines FuE-Themas wurde an dessen Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen der *Zielbilder* gemessen und ebenfalls auf einer Skala von 0 (keine Relevanz), 1 (niedrige Relevanz), 2 (mittlere Relevanz), 3 (hohe Relevanz) bewertet.

Dafür sind die im Rahmen des *Zukunftsatlas* identifizierten *Zielbilder* der jeweiligen *Domänen* hinsichtlich ihrer Anforderungen (gemäß des Anforderungskatalogs) aufgeschlüsselt und vertikal in einer Excel-Tabelle abgetragen worden. Durch die horizontale Eintragung der identifizierten FuE-Themen ergibt sich dadurch eine Matrix, die zur Bewertung genutzt werden kann (i.S.d. Relevanz eines FuE-Themas zur Erfüllung der Anforderungen eines *Zielbilds*).

Diese Matrix ist in Abbildung 83 schematisch dargestellt und wird als elektronische Version (siehe Anhang 6.10) mitgeliefert.

FuE-Kategorie		Vertikale und horizontale technische Konvergenz ermöglichen															
		Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-															
FuE-Bewertungssatz v04 Stand: 27.07.2014		FuE-Themen															
FuE-Thema		FuE-Themen															
Lfd. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Bewertung nach Relevanz für Ziele		86	77	57	69	62	65	67	56	60	81	75	72	48	48	75	67
Zielbilder und Anforderungen	Anforderung 1	3	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	0	1	3	1
	Anforderung 2																
	Anforderung 3																
	Anforderung 4																
	Anforderung 5																
	Anforderung 6																
	Anforderung 7																
	Anforderung 8																
	Anforderung 9																
	Anforderung 10																
	Anforderung 11																
	Anforderung 12																
	Anforderung 13																
	Anforderung 14																
	Anforderung 15																
	Anforderung 16																

Abbildung 83: Schematische Darstellung der Bewertungsmatrix

Vorgehensweise zur Identifizierung und Qualifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen

Nach Durchführung der quantitativen Beurteilung der Qualifizierungskriterien in der Bewertungsmatrix wurden die einzelnen FuE-Themen in einem Koordinatensystem abgebildet, das durch die Dimensionen Zeit bzw. Umsetzungsdauer und Komplexität aufgespannt wird.

Jedes FuE-Thema wurde entsprechend der Bewertung von Zeit und Komplexität als Kreis in diesem Koordinatensystem verortet und mit einer Identifikationsnummer gekennzeichnet. Der Durchmesser eines Kreises repräsentiert die Relevanz zur Realisierung der *Zielbilder*.

Die farbliche Kennzeichnung eines Kreises spiegelt die Zuordnung des FuE-Themas in die Kategorien Grundlagenforschung, Angewandte Forschung, Entwicklung und Begleitende Maßnahmen wider. (diese Einteilung wird detailliert in Kapitel 4.1 beschrieben und für die Ableitung von Handlungsempfehlungen herangezogen).

Die nachfolgende Abbildung 84 zeigt exemplarisch die Verortung eines FuE-Themas in diesem Koordinatensystem. Zudem wird jedes der vom Forschungsverbund Intelligente *Infrastrukturen* und Netze entwickelten FuE-Themen im Anschluss an die jeweilige Beschreibung in Kapitel 3 nach diesem Schema abgebildet.

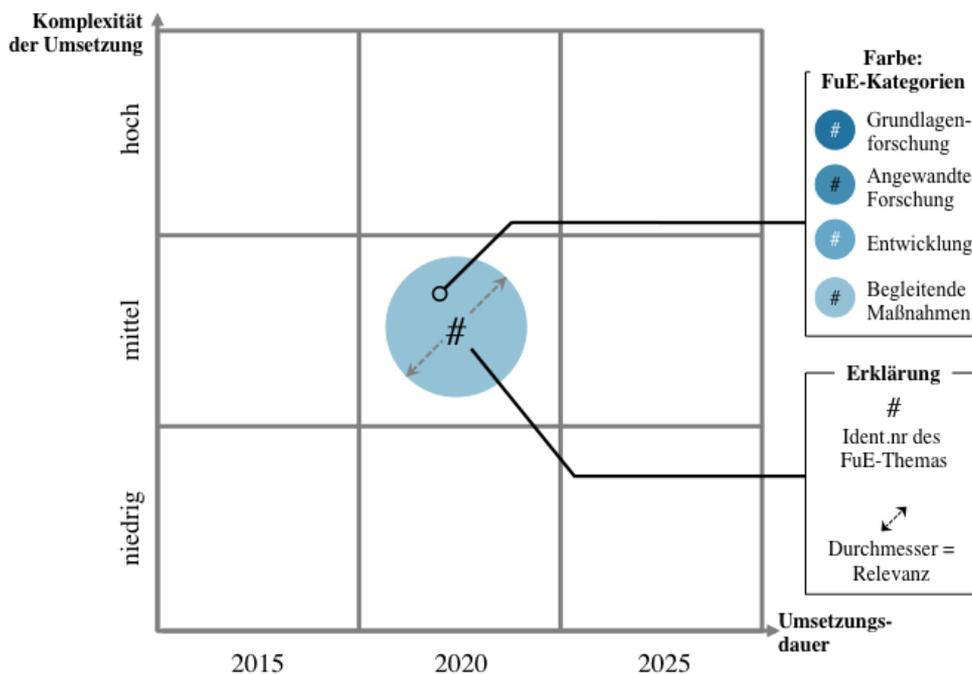


Abbildung 84: Darstellung des Qualifizierungsprozesses nach den Kriterien Komplexität, Zeit und Relevanz

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die jeweiligen Einschätzungen der Dimensionen auf subjektiven Expertenschätzungen¹⁹ beruhen. Diese Bewertungen sollten daher nur als Orientierungshilfe dienen. So ist die Komplexität beispielsweise sehr stark von komplementären technischen Entwicklungen abhängig, die ggf. die Komplexität zur Umsetzung eines technischen FuE-Themas erheblich reduzieren können. Ebenso ist z.B. der Zeithorizont bis zur ersten Umsetzung/Pilotierung ganz erheblich von den Bemühungen und Mitteln des Bearbeiters abhängig. Die Relevanz eines FuE-Themas zur Erfüllung der Anforderungen der *Zielbilder* ist letztlich auch durch die Auswahl der *Zielbilder* und ihrer Anforderungen beeinflusst und kann sich z.B. durch die Verschiebung der Auswahl geeigneter *Zielbilder* und Anforderungen sowie durch die allgemeine Verschiebung politischer Prioritäten subjektiv verändern. Folglich sollte die Qualifizierung als grober Orientierungspunkt und als Ausgangsbasis für eine erste Priorisierung zur Auswahl und Umsetzung geeigneter FuE-Themen genutzt werden.

¹⁹ Dafür wurde ein Mittelwert aus mindestens zwei Expertenschätzungen zur Relevanz des jeweiligen FuE-Themas gebildet.

Anhang und Verzeichnisse

6 Anhang

6.1 FuE-Themenliste

Vertikale und horizontale technische Konvergenz ermöglichen	
FuE-Thema 1:	Kommunikationsnetze als übergreifende Funktionen entwickeln
FuE-Thema 2:	Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien für Intelligente Netze und Infrastrukturen nutzbar machen
FuE-Thema 3:	Übergreifende Steuerungsmechanismen zur Sicherstellung von Flexibilität auf Basis von Software Defined Networking (SDN) und Netzwerkvirtualisierung entwickeln
FuE-Thema 4:	System-Software-Architekturen für große Versorgungsinfrastrukturen vor dem Hintergrund der Potenziale durch die IuK-induzierte Evolution des System-, Daten- und Prozessmanagements in und um Versorgungssysteme weiterentwickeln
FuE-Thema 5:	Übergreifende Konzeptionen zur Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle erarbeiten und exemplarisch zum Einsatz bringen
FuE-Thema 6:	Bereichsspezifische und übergreifende Referenzarchitekturen erstellen und hinsichtlich Konvergenz auslegen
FuE-Thema 7:	Geeignete Datenmanagementsysteme entwickeln und deren Anforderungen erarbeiten
FuE-Thema 8:	Übergreifende und durchgehend drahtlose Vernetzung erforschen
FuE-Thema 9:	Konzepte und Modellierungsverfahren der Intelligenz-funktionen in den Verbundnetzen und Strategien des Intelligenzmanagements und der Intelligenzverteilung erarbeiten
FuE-Thema 10:	Querschnittsfunktionalitäten in Intelligenzen Netzen identifizieren, konzipieren, modellieren und bewerten
FuE-Thema 11:	Notwendige Standards, Kompatibilität und Normierungsverfahren definieren und bewerten
FuE-Thema 12:	Gesamtsystemische Resilienz Intelligenter Netze entwickeln
Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO Analyse entwickeln und bewerten	
FuE-Thema 13:	Veränderungen in Finanzierungs- und Betreibermodellen für den Infrastrukturausbau ermitteln und analysieren
FuE-Thema 14:	Grundlegende Änderungen für Infrastruktur Planungs- und Ausbaumethoden für Intelligente Netze durch den IuK-Einsatz identifizieren
FuE-Thema 15:	Evolutions- und Migrationsstrategien für Legacyinfrastrukturen und -systeme entwickeln
FuE-Thema 16:	Den IuK-induzierten Wandel des Unternehmensverständnisses, der Organisation und der Prozesse der Infrastrukturbetreiber untersuchen

Ökonomische Potenziale erschließen	
FuE-Thema 17:	Intelligenzlücken systematisch identifizieren und Konzepte zu deren Schließung entwickeln
FuE-Thema 18:	Kooperative Rollen- und Geschäftsmodelle entwickeln
FuE-Thema 19:	Eine bereichsspezifische und übergreifende „Infostructure“ entwerfen und entwickeln
FuE-Thema 20:	Datenökonomie erforschen
FuE-Thema 21:	Fortlaufend „White Spots“ identifizieren und KMUs strategisch einbinden
FuE-Thema 22:	Internationalisierungsstrategien für systemische Intelligente Netze Lösungen entwerfen
FuE-Thema 23:	Volkswirtschaftliche (Konvergenz- bzw. Synergie)Potenziale strukturiert ableiten
Ordnungsrahmen schaffen	
FuE-Thema 24:	Einheitliche, klare Definitionen allgemeiner und spezifischer kritischer Funktionalitäten erarbeiten
FuE-Thema 25:	Relevanz von (Netz-)Neutralität in Intelligenten Netzen analysieren
FuE-Thema 26:	Rechtsrahmen und politische Rahmenbedingungen analysieren und überprüfen
FuE-Thema 27:	Veränderung bestehender Institutionen und Schaffung neuer Institutionen prüfen
FuE-Thema 28:	Governancemodelle von Versorgungsinfrastrukturen und Netzen erforschen
FuE-Thema 29:	Diskrepanz zwischen technologischem Fortschritt und Rahmenbedingungen betrachten
FuE-Thema 30:	Auswirkungen von Föderalismus auf politischer Ebene überprüfen
FuE-Thema 31:	Zusammenhang zwischen Infrastruktur- und Technologiepolitik überprüfen
FuE-Thema 32:	Rahmenbedingungen für Datenökonomie gestalten (Datability/New Deal on Data)
Akzeptanz für Intelligente Netze in der Gesellschaft und bei jedem Individuum schaffen	
FuE-Thema 33:	Gesellschaftliche Konsequenzen von Intelligenten Netzen erforschen und antizipieren
FuE-Thema 34:	Akzeptanzfaktoren Intelligenter Netze erforschen
FuE-Thema 35:	Neue Bildungsstrategien entwerfen und in existierendes Bildungswesen integrieren

Tabelle 6: FuE-Themenliste

6.2 MÜNCHNER KREIS Fachgespräch vom 18.02.2014 – Agenda

MÜNCHNER KREIS



Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung
Supranational Association for Communications Research

MÜNCHNER KREIS Fachgespräch

Informations- und Kommunikationstechnologien als Treiber für die Konvergenz Intelligenter Infrastrukturen und Netze – Analyse des FuE-Bedarfs

18.02.2014

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,
Hörsaal – Tor 1, Scharnhorststraße 34-37, 10115 Berlin**

- 10:00 **Begrüßung/Ziel der Studie**
Dr. Andreas Goerdeler, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot, LMU München und MÜNCHNER KREIS
- 10:15 **Kurzvorstellung der Teilnehmer: Name, Institution und Statement zum Thema**
- 11:00 **Projektvorstellung: Überblick, Konzept, Status**
Dr. Rahild Neuburger, Dr. Bernd Wiemann, Joachim Sedlmeir, Stefan Hopf
- 11:30 **Kaffeepause**
- 11:50 **Diskussion im Plenum**
Moderation: Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot
- 12:30 **Einführung in die Gruppenarbeit und Einteilung**
Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot
- 12:50 **Mittagspause**
- 13:50 **Interaktionssessions**
(1) *Technik* (Moderation: Dr. Bernd Wiemann/Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kellerer)
(2) *Wirtschaft* (Moderation: Dr. Rahild Neuburger/Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot)
(3) *Recht/Regulierung/Politik* (Moderation: Prof. Dr. Nico Grove/Joachim Sedlmeir)
(4) *Individuum und Gesellschaft* (Moderation: Prof. Dr. Christiane Hipp/Jens-Rainer Jänig)
- 14:50 **Kaffeepause**
- 15:05 **Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse der Interaktionssessions
im Plenum**
Moderatoren und Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot
- 15:55 **Schlusswort**
Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot
- 16:00 **Ende**

6.3 MÜNCHNER KREIS Fachgespräch vom 18.02.2014 – Qualitative Ergebnisauswertung nach Forschungsfeldern

6.3.1 Digitalisierung

Dieses Forschungsfeld umfasst die Ausstattung bestehender Versorgungs- und Metastrukturen durch *domänenspezifische* IuK-basierende Grundfunktionen. In der Diskussion im Rahmen des Fachdialogs wurde aufgrund der Mehrfachbelegung des Begriffs „Digitalisierung“ eine Umbenennung angeregt. Für die neue Bezeichnung wurde nachfolgend zunächst der Begriff „Digitale Primärdatenschnittstelle“ ausgewählt. In der Themenübersicht wurden folgende Schwerpunkte besonders hervorgehoben:

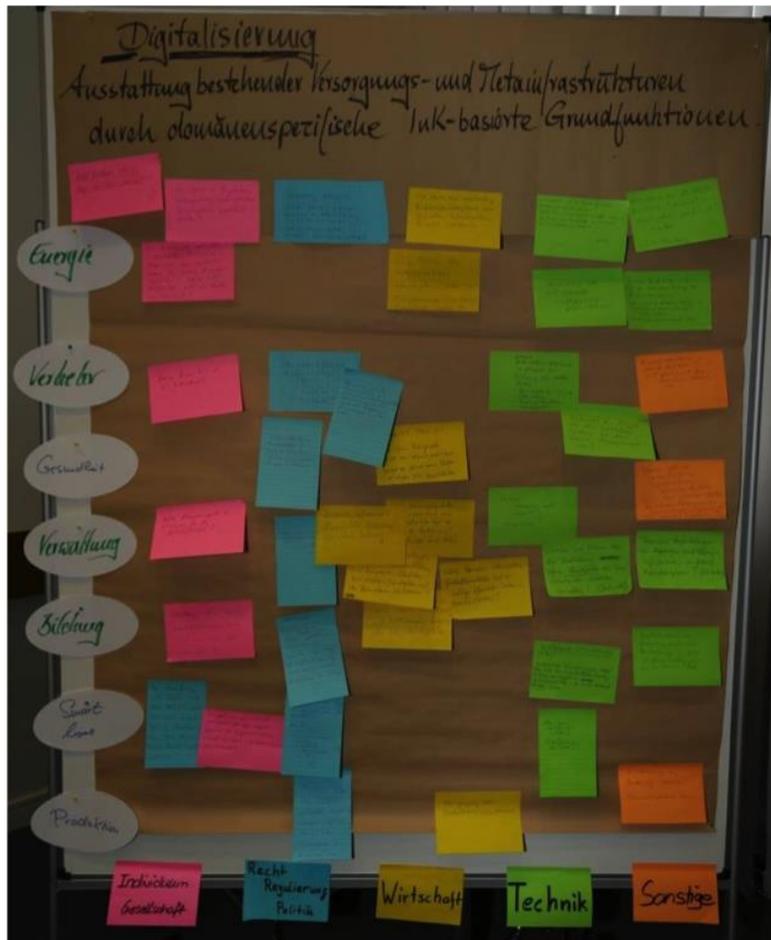


Abbildung 85: Poster zu Forschungsfeld *Digitale Primärdatenerfassung*

Primärdaten-Digitalisierung:	Finanzierung; Refinanzierung; Lebenszyklusmodelle
Betrieb:	Kommunen; Public-Private Partnership; Lizenzmodelle; intermediäre Geschäftsmodelle mit öffentlichen Daten
Standardisierung:	Breite Verwendbarkeit; Skalierbarkeit
Daten:	Shared Data Sources; Quellenidentifikation; Eigentum; Rechte; Verfügbarkeit; Priorität von Daten für kritische Dienste; öffentliche Schnittstellen; Sicherheit; Management persönlicher Daten
Technische Anforderungen:	Genauigkeiten; Reaktionszeiten; Zuverlässigkeit; Redundanz; IoT
Technik:	Nationale Technologiequellen; Zertifizierbarkeit

6.3.2 IuK-Infrastruktur & Intelligenz

Dieses Forschungsfeld umfasst die Evolution der *Versorgungsinfrastrukturen* durch neue IuK-Strukturen, deren Verknüpfung und *domänenspezifische* Werkzeuge, Komponenten und Lösungen. Dabei wird auf Lösungsansätze abgezielt, die durch Verwendung breit verwendbarer Elemente eine Reduktion der Infrastrukturspezifika gestattet, um eine breite Nutzung und wirtschaftliche Skalierbarkeit von Teilfunktionen zu ermöglichen. Besondere Beachtung fanden die Themen *Intelligenz*, Betriebssicherheit für kritische Kern-Infrastrukturteile und Gestaltungspotenziale durch virtualisierte Kommunikationssystemebenen (SDN) mit ihren prognostizierten immensen Auswirkungen auf Effizienz, Betriebskosten und neuen Service-Geschäftspotenzialen.

- Intelligenz:* Begriffsklärung; Intelligenzgrad in Infrastrukturanwendungen; Maschinen entscheiden; *Intelligenz* Allokation; Definitionen; Abbildung von Erfahrungswissen; Lernende Systeme; Intelligenzstufen; Autonome Systeme; Mensch-Maschine Interaktion
- New Business: Open Data; Open Source; Internet of Things (IoT) Plattform
- Recht: Rechtsrahmen für Sicherheitsebenen
- Government: Shared *Infrastruktur* für Verkehr; Kritische *Infrastrukturen*
- Device Management: Vernetzung und Management intelligenter Erfassungs- und Verarbeitungspunkte in der digitalisierten *Infrastruktur* (fest, portabel, mobil)
- Data: Shared Data Pools; Mass-Data-Analytics; kompatible Datenplattformen
- Technikanforderungen: extrem kurze Latenzzeiten im Netz (Produktion, Car2Car); internationale Kompatibilität
- Technik: SDN für das Netzmanagement zur Betriebskostensenkung, Effizienzsteigerung und neue Zusatznutzen (Services und Funktionen)

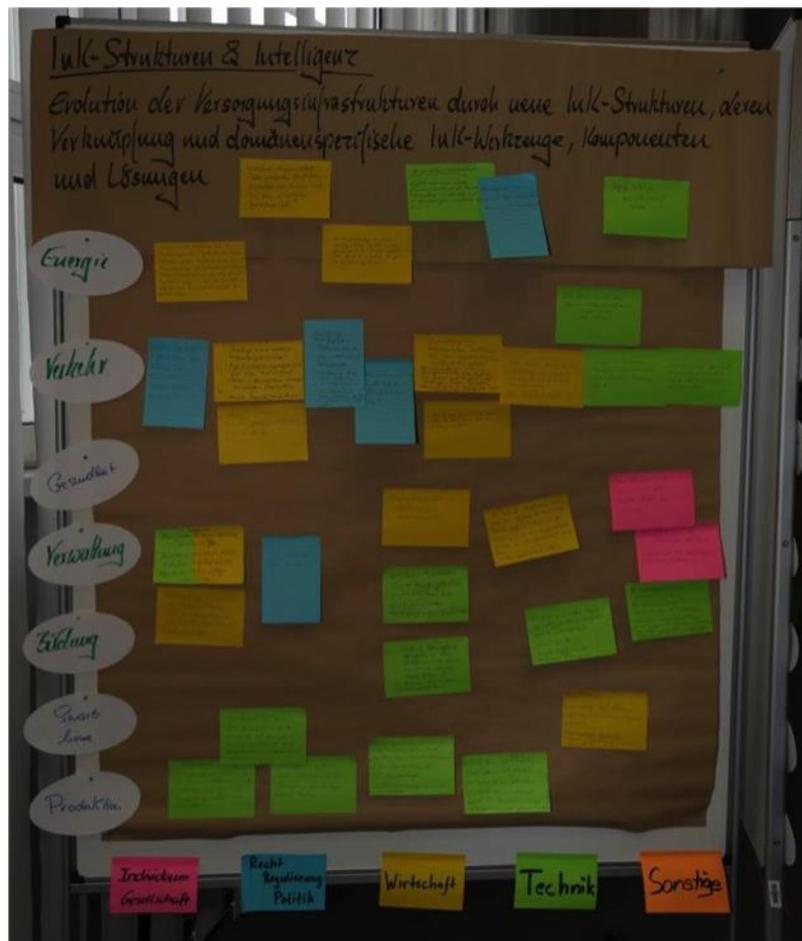


Abbildung 86: Poster zu Forschungsfeld *IuK-Strukturen & Intelligenz*

6.3.3 Vertikale Konvergenz

Dieses Forschungsfeld identifiziert Themen des *domänenspezifischen* Zusammenwirkens in einer intelligenten *Versorgungsinfrastruktur*.

Architektur:	Durch „Social Network“ Funktionalitäten inspirierte <i>Infrastruktur Networks</i> ; IoT-Referenzarchitekturmodell für die infrastrukturinterne Datenmigration
Data:	Datenschnittstellen vereinheitlichen
Technik:	Homogene IPv6 Strukturen schaffen und darauf Funktionalitäten aufbauen
Verkehr:	Transmodale Informations-, Planungs-, Reservierungs- und Ticket-systeme
Gesundheit:	Patientendatenmanagement; Online Monitoring
IuK-Versorgungsinfrastruktur:	Spektrum-Policy in einer zukünftigen IuK <i>Versorgungsinfrastruktur</i>

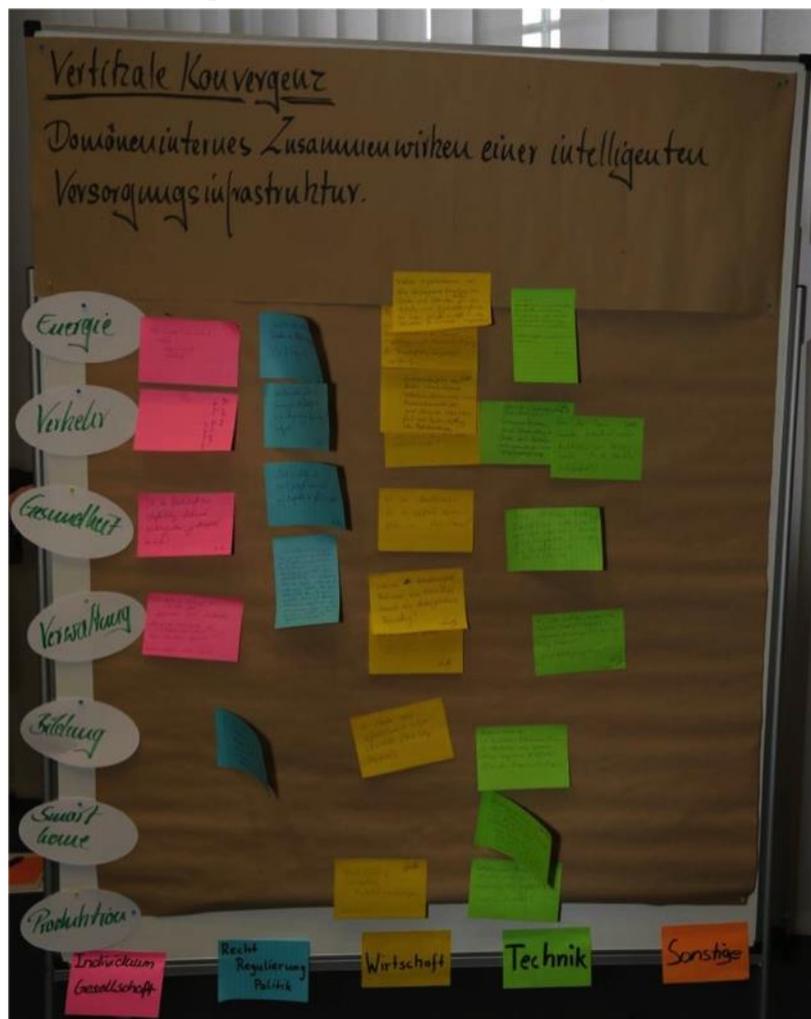


Abbildung 87: Poster zu Forschungsfeld *Vertikale Konvergenz*

6.3.4 Horizontale Konvergenz

Dieses Forschungsfeld weist Themen des *domänenübergreifenden* Zusammenwirkens verschiedener *Intelligenter Netze* zur Erschließung neuer Effizienz- und Anwendungspotenziale aus.

Akzeptanz:	Integrierte Sichten für den Bürger; Verständliche Userinterfaces; Vertrauen
Inter-Domänen-Schnittstellen:	Datenmodelle; Protokolle; Rechte; Nutzung

Geschäftsmodelle:	Nutzung von zugänglichen Infrastruktur-Datenplattformen; Open Data; Neue Anwendungs- und Geschäftspotenziale; Identifizierung von wirtschaftlich besonders gut verwendbaren, übergreifenden Datenstrukturen; Förderung übergreifender Geschäftsmodelle.
Neue Infrastrukturen:	<i>Smart Car; Smart City; Smart Home; Industrie 4.0</i>
Smart Car Infrastruktur:	Car2Car- und Car2Infrastructure-Data als Source für Verkehrsmanagement, -planung und -prognose
Technik:	Entwicklungen aus dem Feld „Future Internet“ berücksichtigen; Rolle von SDN analysieren und Chancen gestalten; Flexibilisierung und Dynamisierung von Kommunikationsnetzen durch SDN nutzen; IoT Architekturmodell.

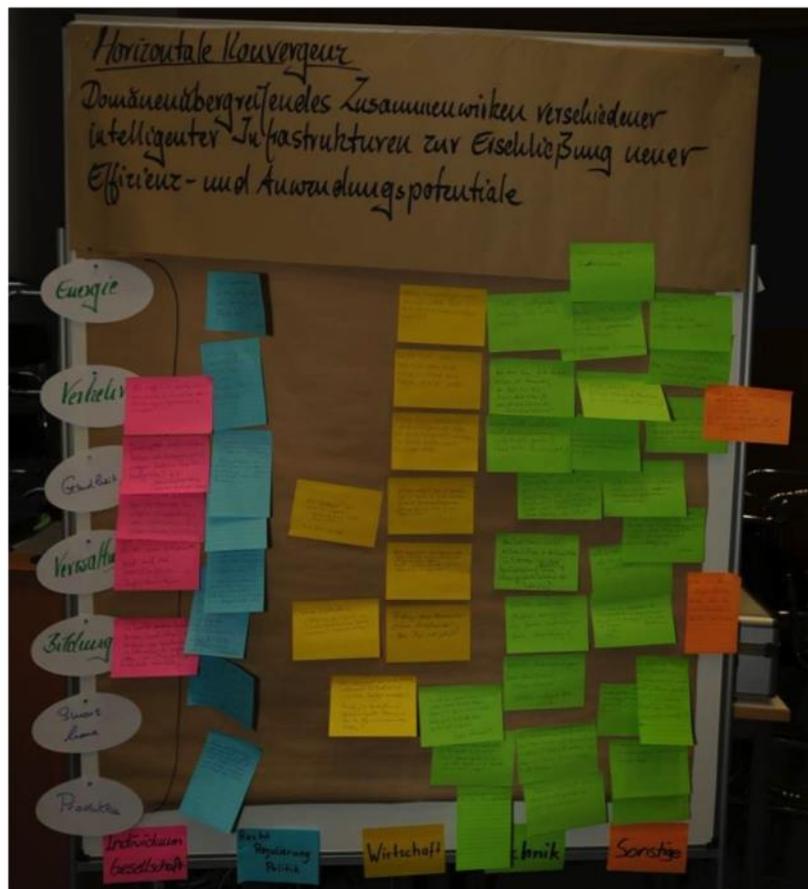


Abbildung 88: Poster zu Forschungsfeld *Horizontale Konvergenz*

6.3.5 Querschnittsthemen

Dieses Forschungsfeld enthält Themen, die beispielweise Funktionalitäten und Rahmenbedingungen umfassen, die alle *Domänen* in vergleichbarer Form betreffen.

Business Modelle:	Open-Source als Wirtschaftsfaktor bei <i>Infrastrukturen</i>
Finanzierung:	Betriebsmodelle, die den inhärenten schnellen Technologiewandel ermöglichen
User Interface:	<i>Infrastruktur</i> übergreifende Userinterface Philosophie
Bildung:	Smart Citizen
Akzeptanz:	Gesellschaftlich; Transparenz; Digitale Grundwerte
Recht:	Diskrepanz zwischen Technologieherausforderung und praktiziertem Nutzungsrecht verkleinern; Datenechtheitszertifikat; Nutzungsrecht
Government:	Rolle von <i>Netzneutralität</i> ; Versorgungssicherheit

Anhang

Implementierung:	Legacy Integrations- und Substitutionsstrategien; Netz-Architekturmodelle für sichere Kernfunktionalitäten
Technik:	Sichere Monitoring und Alarmfunktionen; Standards für <i>Infrastrukturen</i>
Intelligenz:	Identifizierung von Intelligenzlücken aus funktioneller und betriebswirtschaftlicher Sicht; Kooperation von intelligenten Teilfunktionen
Daten:	Eigentumsrecht; Datenschutz; Verwendungsrechte; Sicherheit



Abbildung 89: Poster zu Forschungsfeld *Querschnittsthemen*

6.3.6 Sonstige

Themen aus diesem Bereich wurden bereits in die fünf konkreten Forschungsfelder integriert.

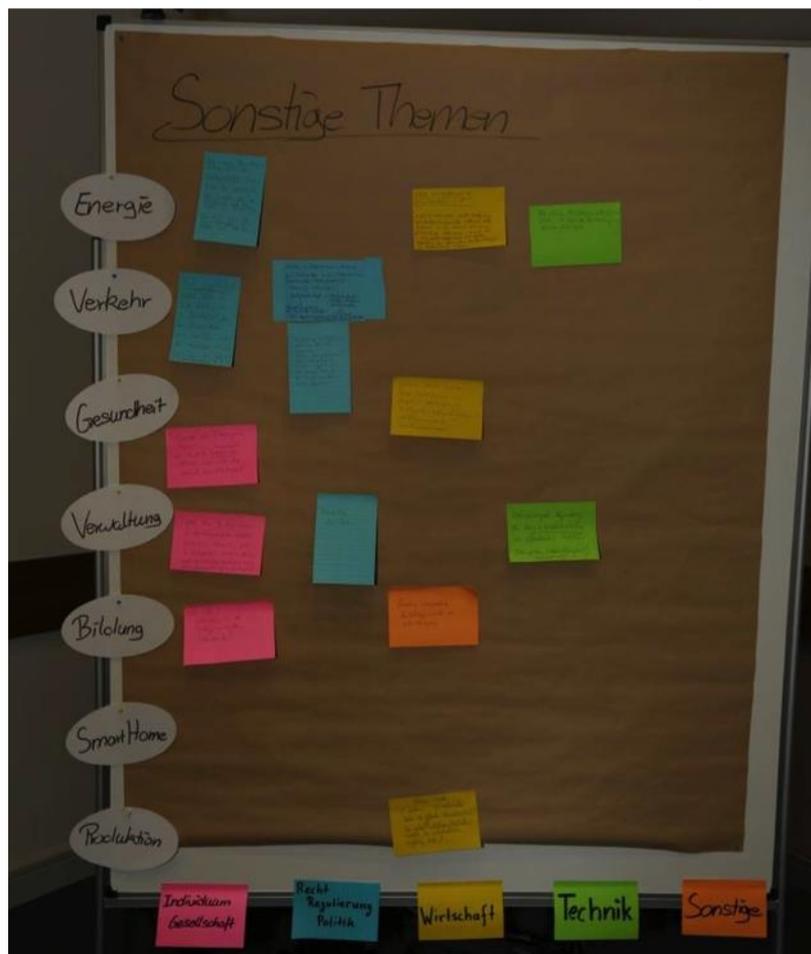


Abbildung 90: Poster zu sonstigen Themen

6.4 Induktiver Verdichtungsprozesses – Teilergebnisse

Thema	Unterthema
Akzeptanz	Digitale Kompetenz
	HMI
	Identifikation von kritischen IN-Akzeptanzfaktoren
	Incentivierung der Wirtschaft
	Incentivierung des Nutzers
	Incentivierung des Staates
	Konsequenzen antizipieren
	Kontrolle ermöglichen
	Offenheit
	Opt-in/Opt-out
	Quality of Experience
	Sicherheit
Architektur	Anforderungen
	Harmonisierung/Vernetzung
	Kommunikation
	Mobile Netze
	Netztopologie
	Schnittstellen
	Sicherheit
	Virtualisierung
Bildung	Bildungsmodalitäten
	Definition bildungsrelevanter IN-Themen
	Identifikation der Bildungsrezipienten
	Integration in existierende Studiengänge oder Schaffung neuer Studiengänge
	Verantwortlichkeiten für Definition von IN-Themen
Daten	Algorithmik
	Anonymisierung
	Attribuierung
	Datenerfassung
	Datenintermediäre
	Datenmanagement
	Datenschutz
	Datenstrukturen
	Datenzugang
	Eigentum/Besitz
	Erfassung
	Frequenzen
	Homogenisierung
	Open Data
	Portabilität
	Priorisierung
	Qualitätsmanagement
	Relevanz
	Semantik
	Sicherheit
Standardisierung	
Systemschnittstellen	
Vertrauen	
Diskrepanz	Bildung
	Infrastruktur vs. Services

	Recht	
	Regulierung	
	Wirtschaft	
Finanzierung	Betreibermodelle	
	Geschäftsmodelle	
	Infrastrukturaufbau und -nutzung	
Geschäftsmodell	Betreibermodelle vs. Geschäftsmodelle	
	Finanzierung	
	Identifikation neuer Geschäftsmodelle	
	Identifikation neuer und tradierter Geschäftsmodelle	
	Identifikation volkswirtschaftlicher Potenziale	
	Identifikation wirtschaftlicher Synergien	
	Infrastrukturaufbau und -nutzung	
	Mittelstandsförderung	
	Modellierung möglicher Wertschöpfungsketten	
	Relevanz	
	White Spots	
		Datenplattform
	Governance	Föderalismus
Incentivierung		
Infrastrukturpolitik		
Konzeptionsdarstellung		
Marktmacht		
Marktmodelle		
Marktrolle		
Netzneutralität		
Optimierungsziele		
Spektrumszuweisung		
Technologiepolitik		
Verantwortlichkeiten		
		Infrastrukturpolitik
Infrastruktur-Management		Compliance
	Netzwerkmanagement	
	Semantik	
Intelligenz	Algorithmik	
	Allokation	
	Definition	
	Device Management	
	Differenzierung	
	Formen	
	Funktionen	
	Implementierung	
	Implikationen	
	Lernverhalten	
	NFV	
	Quality of Service	
	Verortung	
	Verortung der Intelligenz	
	Virtualisierung	
Internationalisierung	Exportorientierung	
	Future Internet Trend	
	Reverse Innovation	
Individuum	Digitale Selbstbestimmung	

Anhang

	Einflussfaktor
	Konsequenzen
	Sozialer Kontext
Migrationsstrategien	Infrastrukturausbau
	Kompatibilität
	Legacy
Open Source	Device Management
	Nutzungsprinzipien
	Roadmapping
	Themenfelder
Querschnittsfunktionen	Bezahlung
	Identifikation
	Identitätsmanagement
	Modularisierung
Schlüsseltechnologien	Cloud
	Identifikation
	Mikroelektronik
	SDN
	Taktiler Internet
Sicherheit	Architektur
	Data
	Incentivierung
	Infrastruktur
	Kernfunktionen
	Kritische Infrastruktur
	Kritische Infrastrukturen
	Meldepflicht
	Sichere Netze
	Verschlüsselung
	Zuverlässigkeit
Standardisierung	Datenmanagement
	Produktionskomponenten
	Schnittstellen
	Standards
	Technologieentwicklung
	Verwaltung

6.5 Deduktiver Verdichtungsprozesses – Teilergebnisse: Konsolidierte Anwendungspotenziale und Anforderungen der Zielbilder nach Domänen

6.5.1 Verkehr

6.5.1.1 Multimodale Verkehrsnutzung durch Kompatibilität und Transparenz²⁰

- **Vernetzter, sicherer und uneingeschränkter Datenaustausch:** Sicherer und uneingeschränkter Datenaustausch zur verkehrsträgerspezifische und intermodale Mobilitätsplanung und -durchführung sowie die intelligente Verkehrssteuerung. Dies führt zu einer Entlastung aller Nutzer und zu einer erleichterten Teilnahme am Verkehr durch dahinter stehende komplexe Systeme. Alle Marktbeteiligten kennen ihre Lieferverpflichtung für Basisdaten im Rahmen einer abgestimmten Architektur.²¹
- **Schaffung eines „Systems der Systeme“:** Ganzheitliche Planung eines Systems das Nutzer ermöglicht, schnell und einfach von „A“ nach „B“ zu kommen, unabhängig von Mode und Service Provider.²²
- **Ubiquitäre Konnektivität:** Verbindung innerhalb des Transportsystems zwischen den Fahrzeugen (V2V) sowie zwischen den Fahrzeugen und der umgebenden *Infrastruktur* (V2I) und zwischen den Transportsystemen und deren Nutzer.²³
- **User-Zentriertes-Paradigma:** Anpassung des Systems nach den Nutzerpräferenzen, seinen Bedürfnissen, Prioritäten, Datenströmen und dynamischen Interaktionen.²⁴
- **Plattformentwicklung: Mobility-App/Mobilitätsassistent:** Multimodale Reiseplanung („Multimodal Pre-Trip Planning“²⁵) von Start- bis zum Zielort zu planen und online alle nötigen Buchungen inklusive Park- und Sitzplätze mit einer einzigen Transaktion vornehmen. Die integrierte Planung über alle Verkehrsträger macht Reisen stressfreier und reduziert häufig auch die Transferzeiten.²⁶

6.5.1.2 Optimale und wirtschaftliche Nutzung der Verkehrsinfrastruktur²⁷

- **Intelligente Verkehrsführung bei Staus oder Unwetter:** Die durch intelligente Verkehrsführung wird der Verkehr sicherer, der Verkehrsfluss wird verbessert und Unfälle können vermieden werden. Ziele der intelligenten Verkehrsführung sind eine bessere Auslastung des Straßennetzes, weniger Staus und sinkende CO₂-Emissionen.²⁸
- **Verkehrsflussanalysen:** Analyse der Anzahl an Verkehrsteilnehmern (i.d.R. Fahrzeuge), die eine vorab definierte Flächeneinheit oder virtuelle Linie pro Zeiteinheit durch- bzw. überqueren. Die Analyse kann sowohl auf Ebene von Einzelfahrzeugen (mikroskopische Ebene) als auch auf kollektiver Ebene (makroskopische oder mesoskopische/kinetische Ebene) erfolgen. Verkehrsflussanalysen können u.a. als Mehrwertdienst basierend auf Mautsystemen angeboten werden.²⁹
- **Intelligent Speeding Adaptation / Assistance (ISA):** Systeme die den Fahrer in Abhängigkeit des aktuellen Verkehrsaufkommens in der Einhaltung der (dynamischen)Geschwindigkeits-

²⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²² Fishman (2012)

²³ Fishman (2012)

²⁴ Fishman (2012)

²⁵ Böhm et al. (2012)

²⁶ Münchner Kreis (2011)

²⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

begrenzungen unterstützen. Die dabei verwendete Datenbasis wird in Echtzeit bzgl. der aktuellen Verkehrslage angepasst.³⁰

- **ATMS (Advanced Traffic Management Systems):** Intelligente Verkehrssteuerung auf Grundlage der über Kameras und Geschwindigkeitssensoren gewonnenen Echtzeitdaten.³¹
- **Wegweisungshilfen:** IKT-gestützte Assistenzsysteme für Kraftfahrzeuge zur optionalen Unterstützung bei Navigation und Zielortsfindung. Wegweisungshilfen können u.a. als Mehrwertdienst basierend auf Mautsystemen angeboten werden.³²
- **Verkehrsstrategische Routenplanung:** Verkehrsstrategische Routenplanung basiert auf Daten aus Verkehrsleitsystemen. Je nach Auslastungsgrad der Verkehrsinfrastruktur werden verschiedene Alternativen der Routenplanung automatisiert verglichen und die jeweils günstigste Variante dynamisch zur Zielführung ausgewählt.³³
- **Smart Parking:** Smart Parking umfasst zum einen intelligente städtische Parkleitsysteme, die Autofahrer über dynamische und statische Anzeigetafeln oder über vernetzte Navigationsgeräte zu einem freien Parkplatz leiten. Die Systeme helfen, Staus in und um Parkplätze bzw. Parkhäuser zu vermeiden. Auf Autobahnen kann Smart Parking dazu dienen, durch Vorausbuchung von LKW-Parkplätzen über vernetzte Systeme Überbelegungen von Rasthöfen zu vermeiden und damit knappe Stellflächen besser zu allokkieren. In beiden Fällen führt Smart Parking zu einer effizienteren Nutzung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur. Wichtige Systeme dafür sind bspw.:³⁴ *Parking Operator Systems* (Identifizierung freier Parkplätze über Sensortechnologie); *Parking Broker Back Office System*: Sammlung statischer und dynamischer Echtzeit-Informationen (von Kommunen und Privatanbietern) sowie Angebot von Park-Informationen as a Service.³⁵
- **Verkehrsdaten-Verbundsystem:** Zur Vernetzung von Güter- und Transportverkehr mit dem Individualverkehr werden in einem intermodalen Verkehrsdaten-Verbundsystem Informationen ausgetauscht. Über das Verbundsystem sind auch Transaktionen möglich, z.B. die Buchung mehrerer Verkehrsmittel über ein Ticket. Ein Verkehrsdaten-Verbundsystem dient der optimalen Ausnutzung der Verkehrs-Infrastruktur.³⁶
- **Umfassende Erfassung und Vernetzung der Daten:** Die Informations- und Kommunikationstechnologie erfasst und vernetzt die Daten aller Mobilitätsteilnehmer, erstellt Lösungen entsprechend den individuellen Mobilitätsanforderungen der Nutzer und stellt diese zeitnah zur Verfügung (vgl. TRIPZOOM-Projekt, das einen Austausch von Verkehrsspezifischen Informationen zwischen Reisenden, Behörden und weiteren Akteuren via Social Networks ermöglicht).³⁷ So wird ein Inter-/Multimodaler Verkehrsansatz³⁸ angestrebt - ein umfassender Mobilitätsansatz, der alle Akteure (Verkehrsteilnehmer, Industriezweige, Dienst- und Netzanbieter sowie öffentliche Hand) mit einbezieht.³⁹
- **Festlegung von Mindeststandards:** Festlegung von Mindeststandards für die Datenlieferung über Angebote/Kapazitäten/Betriebslage auf Basis einer deutsch- landweiten Architektur.⁴⁰
- **Sichere technische Systeme:** Die technischen Systeme müssen so aus- und aufgerüstet sein, dass sie in der Lage sind, die Informationen sowohl in der Priorisierung als auch von der Bandbreite und der Datenmenge her gesehen „geschützt“ zu verarbeiten und zu transportieren.⁴¹

³⁰ Böhm et al. (2012)

³¹ Arthur D. Little (2014)

³² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

³³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

³⁴ Böhm et al. (2012)

³⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

³⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

³⁷ Böhm et al. (2012)

³⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

³⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

- **Rechtliche Rahmenbedingungen für Datenschutz und -sicherheit sind an den Stand der Technik anzupassen:** Es muss ein Rechtsrahmen geschaffen werden, der europaweit den Umgang mit Verkehrsdaten regelt. Dies ermöglicht Anbietern und Kunden, sich mit der Übermittlung, Speicherung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten in einem sicheren Umfeld zu bewegen. Wesentliche Zielbildbausteine sind der Schutz vor unerlaubten Bewegungsprofilen, Rahmenbedingungen für Plattformen, Öffnung der Mautinfrastruktur, Open Data.⁴²
- **Mobilitäts-Plattformen:** Mobilitäts-Plattformen dienen dem Austausch von Informationen und Transaktionen auf der Basis von Mobilitätsdaten der öffentlichen Hand und von privatwirtschaftlichen Betreibern von Verkehrsträgern. Diese IKT-Technologien halten in allen Verkehrsträgern Einzug und entfalten eine starke Hebelwirkung im Sinne der Verbesserung eines flüssigen und sicheren Verkehrs und ermöglichen so eine entspannte, informierte und umweltschonende Mobilität.⁴³
- **Offene, modulare Dienste-Architektur:** Eine offene, modulare Dienste-Architektur ermöglicht eine vollständig transparente Nutzung von digitalen Diensten durch Drittanwendungen.⁴⁴
- **Open Data für Mobilitätsmanagement:** Im Markt für öffentlichen Personenverkehr werden die Verkehrsleistungen mit uneinheitlichen Datendiensten bestellt, die so kein durchgängiges Mobilitätsmanagement erlauben. Mit Open Data wird ein diskriminierungsfreier Zugang zu Verkehrsinformationen für alle Teilnehmer möglich. Ein intermodales Verkehrsinformationssystem für Mobilitätsmanagement zu etablieren und Open Data im Verkehrsdatenbereich zu realisieren bedingt sich gegenseitig.⁴⁵
- **IKT-Infrastruktur für durchgängiges (Multiprovider-) Mobilitätsmanagement:** Definition und Errichtung einer IKT-Infrastruktur für das durchgängige (Multiprovider-) Mobilitätsmanagement. Alle Verkehrsbetreiber müssen – eingebettet in eine Deutschland-Architektur – über standardisierte Schnittstellen die notwendige (Echtzeit-) Information zu Verspätung, Stau, Kapazität etc. zur Verwendung durch Mobilitätsintegratoren bereitstellen.⁴⁶
- **Übergreifende Architektur für multimodalen Verkehrsansatz:** Mobilitäts-Durchgängigkeit ohne eigenes Auto benötigt Multiprovider-Mobilitätsmanagement. Mobilitätsintegratoren stellen Mobilitätsangebote regional oder zielgruppenspezifisch bereit. Verkehrsbetreiber stellen die Basisdaten ihrer Angebote/Kapazitäten/Betriebslagen allen Mobilitätsintegratoren bereit. Hierfür ist die deutschlandweite Architektur zu definieren, das Geschäftsmodell für die resultierende *Infrastruktur* zu entwickeln und die *Infrastruktur* aufzubauen.⁴⁷
- **Echtzeit-Verkehrsinformation:** Echtzeit-Verkehrsinformation ist einer der Grundbausteine für eine Vielzahl von Anwendungen, die zu einer optimalen und wirtschaftlichen Nutzung von Verkehrsinfrastruktur, verbessertem Verkehrsfluss, effizienterer Steuerung logistischer Prozesse sowie optimierter Reiseorganisation beitragen.⁴⁸
- **Social Traffic Information:** Traffic Flow & Traffic Incident Daten für navigationsspezifische Services, Points of Interests: Sammlung und Weitergabe von Informationen an weitere Verkehrsteilnehmer und Behörden / verkehrsspezifischer Informationsaustausch.⁴⁹
- **Planung des Infrastrukturausbaus mit öffentlicher Teilfinanzierung:** Aufgrund der hohen Komplexität eines übergreifenden Verkehrssystems (Straße, Wasser, Schiene, Luft) und der starken hoheitlichen Regulierung des Betriebs, muss eine Planung ausgearbeitet werden, die es den

⁴¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁴⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁴⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁴⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁴⁹ Böhm et al. (2012)

privaten Marktteilnehmern ermöglicht, mit öffentlicher Teilfinanzierung (PPP) die neuen Geschäftsmodelle erfolgreich umzusetzen, ohne ein überhöhtes Finanzierungsrisiko einzugehen.⁵⁰

- **Neukonzipierung von Geschäftsmodellen:** Der Bau der *Infrastruktur* wird über ein neu bestimmtes Geschäftsmodell finanziert. Zusammenspiel von Basisdiensten und Mobilitätsintegratoren Effizienzgewinne und Wachstumspotenziale Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen Steigender Stellenwert von Verkehrsdaten Sensor-, Ortungs- und Kommunikationstechnologien in Verkehrsmitteln und Ladungsträgern.⁵¹

6.5.1.3 Besser fließender Verkehr mit weniger Zeitverlusten⁵²

- **Dynamische Verkehrslenkung:** Dynamische Verkehrssteuerung bezeichnet die optimierte Steuerung des Verkehrs. Um diese zu realisieren, benötigen Länder und Kommunen Echtzeitdaten (Floating Car Data), die helfen, den Verkehr verlässlich zu analysieren. Auf Basis dieser Echtzeitdaten kann eine dynamische Verkehrslenkung durchgeführt werden, die intelligent auf das Verkehrsaufkommen reagiert und somit Staus minimiert oder vermeidet.⁵³
- **Verkehrsdaten-Verbundsystem:** In einem intermodalen Verkehrsdaten-Verbundsystem werden zur Vernetzung von Güter- und Transportverkehr mit dem Individualverkehr Daten und Informationen ausgetauscht. Über das Verbundsystem sind auch Transaktionen möglich, z.B. die Buchung mehrerer Verkehrsmittel über ein Ticket. Ein Verkehrsdaten-Verbundsystem dient der optimalen Ausnutzung der Verkehrsinfrastruktur.⁵⁴
- **Echtzeit-Verkehrsüberwachung:** Echtzeit-Verkehrsüberwachung dient der jederzeit aktuellen Information aller Verkehrsteilnehmer über Staus oder andere Verzögerungen im Straßenverkehr. Sie ist die Grundlage für Dienste wie verkehrsstrategische Routenplanung oder dynamische Verkehrslenkung.⁵⁵
- **Car-to-Car-Kommunikation (Teilaspekt der Umgebungskommunikation⁵⁶):** Mit Car-to-Car Kommunikation bezeichnet man den Austausch von Informationen und Daten zwischen Kraftfahrzeugen mit dem Ziel, dem Fahrer frühzeitig kritische und gefährliche Situationen zu melden. Der Fahrer wird vor gefährlichen Wetter-, Fahrbahn-, Verkehrs- oder Fahrzuständen in der direkten Umgebung gewarnt. Berücksichtigung von Sicherheits- und Privacy-Aspekten notwendig.⁵⁷
- **Car-to-X-Kommunikation (Teilaspekt der Umgebungskommunikation⁵⁸):** Car-to-X-Kommunikation bildet einen Oberbegriff für verschiedene Kommunikationstechniken in der Automotive-Technik, die eine Vernetzung von Autos mit der *Infrastruktur* ermöglichen. Fahrzeuge und *Infrastruktur* können somit in Echtzeit Informationen austauschen, wodurch der Verkehr vorausschauender als bisher geleitet werden kann. Car-to-X-Kommunikation führt so zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Berücksichtigung von Sicherheits- und Privacy-Aspekten notwendig.^{59 60}
- **Kooperative Signalsteuerung:** Intelligente Steuerung der Verkehrssignalanlagen unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslage und der Zuhilfenahme der Daten anderer Verkehrsteilnehmer (ad-hoc Networks – V2V, V2I). Dies ermöglicht den effizienten Verkehrsdurchfluss, Verringerung an CO₂-Emissionen, erhöhte Sicherheit.⁶¹

⁵⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁵¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁵² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁵³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁵⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁵⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁵⁶ Münchner Kreis (2011)

⁵⁷ Fishman (2012)

⁵⁸ Münchner Kreis (2011); siehe auch Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2013)

⁵⁹ Fishman (2012); siehe auch Arbeitsgruppe des Nationalen IT-Gipfels (2013)

⁶⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶¹ Böhm et al. (2012)

- **Verkehrsstrategische Routenplanung:** Verkehrsstrategische Routenplanung basiert auf Daten aus Verkehrsleitsystemen. Je nach Auslastungsgrad der Verkehrsinfrastruktur werden verschiedene Alternativen der Routenplanung automatisiert verglichen und die jeweils günstigste Variante dynamisch zur Zielführung ausgewählt.⁶²
- **Managed Roadspace:** Erhöhung des Verkehrsdurchsatzes und optimale Auslastung der *Infrastruktur* mit Einführung dynamische Tarife zur Erreichung eines optimalen Reiseergebnisses. erzielt wird.⁶³
- **Einführung verschiedener Kostenmodelle:** Zeitlich unkritische Fahrten können auf ruhigere Zeiten verschoben werden und so die Auslastung erhöhen. Dazu ist die Einführung eines angepassten, flexiblen und schnell (re-)konfigurierbaren Mautsystems nötig. Preisfestsetzung erfolgt auch in Abhängigkeit der Routenwahl (fast lane vs. slow lane), des verwendeten Verkehrsmittels.⁶⁴
- **Verkehrsleitsysteme:** Verkehrsleitsysteme dienen dem Erfassen, Übermitteln, Verarbeiten und Nutzen verkehrsbezogener Daten mit dem Ziel der effizienten Organisation, Information und Lenkung des Verkehrs unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Verkehrsleitsysteme als Basis einer aktiven Verkehrslenkung tragen dazu bei, dass der Verkehrsfluss verbessert und Zeitverluste vermieden werden können.⁶⁵
- **Mobilitätsapps:** *Intelligente Verkehrsnetze* und die damit verbundene vielfältigere und komfortablere Mobilität brauchen vernetzte und echtzeitfähige „Mobilitätsapps“, um Anwendern das volle Potenzial der Systeme bereitzustellen und so auch direkten Einfluss auf den Verkehr ausüben zu können. Eine Planung, Buchung, Reservierung, Ticketing und Bezahlung über diese App ist möglich.⁶⁶
- **Echtzeit-Verkehrsinformation:** Echtzeit-Verkehrsinformation ist einer der Grundbausteine für eine Vielzahl von Anwendungen, die zu einer optimalen und wirtschaftlichen Nutzung von Verkehrsinfrastruktur, verbessertem Verkehrsfluss, effizienterer Steuerung logistischer Prozesse sowie optimierter Reiseorganisation beitragen.⁶⁷
- **Verkehrsflussanalysen:** Analyse der Anzahl an Verkehrsteilnehmern (i.d.R. Fahrzeuge), die eine vorab definierte Flächeneinheit oder virtuelle Linie pro Zeiteinheit durch- bzw. überqueren. Die Analyse kann sowohl auf Ebene von Einzelfahrzeugen (mikroskopische Ebene) als auch auf kollektiver Ebene (makroskopische oder mesoskopische/kinetische Ebene) erfolgen. Verkehrsflussanalysen können u.a. als Mehrwertdienst basierend auf Mautsystemen angeboten werden.⁶⁸
- **Wegweisierungshilfen:** IKT-gestützte Assistenzsysteme für Kraftfahrzeuge zur optionalen Unterstützung bei Navigation und Zielortsfindung. Wegweisierungshilfen können u.a. als Mehrwertdienst basierend auf Mautsystemen angeboten werden.⁶⁹

6.5.1.4 Effizientere Steuerung logistischer Prozesse⁷⁰

- **Automatisierte Zertifizierungen für Gefahrgüter- und Lebensmittel-Logistik:** Sowohl für die Lebensmittel-Logistik, als auch für die Gefahrgüter-Logistik gelten strenge gesetzliche Zertifizierungs- und Dokumentationsvorschriften. Für bestimmte Modalitäten des Transports wie die Einhaltung von Kühlketten (Lebensmittel-Logistik) oder Zusammenladungsverbote von Gefahrgütern und Nachweis vorgeschriebener Routenpläne (Gefahrgüter-Logistik) können mittels IKT automa-

⁶² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶³ Baums & Scott (2013)

⁶⁴ Baums & Scott (2013); Geisberger & Broy (2012)

⁶⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁶⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

tisierte Zertifizierungen erstellt und an Kontrollbehörden übertragen werden. Vorteile sind Effizienzgewinne und eine optimierte Kontrolle durch die Behörden.⁷¹

- **Dynamic last mile delivery:** Dynamische Anpassung der Lieferzeiten über Kalenderabgleich zwischen Lieferunternehmen und Empfängern.⁷²
- **Zulaufkontrollen für die Industrie:** Das Prinzip der Just-in-time-Produktion erfordert einen abgestimmten Produktions- und Materialfluss entlang einer Lieferkette. Dies ist nur durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und Abnehmern zu erreichen. Zulaufkontrollen ermöglichen es der Industrie, ihre Produktionsprozesse dynamisch an Verzögerungen im Zulieferprozess anzupassen, indem Störungen mittels IKT früher als bisher identifiziert und automatisch kommuniziert werden.⁷³
- **City-Hubs:** City-Hubs sind Spediteur- bzw. Logistikdienstleister-unabhängige logistische Drehscheiben, durch welche die Belieferung des Einzelhandels und der Industrieunternehmen in Stadtgebieten erfolgt. Vom City-Hub ausgehend werden in Richtung Stadtgebiet ausschließlich Elektrofahrzeuge eingesetzt. Der Betrieb von City-Hubs und die Belieferung mit E-Fahrzeugen lassen sich durch vernetzte IKT umsetzen, die Lücken im Mobilitätsnetz bzw. Logistiknetz schließt und dynamische Zustell- und Abholtouren erlaubt. Die Suche nach wettbewerbs-, haftungs- und versicherungs- rechtlichen Lösungen sowie Lösungen für Datenschutz und kommerzielle Aspekte, sodass expeditionelle Wettbewerber gemeinsam in City-Hubs operieren können.⁷⁴
- **Tracking & Tracing:** Tracking & Tracing gibt Auskunft darüber, wo sich Waren zu einem bestimmten Zeitpunkt befinden. Es ermöglicht auch die Erfassung davon, was mit Rohstoffen, Halbfertigfabrikaten und Endprodukten bei ihrem Gang durch die Produktionskette geschehen ist. Falls notwendig, lässt sich dadurch auch nachträglich der gesamte Versandprozess und gegebenenfalls der gesamte Herstellungsprozess rückverfolgen (e.g. Real Time Cargo Monitoring End-to-End Solution).⁷⁵
- **Intelligente Steuerung von Ladungsträgern:** Das zunehmende Transportaufkommen und die begrenzten Transportkapazitäten erfordern eine effizientere Nutzung von Ladekapazitäten. Um vorhandene Kapazitäten besser zu planen und ausnutzen zu können, wird mittels Sensorik und IKT Transparenz über Verfügbarkeit und Zustand aller Ladungsträger geschaffen. Technische und organisatorische Herausforderungen bei der Disposition, Verfügbarkeits- und Standortermittlung leerer Ladungsträger können so bewältigt werden.⁷⁶
- **Smart Logistic:** Smart Logistic ermöglicht automatisierte Verkehrsflüsse, die auf Sensordaten und zentralen IT-Funktionen basieren. Ziel von Smart Logistic ist die Einsparung von Wegen und Kosten.⁷⁷
- **Dynamische Tourenplanung:** Von einer dynamischen Tourenplanung spricht man dann, wenn sich die Auftrags- oder Dispositionsfrage von Transportdienstleistern während der Planung dynamisch verändert. Die Tourenplanung wird durch Echtzeitinformationen zur aktuellen Verkehrslage unter Nutzung von IKT unterstützt, sodass die Clusterung und das Routing von Touren dynamisch an die jeweilige Situation angepasst werden können. Dadurch ist eine effizientere Zuordnung von Fahrzeugen zu Aufträgen und für jedes Fahrzeug eine optimale Reihenfolge der zu bedienenden Auftragsstandorte möglich.⁷⁸
- **Überwachung gesetzlich vorgeschriebener Lenk- und Ruhezeiten:** In Deutschland gelten für den Lastverkehr gesetzlich vorgeschriebene Lenk- und Ruhezeiten. Über vernetzte Telematiksys-

⁷¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷² Böhm et al. (2012)

⁷³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁷⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

teme kann die Einhaltung zukünftig umfassender, schneller und kostengünstiger überprüft und nachgewiesen werden. Auslesezeiten werden erheblich reduziert, wodurch sich auch für die Anwender Effizienzgewinne ergeben.⁷⁹

- **Ankunftszeitschätzung:** Verkehrsabhängige Ankunftszeitschätzungen berücksichtigen neben der aktuellen Geschwindigkeit und der gewählten Route auch weitere Informationen aus Verkehrsinformationssystemen, z.B. bezüglich Staus oder Baustellen. In der Logistik können automatisch mittels IKT übermittelte Ankunftszeitschätzungen zu Prozessoptimierungen beitragen, wenn die Produktion dynamisch an die Zulieferung angepasst wird.⁸⁰
- **Echtzeit-Verkehrsinformation:** Echtzeit-Verkehrsinformation ist einer der Grundbausteine für eine Vielzahl von Anwendungen, die zu einer optimalen und wirtschaftlichen Nutzung von Verkehrsinfrastruktur, verbessertem Verkehrsfluss, effizienterer Steuerung logistischer Prozesse sowie optimierter Reiseorganisation beitragen.⁸¹
- **Schaffung eines Branchenstandards:** Schaffung eines Branchenstandards und einer einheitlichen hardware- und softwaretechnischen Plattform sowie die Entwicklung von kostengünstigen Modulen, um Ladungsträger möglichst direkt bei der Produktion wirtschaftlich sinnvoll aus- zu- statten. Hier sind vor allem technische Lücken im Bereich der Energieversorgung und im Bereich der Vernetzungsprotokolle zu schließen und die Variantenvielfalt der Ladungsträger, die oft sehr langen Durchlaufzeiten und die komplexen Behältermanagementprozesse zu berücksichtigen.⁸²
- **Einheitliche Auto-ID-Standards und -Techniken:** Um Ladungsträger automatisiert identifizieren und möglichst effizient einsetzen zu können, sind einheitliche Auto-ID-Standards und -Techniken notwendig, anhand derer die Ladungsträger weltweit eindeutig identifiziert und zugeordnet werden können.⁸³
- **Neukonzipierung von Geschäftsmodellen:** Der Bau der *Infrastruktur* wird über ein neu bestimmtes Geschäftsmodell finanziert. Zusammenspiel von Basisdiensten und Mobilitätsintegratoren Effizienzgewinne und Wachstumspotenziale Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen Steigender Stellenwert von Verkehrsdaten Sensor-, Ortungs- und Kommunikationstechnologien in Verkehrsmitteln und Ladungsträgern.⁸⁴

6.5.1.5 Erhöhung der Verkehrssicherheit⁸⁵

- **Verkehrsleitsysteme:** Verkehrsleitsysteme dienen dem Erfassen, Übermitteln, Verarbeiten und Nutzen verkehrsbezogener Daten mit dem Ziel der effizienten Organisation, Information und Lenkung des Verkehrs unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Verkehrsleitsysteme als Basis einer aktiven Verkehrslenkung tragen dazu bei, dass der Verkehrsfluss verbessert und Zeitverluste vermieden werden können.⁸⁶
- **Emergency-Call und Break-Down-Call:** Bei Emergency-Call (eCall) handelt es sich um ein automatisches Notrufsystem für Kraftfahrzeuge, das ab Oktober 2015 EU-weit verpflichtend in alle neuen Modelle von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen eingebaut werden muss. Im Fahrzeug installierte Geräte sollen einen Verkehrsunfall automatisch an die einheitliche europäische Notrufnummer 112 melden und durch die schneller initiierten Rettungsmaßnahmen helfen, die Zahl der Verkehrstoten zu senken sowie die Schwere von Verletzungen im Straßenverkehr zu reduzieren. Mittels Break-Down-Call (bCall) werden im Falle einer Autopanne automatisch die Ortsdaten des

⁷⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁸³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁸⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

⁸⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

Fahrzeugs sowie Diagnosedaten der Onboard-Systeme an eine Leitstelle übermittelt, die entsprechend der ausgewerteten Daten Hilfe organisiert.⁸⁷

- **Warnsystem für den Transport gefährlicher Güter:** Gefahrguttransporte unterliegen besonderen gesetzlichen Vorschriften. Um deren Einhaltung nachzuweisen und darüber hinaus automatische Warnsysteme z.B. für Unfälle beim Transport gefährlicher Güter zu etablieren, kann IKT in Fahrzeugen (z.B. RFID-Technologie in Kombination mit Mobilfunktechnologien) oder auf regelmäßig betroffenen Verkehrswegen (Car-to-X Kommunikation) eingesetzt werden.⁸⁸
- **Automatische Störungsüberwachung in Fahrzeugen:** Eine Automatische Störungsüberwachung in Fahrzeugen mittels Sensorik kann in Kombination mit Car-to-X Kommunikation dazu genutzt werden, andere Verkehrsteilnehmer vor Gefahrenstellen (z.B. durch liegengebliebene Fahrzeuge) zu warnen und schnelle Hilfe für die Betroffenen bereitzustellen. Dadurch kann die Verkehrssicherheit erhöht werden.⁸⁹
- **Dynamische Verkehrslenkung:** Dynamische Verkehrssteuerung bezeichnet die optimierte Steuerung des Verkehrs. Um diese zu realisieren, benötigen Länder und Kommunen Echtzeitdaten (Floating Car Data), die helfen, den Verkehr verlässlich zu analysieren. Auf Basis dieser Echtzeitdaten kann eine dynamische Verkehrslenkung durchgeführt werden, die intelligent auf das Verkehrsaufkommen reagiert und somit Staus minimiert oder vermeidet.⁹⁰
- **Car-to-Car-Kommunikation:** Mit Car-to-Car Kommunikation bezeichnet man den Austausch von Informationen und Daten zwischen Kraftfahrzeugen mit dem Ziel, dem Fahrer frühzeitig kritische und gefährliche Situationen zu melden. Der Fahrer wird vor gefährlichen Wetter-, Fahrbahn-, Verkehrs- oder Fahrzuständen in der direkten Umgebung gewarnt.⁹¹
- **Car-to-X-Kommunikation:** Car-to-X-Kommunikation bildet einen Oberbegriff für verschiedene Kommunikationstechniken in der Automotive-Technik, die eine Vernetzung von Autos untereinander und mit der *Infrastruktur* ermöglichen. Fahrzeuge und *Infrastruktur* können somit in Echtzeit Informationen austauschen, wodurch der Verkehr vorausschauender als bisher geleitet und eine Erhöhung der Verkehrssicherheit gewährleistet werden kann.⁹²
- **Echtzeit-Verkehrsüberwachung:** Echtzeit-Verkehrsüberwachung dient der jederzeit aktuellen Information aller Verkehrsteilnehmer über Staus oder andere Verzögerungen im Straßenverkehr. Sie ist die Grundlage für Dienste wie verkehrsstrategische Routenplanung oder dynamische Verkehrslenkung.⁹³
- **Pay per use-Versicherungen:** Nutzungsbasierte Tarife ermöglichen Versicherungsnehmern, verursachungsgerechte, also an ihrem tatsächlichen Fahrverhalten bemessene Kfz-Versicherungsbeiträge zu bezahlen. Verhaltensbezogene Daten (bspw. Fahrhäufigkeit, Uhrzeiten, Brems- und Beschleunigungsverhalten) werden kontinuierlich mittels eingebetteter Sensorik erhoben und in regelmäßigen Abständen über drahtlose Funktechnologien (z.B. UMTS) an den Versicherer übermittelt, der darauf basierend an neuen (mobilen) Ökosystemen und Wertschöpfungsketten teilnehmen und neue profitable Services anbieten kann. Autofahrer mit Pay-per-use-Versicherungen haben indes starke Anreize, ihre Versicherungsbeiträge durch Anpassung des Fahrverhaltens zu senken, was auf kollektiver Ebene zu einer Steigerung der allgemeinen Verkehrssicherheit beitragen kann.⁹⁴

⁸⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁸⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

6.5.1.6 Optimierte Reiseorganisation⁹⁵

- **Mobilitäts-Apps:** Mobilitäts-Apps stellen anwenderorientierte Informations-, Ortungs- und Navigationsdienste zur Verfügung. *Intelligente Verkehrsnetze* und die damit verbundene vielfältigere und komfortablere Mobilität brauchen vernetzte und echtzeitfähige Mobilitäts-Apps, die auf Smart Mobility Konzepten basieren. Mobilitäts-Apps dienen der Schließung informatorischer Lücken – z. B. beim Wechsel zwischen der Bahn und einem Fahrzeug. Reisende werden damit lückenlos durch alle Verkehrsmittel und Umsteigepunkte bis zum Ziel geführt. Eine tiefe Integration und Vernetzung der Verkehrsmittel in Mobilitäts-Apps sind Voraussetzung für eine Individualisierung und Personalisierung von Verkehrsdiensten.⁹⁶
- **Intermodale Mobilitätsplanung/ Integrierte Mobilitätsdienste:** Intermodale Mobilitätsplanung bezieht zur Nutzung komplexer Mobilitätsketten sämtliche Verkehrsmittel in die Transport- und Reiseplanung ein. Hierzu ist eine intelligente Verknüpfung von Informationen von Verkehrsträgern (wie Fahrpläne und Routeninformationen) notwendig. Intermodale Mobilitätsplanung ermöglicht eine Nutzung von Mobilitätsressourcen unter Einsatz vernetzter Technologien in Echtzeit, um eine effizientere Nutzung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsträger zu gewährleisten.⁹⁷
- **Echtzeit-Verkehrsinformation:** Echtzeit-Verkehrsinformation ist einer der Grundbausteine für eine Vielzahl von Anwendungen, die zu einer optimalen und wirtschaftlichen Nutzung von Verkehrsinfrastruktur, verbessertem Verkehrsfluss, effizienterer Steuerung logistischer Prozesse sowie optimierter Reiseorganisation beitragen.⁹⁸
- **Car-Sharing:** Car-Sharing ist die organisierte gemeinschaftliche Nutzung eines oder mehrerer Automobile. Car-Sharing erlaubt anders als konventionelle Autovermietungen auch ein kurzzeitiges Anmieten von Fahrzeugen. Lücken im öffentlichen Personenverkehr können durch einfachen Zugriff auf Bedarfsangebote wie Car-Sharing gefüllt werden.⁹⁹
- **Verkehrsträgerübergreifendes Ticketing:** Ein verkehrsträgerübergreifendes Ticketing im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) fördert Intermodalität in der Nutzung unterschiedlicher Verkehrsträger.¹⁰⁰
- **Dynamic Car Sharing:** Plattformen zur ad hoc Generierung von Fahrgemeinschaften.¹⁰¹
- **Rufbus:** Lücken im öffentlichen Personenverkehr werden durch einfachen Zugriff auf Bedarfsangebote wie den Rufbus gefüllt. Ziel von Rufbussen ist die Bereitstellung eines Mindestangebotes an Mobilität in Bereichen mit geringem Fahrgastaufkommen. Die Spannweite reicht vom bedarfsorientierten Taktbetrieb bis zur Einzelbedienung auf Bestellung (Rufsäule an der Haltestelle oder spezielle Telefonnummer einer Leitstelle). Durch diese dynamische Anpassung des Angebots an den Bedarf lassen sich Nahverkehrsangebote optimieren.¹⁰²
- **Call a Bike:** Fahrradverleihsysteme als Ergänzung und Erweiterung des ÖPNV.

6.5.1.7 Umweltorientiertes, verlässliches Verkehrsmanagement¹⁰³

- **Elektromobilität:** Elektromobilität bezeichnet die Nutzung von Elektrofahrzeugen für die Erfüllung der unterschiedlichen individuellen Mobilitätsbedürfnisse. Ziel eines umweltorientierten Verkehrsmanagements ist die Etablierung von umfassenden *Infrastrukturen* und Anreizen für die

⁹⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹⁷ Geisberger & Broy (2012)

⁹⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

⁹⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰¹ Böhm et al. (2012)

¹⁰² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

Wirtschaft, wie auch für den individuellen Personenverkehr, um einen Umstieg auf elektrobetriebene Fahrzeuge zu forcieren.¹⁰⁴

- **Entwicklung von E-Fahrzeugen und passenden Logistikkonzepten:** Die Entwicklung von leistungsfähigen, praktikablen E-Fahrzeugen und dazu passenden Logistikkonzepten, welche eine zuverlässige Versorgung der Innenstädte auch mit palettierter bzw. manuell schwer handhabbarer Ware zulassen.¹⁰⁵
- **Forcierung der Elektromobilität:** Die Etablierung von umfassenden *Infrastrukturen* und Anreizen für die Wirtschaft, wie auch für den Personenverkehr, um einen Umstieg auf elektrobetriebene Fahrzeuge zu forcieren.¹⁰⁶
- **Verursachungsgerechte Mauterhebung:** Durch Dynamisierung der Mautgebühren, beispielsweise anhand der Fahrleistung (km/ Achsen etc.) und/oder der Verkehrssituation (höhere Gebühr bei stärkerer Auslastung), können individuelles Fahrverhalten und Routenplanung verändert und so Verkehrsströme aktiv beeinflusst werden (vergleichbar zu dynamischen Stromtarifen im Energiesektor).¹⁰⁷
- **Umweltdatenerfassung:** Die Erfassung aktueller Umweltdaten, flankiert durch die Modellierung zu erwartender Emissionen (Emission Modeling) sowie die Einbeziehung dieser Daten in dynamische Verkehrssteuerungssysteme leisten einen maßgeblichen Beitrag zur Realisierung ""grüner"" Mobilitätskonzepte (z.B. verkehrsträgerübergreifende Elektromobilität).¹⁰⁸
- **Smart Parking:** Smart Parking umfasst zum einen intelligente städtische Parkleitsysteme, die Autofahrer über dynamische und statische Anzeigetafeln oder über vernetzte Navigationsgeräte zu einem freien Parkplatz leiten. Die Systeme helfen, Staus in und um Parkplätze bzw. Parkhäuser zu vermeiden. Auf Autobahnen kann Smart Parking dazu dienen, durch Vorausbuchung von LKW-Parkplätzen über vernetzte Systeme Überbelegungen von Rasthöfen zu vermeiden und damit knappe Stellflächen besser zu allokalieren. In beiden Fällen reduziert Smart Parking den Parksuchverkehr, wodurch negative Umwelteinflüsse vermieden werden können.¹⁰⁹
- **Verkehrsdaten-Verbundsystem:** Zur Vernetzung von Güter- und Transportverkehr mit dem Individualverkehr werden in einem intermodalen Verkehrsdaten-Verbundsystem Informationen ausgetauscht. Über das Verbundsystem sind auch Transaktionen möglich, z.B. die Buchung mehrerer Verkehrsmittel über ein Ticket. Ein Verkehrsdaten-Verbundsystem dient der optimalen Ausnutzung der Verkehrsinfrastruktur.¹¹⁰
- **Eco-Driving:** Fahrerassistenz zur umweltbewussten Reise- & Transportplanung und Durchführung (effiziente Reiseplanung, Navigation, Fahrassistenz, Feedback nach der Fahrt).¹¹¹
- **Autonome Fahrzeuge:** Durch Interaktion mit der Umwelt (V2V, V2I, Kommunikation mit Verkehrsmanagementsystemen) sind autonome Fahrzeuge realisierbar.¹¹²

6.5.2 Energie

6.5.2.1 Ausbau der elektrischen Infrastruktur¹¹³

- **Energie wird über das Netz transportiert und zwischen Erzeugern, Verbrauchern und Speichern verteilt:** Die elektrische *Infrastruktur* besteht im Wesentlichen aus Primärtechnik, wie

¹⁰⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

¹⁰⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

¹⁰⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁰⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹¹⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹¹¹ Böhm et al. (2012)

¹¹² Fishman (2012); Münchner Kreis (2011); Geisberger & Broy (2012)

¹¹³ Appelrath et al. (2012)

Transformatoren, Schaltanlagen, Freileitungen und Kabeln, sowie der Sekundärtechnik bestehend aus aktiven Elementen der Schutz- und Leittechnik sowie betrieblich benötigten Funktionalitäten.¹¹⁴

- **Asset Management für Netzkomponenten:** Durch Speicherung der Betriebs- und Belastungshistorie erfolgt ein systemoptimierter Austausch und Wartung von Betriebsmitteln.¹¹⁵
- **Asset Management für dezentrale Erzeugungsanlagen:** Durch Speicherung der Betriebs- und Belastungshistorie erfolgt ein systemoptimierter Aufbau von zusätzlicher Kapazität.¹¹⁶

6.5.2.2 Verfügbarkeit einer systemweiten IKT-Infrastruktur¹¹⁷

- **IKT-Konnektivität:** Das Technologiefeld IKT-Konnektivität bezeichnet die Kommunikationstechnologien und informationstechnischen Voraussetzungen, die zur Auffindung und Anbindung unter garantierten QoS von Energiekomponenten in Smart Grid- Anwendungen notwendig sind. Im Kontext dieses Dokuments realisiert die IT-Infrastruktur den Austausch von Information zwischen allen Akteuren des Smart Grid sowie deren Zugriff auf die im Energienetz vorhandenen Daten, Dienste oder Geräte. Der Zugang muss dabei diskriminierungsfrei und durch Sicherheit, Zuverlässigkeit sowie Berücksichtigung des Datenschutzes gekennzeichnet sein.¹¹⁸
- **Netzleitsysteme:** Netzleitsysteme werden eingesetzt um bestehende Versorgungsnetze zu überwachen, zu steuern und mit der übergeordneten Netzebene zu kommunizieren.¹¹⁹
- **Wide Area Measurement-Systeme:** Das Technologiefeld WAMS fasst Technologien im Feld zur Messung, Übertragung, Archivierung und Visualisierung zeitsynchronisierter Phasorenmesswerte mit hoher Auflösung zusammen. Diese Werte werden genutzt, um Maßnahmen zur Systemstabilisierung zu treffen.¹²⁰
- **Anlagenkommunikations- und Steuersysteme:** Anlagenkommunikations- und Steuerungsmodulare für Erzeugungsanlagen, Verbraucher und Speicher sorgen für die Einbindung der Komponenten in die IKT-Infrastruktur der Smart Grids, sodass sie Messwerte kommunizieren können oder für Steuerungsfunktionen zur Verfügung stehen.¹²¹
- **Advanced Metering Infrastructure:** Eine Advanced Metering Infrastructure (AMI) dient der Verbrauchsmessung, der Abbildung von Smart-Metering-Prozessen sowie der Übertragung und Verarbeitung von Smart-Meter-Massendaten.¹²²

6.5.2.3 Flexibilisierung des Verbrauchs¹²³

- **Regionale Energiemarktplätze:** Regionale Energie-Marktplätze werden eingesetzt, um Industrie, Gewerbe und Privatkunden eine aktive Marktteilnahme zu ermöglichen und um Lastflexibilitäten sowie dezentrale Erzeugung durch neue Tarifsysteme aktiv in den Markt zu integrieren.¹²⁴
- **Prognosesysteme:** Ein Prognosesystem berechnet eine Schätzung für den zukünftigen Zustand einer Messgröße. Im Energiebereich sind das in der Regel verbrauchs- oder erzeugungsbezogene Messgrößen.¹²⁵

¹¹⁴ Appelrath et al. (2012)

¹¹⁵ Appelrath et al. (2012)

¹¹⁶ Appelrath et al. (2012)

¹¹⁷ Appelrath et al. (2012)

¹¹⁸ Appelrath et al. (2012)

¹¹⁹ Appelrath et al. (2012)

¹²⁰ Appelrath et al. (2012)

¹²¹ Appelrath et al. (2012)

¹²² Appelrath et al. (2012)

¹²³ Appelrath et al. (2012)

¹²⁴ Appelrath et al. (2012)

¹²⁵ Appelrath et al. (2012)

- **Industrielles Demand Side Management/Demand Response:** Demand Response (DR) beschreibt eine Einflussnahme auf den zeitlichen Energiebedarf durch Tarife über einen Energielieferanten (bzw. Netzbetreiber) oder über Strompreise an Börsen über ein eigenes Beschaffungsmanagement. Industrielles Demand Side Management (DSM) beschreibt die Möglichkeiten einer direkten Einflussnahme auf Verbrauchsanlagen.¹²⁶

6.5.2.4 Energiesteuerung und -mix¹²⁷

- **Netzautomatisierung:** Im Technologiefeld Netzautomatisierung werden IKT-Komponenten zusammengefasst, die auf Stations- oder Feldebene Daten aus Netzkomponenten und Messumformern verarbeiten oder diese Netzkomponenten steuern.¹²⁸
- **FACTS - Flexible-AC-Transmission-Systeme:** FACTS sind leistungselektronische Steuerungssysteme, um Leistungsflüsse in elektrischen Energieversorgungssystemen zu beeinflussen. In diesem Technologiefeld werden die eingebetteten IKT-Komponenten betrachtet.¹²⁹
- **Integrationstechnik:** Um Interoperabilität, das heißt das Zusammenwirken mehrerer Systeme auf semantischer und syntaktischer Ebene zum Datenaustausch zu ermöglichen, werden diverse Integrationstechniken im Smart Grid genutzt.¹³⁰
- **Handelsleitsysteme:** Ein Handelsleitsystem bzw. ein Handelsleitstand ist ein Werkzeug für Energiehändler zur Analyse und Ausführung des Energiehandels. Insbesondere auch aus dem Betrieb und der Vermarktung dezentraler Erzeugungsanlagen und Verbraucher durch Demand Side Management ergeben sich neue Funktionalitäten.¹³¹
- **Business Services:** Business Services unterstützen und optimieren wesentliche Prozesse eines Unternehmens und kommen auf allen Wertschöpfungsketten der Elektrizitätswirtschaft zum Einsatz.¹³²
- **Smart Appliances:** Mit „Smart Appliances“ werden hier Geräte in Haushalt, Gebäuden und Kleingewerbe bezeichnet, die über eine Möglichkeit der intelligenten Steuerung und eine Kommunikationsbindung verfügen.¹³³
- **Förderung von Smart Grid Akzeptanz:** Es gilt, die Bereitschaft zu stärken, von den neuen Möglichkeiten des Smart Grids Gebrauch machen, indem Informationen und Möglichkeiten der erweiterten Sensorik oder Aktorik, eventuell mit weiteren Diensten, zu einem Produkt kombiniert werden.¹³⁴
- **Preistransparenz schaffen:** (End-)Verbraucherpreise sind in ihren Einzelkomponenten und zeit- sowie lastabhängigen Einflussfaktoren offenzulegen.¹³⁵

6.5.2.5 Neue Services und Produkte¹³⁶

- **Kostenanreize aufzeigen:** Es gilt, Verbraucherpreise und potentielle Einspareffekte durch die Verwendung von Smart Grid Komponenten und Diensten transparent und anwenderfreundlich offenzulegen.¹³⁷

¹²⁶ Appelrath et al. (2012)

¹²⁷ Appelrath et al. (2012)

¹²⁸ Appelrath et al. (2012)

¹²⁹ Appelrath et al. (2012)

¹³⁰ Appelrath et al. (2012)

¹³¹ Appelrath et al. (2012)

¹³² Appelrath et al. (2012)

¹³³ Appelrath et al. (2012)

¹³⁴ Appelrath et al. (2012)

¹³⁵ Appelrath et al. (2012)

¹³⁶ Appelrath et al. (2012)

¹³⁷ Appelrath et al. (2012)

- **Syntaktisch und semantisch auf eine einheitliche Basis für Datenaustausch**
Die Standardisierung stellt die Kommunikation im Smart Grid syntaktisch und semantisch auf eine einheitliche Basis, um die IKT für die oberhalb der Netze liegende *Infrastruktur* Plug & Play-fähig (im Sinne von interoperabel) zu machen.¹³⁸
- **Einheitliche Palette von IKT-Komponenten, Semantiken für Energiedaten**
Neben der Standardisierung der Kommunikationstechnologien kann unter dem allgemeinen Begriff Standardisierung auch eine einheitliche Palette von IKT-Komponenten, Semantiken für Energiedaten oder auch einheitliche Prozesse für ein Smart Grid verstanden werden.¹³⁹
- **Virtuelle Kraftwerkssysteme:** Mit einem virtuellen Kraftwerkssystem (VKSystem) wird eine Anwendung bezeichnet, die mehrere Anlagen zu Stromerzeugung oder des Stromverbrauchs IKT-technisch bündelt und so den Einsatz dieser Anlagen zur Lieferung von Wirkleistung, Systemdienstleistungen oder Regelenergie verbessert.¹⁴⁰
- **Prozess und Wertschöpfungsketten von Strom- und Gasnetz:** Ein wichtiger Baustein zur effizienten Umsetzung der Energiewende könnte die Speicherung von Strom im Gasnetz mithilfe des Power-to-Gas-Konzeptes darstellen. Hierbei wird Strom zur Wasserstoffelektrolyse gegebenenfalls mit anschließender Methanisierung eingesetzt, um das so erzeugte Gas (Wasserstoff H₂ oder Methan CH₄) im Gasnetz zu speichern.¹⁴¹
- **IKT als Grundlage für die technische Umsetzung:** Intelligente IKT in Form eines Energieinformations- und -leitsystems müssen die wesentliche Optimierungsaufgabe übernehmen, um im laufenden Betrieb zu entscheiden, ob ein Versorgungsprozess – angefangen bei dem Erzeugungsprozess einer Energieform bis hin zum Verbrauchsprozess – geschlossen innerhalb einer Energiedomäne ablaufen kann oder ob eine effiziente(re) Prozesskette über die domänenübergreifende Kopplung hinweg existiert.¹⁴²
- **Hybridisierung zwischen Strom- und Gasprozesskette:** Auf Basis der bisherigen Betrachtungen und Bewertungen wird die folgende These aufgestellt: Durch eine Vernetzung sowie eine intensivere, optimierte und abgestimmte Nutzung der bereits vorhandenen *Infrastrukturen* kann eine kostengünstigere und effektivere Möglichkeit zur Erschließung von domänenübergreifenden Flexibilitätspotenzialen für eine effiziente Integration der fluktuierend erzeugenden erneuerbaren Energiequellen genutzt werden als nur in sich optimierten *Einzelinfrastrukturen*.¹⁴³
- **Elektromobilität und größere Nachfrage Variabilität:** Obwohl Elektromobilität noch nicht einen großen Anteil am Verkehrswesen stellt, ist dies ein Beispiel für starke Änderungen und Wandel in der Nachfragen nach Energie. Nachfrageschwankungen werden sich in Zukunft noch verstärken bzw. ändern.¹⁴⁴

6.5.2.6 Kurzfristige Nachfrage nach Netzkapazitäten kann marktgetrieben ermittelt werden¹⁴⁵

- **Regulierungsrahmenbedingungen:** Anreizschaffung und Anpassung der aktuellen Rahmenbedingungen für eine Etablierung von Smart Grids und intendierter Ziele auf Europäischer Ebene.
- **Energierrecht:** Anpassung bzw. Kompatibilitätsprüfung und Interpretation der aktuellen Gesetzgebung auf die intendierten Ziele auf nationaler Ebene.

¹³⁸ Appelrath et al. (2012)

¹³⁹ Appelrath et al. (2012)

¹⁴⁰ Appelrath et al. (2012)

¹⁴¹ Appelrath et al. (2012)

¹⁴² Appelrath et al. (2012)

¹⁴³ Appelrath et al. (2012)

¹⁴⁴ Massachusetts Institute of Technology (2011)

¹⁴⁵ Appelrath et al. (2012), S. 13

6.5.2.7 Datendrehscheibe als Dienstleister für Netz und Markt¹⁴⁶

- **Energieinformationsnetz als Teil der Datendrehscheibe:** Das Energieinformationsnetz kann als Teil der Datendrehscheibe ausgelegt sein, der Zugang sollte über Zugriffsregeln und Berechtigungen geregelt werden.¹⁴⁷
- **Transparentes Verfahren der Datensammlung- und -verarbeitung:** Das Verfahren der Datensammlung- und -verarbeitung muss transparent und diskriminierungsfrei und soweit als möglich anonymisiert und zumindest pseudonymisiert durchgeführt werden.¹⁴⁸

6.5.3 Gesundheit

6.5.3.1 Durchgängiger Informationsaustausch zwischen medizinischen Akteuren¹⁴⁹

- **Vernetzte medizinische Datenbanken:** Durch die Zusammenführung vormals separierter Datensilos entstehen integrierte Datenbanken für Diagnose- und Therapiedaten, die wesentlich zu einer verbesserten Verfügbarkeit von verteiltem medizinischem Praxiswissen beitragen.¹⁵⁰
- **Medizinische Sensor-Plattformen:** Datendrehscheibe/ Marktplatz/ Hub für Sensordaten aus verteilten medizinischen Anwendungen, deren Integration eine verbesserte Verfügbarkeit von Informationen ermöglicht.¹⁵¹
- **Elektronische Patientenakte/ Gesundheitskarte:** Personenbezogene elektronische Akte und zugehörige Identifikationskarte, die Versicherte zur Inanspruchnahme ärztlicher und zahnärztlicher Behandlung berechtigt. Digitale Identifikation und Verfügbarkeit der Akte ermöglichen eine verbesserte Informationstransparenz und damit letztlich eine qualitativ bessere und wirtschaftlichere medizinische Versorgung.¹⁵²
- **Gewährleistung von Datenschutz und Privatsphäre:** Datenzugriff ausschließlich durch autorisiertes Fachpersonal unter Einhaltung strengster Datenschutz und Datensicherheitsvorschriften.
- **Abrechnung telemedizinischer Leistungen:** Telemedizinische und weitere Leistungen können flexibel zwischen Ärzten, Krankenhäusern, Apotheken und Krankenkassen abgerechnet werden.
- **Ärztlicher Befund mit (ärztlichen) Kollegen abstimmen:** Ärztliche Befunde können systemweit mit ärztlichen und ggf. weiteren Akteuren des Gesundheitswesens abgestimmt werden.

6.5.3.2 Erhöhte Qualität und Wirtschaftlichkeit der Versorgung¹⁵³

- **Echtzeitüberwachung medizinischer Geräte:** Das Monitoring von empfindlichen und hochwertigen medizinischen Geräten mittels Sensoren und IP-basierter Konnektivität kann zu frühzeitiger Störungserkennung und -beseitigung beitragen. Auf diese Weise wird die Wirtschaftlichkeit des Geräteeinsatzes sowie die Verfügbarkeit verbessert.¹⁵⁴
- **Diagnose und Monitoring via Telehealth:** Verbindung von Ärzten, Patienten und Pflegekräften insbesondere um Patienten mit chronischen Erkrankungen behilflich zu sein sowie um die Patienten im Selbstmanagement Ihrer Erkrankung zu unterstützen.¹⁵⁵

¹⁴⁶ Appelrath et al. (2012), S. 13

¹⁴⁷ Appelrath et al. (2012), S. 13

¹⁴⁸ Bundesnetzagentur (2011), S. 13

¹⁴⁹ XMedia Solutions AG (2013), S. 4

¹⁵⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **Telemedizin auf Basis von Realzeitnetzen:** Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer zeitlichen oder räumlichen Distanz mittels Informations- und Kommunikationstechnologien (ggf. in Echtzeit).
- **Prognose von Gesundheitsrisiken auf Basis von Vitalparametern:** Elektronisches Gesundheitsmonitoring ermöglicht individuellen Zustand zu verfolgen und Gesundheitsrisiken vorherzusagen.¹⁵⁶
- **Elektronische Patientenakte/ Gesundheitskarte:** Personenbezogene elektronische Akte und zugehörige Identifikationskarte, die Versicherte zur Inanspruchnahme ärztlicher und zahnärztlicher Behandlung berechtigt. Digitale Identifikation und Verfügbarkeit der Akte ermöglichen eine verbesserte Informationstransparenz und damit letztlich eine qualitativ bessere und wirtschaftlichere medizinische Versorgung.¹⁵⁷

6.5.3.3 Flächendeckender Zugang zu medizinischer Versorgung¹⁵⁸

- **Online-Arztvisite:** Medizinischer Handlungsakt, bei dem der Arzt über Distanz mit dem Patienten spricht. Wird auf Wunsch des Patienten initiiert.¹⁵⁹
- **Telekonsultation:** Medizinischer Handlungsakt, bei dem im Falle einer Beteiligung des Patienten der Arzt über Distanz mit ihm spricht oder ohne Beteiligung eines Patienten mehrere Ärzte über Distanz kommunizieren.¹⁶⁰
- **Patienten-Monitoring/ Fernüberwachung/ Telemonitoring:** Drahtlose Überwachung der Vitaldaten und Umgebungsparameter von Patienten aus der Ferne sowie Austausch dieser Daten zwischen medizinischen Experten, realisiert durch den Einsatz moderner Übertragungstechnik. Fernübertragung ermöglicht flächendeckende Versorgung mit medizinischen Leistungen.¹⁶¹

6.5.3.4 Umsetzung technischer Assistenzsysteme zur Erhöhung der medizinischen Versorgung¹⁶²

- **Nutzerverwaltung, Datenschutz und Sicherheit:** Dezentrale Nutzerdatenverwaltung, Zertifikate, Datenschutz und Datentransportsicherheit bilden die Grundlage technischer Assistenzsysteme.¹⁶³
- **Fernwartung und -installation:** Möglichkeiten zur Fernwartung sichern ordnungsgemäße Funktion und schnelle Fehlerbeseitigung.¹⁶⁴
- **Integration von Infrastruktur und Endgeräten:** Verknüpfung von nichtmedizinischer und medizinischer *Infrastruktur* wird durch Integrationstests und anschließende Feldtests sichergestellt.¹⁶⁵
- **Einheitliche Bedienung und Nutzerschnittstellen:** Plattformübergreifende Bedienkonzepte, eine einheitlichen Interaktionslogik und ein einheitliches visuelles Erscheinungsbild sollte bei der Integration vielfältiger Dienste und Anwendungen sichergestellt werden.¹⁶⁶

¹⁵⁶ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁵⁷ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁵⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁵⁹ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁶⁰ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁶¹ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁶² Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶³ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶⁵ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

6.5.3.5 Individualisierte Betreuung unter Berücksichtigung von Datensicherheit und Privatsphäre

- **Hochsichere Verschlüsselungsverfahren zur Übermittlung sensibler Daten:** Moderne und hochsichere Verschlüsselungsalgorithmen sollten für die Übermittlung sensibler Daten verwendet werden.
- **Anonymisierungsverfahren zur übergeordneten Datenauswertung für Forschungs- und Behandlungszwecke:** Eine Anonymisierung individueller Daten ermöglicht eine datenschutzkonforme Verknüpfung verschiedener Datensätze zur weitergehenden Auswertung für Behandlungs- und Forschungszwecke.
- **Einsatz von Big Data Auswertungs- und Analyseverfahren:** Eine individualisierte Betreuung wird kostengünstig durch weitgehend automatisierte Big Data Auswertungs- und Analyseverfahren ermöglicht.
- **Sichere mobile und kabelgebundene Übertragungstechnologien:** Kabelgebundene und mobile Datenübertragung erfolgt unter Berücksichtigung aktueller Sicherheitsstandards.

6.5.3.6 Länger selbstständige im häuslichen Umfeld leben¹⁶⁷

- **Schnelle Hilfe im Alltag durch sensorgestützten und intelligenten Hausnotruf:** Moderne Geräte unterstützen im Notfall auch zu Hause. In der Wohnung installierte Sensoren unterscheiden, ob sich jemand bückt oder stürzt und Hilfe benötigt. Erkennt die Software einen Hilfsbedarf, benachrichtigt sie eine Notrufleitstelle, die über eine Freisprecheinrichtung Kontakt mit dem Hilfesuchenden aufnimmt.¹⁶⁸
- **Patienten-Monitoring/ Fernüberwachung/ Telemonitoring:** Drahtlose Überwachung der Vitaldaten und Umgebungsparameter von Patienten aus der Ferne sowie Austausch dieser Daten zwischen medizinischen Experten, realisiert durch den Einsatz moderner Übertragungstechnik. Fernübertragung ermöglicht flächendeckende Versorgung mit medizinischen Leistungen.¹⁶⁹
- **Automatische Sturzdetektion:** Eine drahtlose sensorische Überwachung von Patienten aus der Ferne mit Beschleunigungsmessern ermöglicht eine starke Verkürzung von Reaktionszeiten im Falle eines Sturzes.¹⁷⁰
- **Selbstmonitoring von Vitaldaten:** Die Eigenkontrolle und Steuerung von Monitoring-Geräten zur Vitaldatenerfassung ermöglicht eine stärkere Partizipation von Patienten und daraus folgend eine erhöhte Wirtschaftlichkeit der medizinischen Behandlung.¹⁷¹

6.5.3.7 Intensivierung des Arzt-Patienten-Verhältnisses¹⁷²

- **Termine online buchen:** Medizinische Leistungserbringer geben Termine in einem Portal für Patienten und überweisende Ärzte direkt frei.¹⁷³
- **Arzt-Patienten-Portale:** Die aggregierte und online verfügbare Arztbewertung durch Patienten erhöht beidseitig die Transparenz hinsichtlich der wahrgenommenen Servicequalität und trägt damit zur Verbesserung des Arzt-Patienten-Verhältnisses bei. Regelmäßige Patientenbefragungen in elektronischer Form können aufgrund ihrer geringen Kosten in geringen Abständen durchgeführt werden und erhöhen somit die Transparenz hinsichtlich der wahrgenommenen Servicequalität.¹⁷⁴

¹⁶⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶⁸ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012)

¹⁶⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷³ XMedia Solutions AG (2013)

¹⁷⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **Elektronische Feedback- und Kontrollbefragungen:** Regelmäßige Patientenbefragungen in elektronischer Form können aufgrund ihrer geringen Kosten in geringen Abständen durchgeführt werden und erhöhen somit die Transparenz hinsichtlich der wahrgenommenen Servicequalität.¹⁷⁵

6.5.4 Bildung

6.5.4.1 Erhöhung von Effektivität und Qualität des Lehrbetriebs¹⁷⁶

- **Learning Analytics:** Messung, Sammlung, Analyse und Reporting von persönlichen lernbezogenen Daten zum Zwecke der Optimierung des Lernprozesses sowie der Umgebung, in welcher der Prozess stattfindet. Erhöht durch die Individualisierung des Lernprozesses die Effektivität des Lehrbetriebs.¹⁷⁷
- **Übergreifende Lernplattformen:** Kombination von Suchmaschine, Arbeitsplatz, Dokumententeilung.
- **Intelligent-Adaptive Systeme:** Diese mit Methoden der Künstlichen *Intelligenz* unterstützten Lernsysteme rekurren bei der Unterstützung von Lehrenden und Lernenden auf Domain-, Bildungs- und Menschmodelle und nutzen die Potenziale des semantischen Webs sowie soziokulturelle Eigenschaften des Lernenden zur Personalisierung von Lerninhalten, Lernpfaden und der Nutzeroberfläche.¹⁷⁸
- **eLearning:** Bezeichnet die Unterstützung von Lernprozessen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zum Zwecke der Erhöhung von Effektivität und Qualität der Wissensvermittlung.¹⁷⁹
- **Virtual Learning Environments (VLE):** Web-basiertes E-Learning-System zur Modellierung konventioneller Lern- und Bildungsprozesse durch Bereitstellung eines persönlichen virtuellen Zugangs zu Unterricht, Lerninhalten, Prüfungen, Vertiefungsaufgaben, Noten, Bewertungen und weiteren externen Ressourcen.¹⁸⁰
- **Kommentierung und Bewertung durch „Peers“:** Das *Intelligente Bildungsnetz* ermöglicht, dass Lernmaterialien von den Lernenden kommentiert und bewertet werden. Diese Funktion kann für Optimierungsprozesse fortlaufend genutzt werden.¹⁸¹
- **KI-basierte Lernsysteme:** E-Learning-System basierend auf Mechanismen der Automatisierung intelligenten Verhaltens.¹⁸²
- **Learning Management Systems (LMS):** Komplexes Softwaresystem, das der Bereitstellung von Lerninhalten und der Organisation von Lernvorgängen dient. Zudem wird mittels LMS die Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden ermöglicht¹⁸³ (inkl. digitale Schulbücher¹⁸⁴).
- **Online-Prüfungssysteme:** Softwaresystem zu Durchführung digitaler Klausuren.¹⁸⁵
- **Multimodale Bildungsinhalte:** Bewegte Bildungsinhalte mit Verknüpfungen zu Virtueller Realität (VR) und Augmented Reality (AR).¹⁸⁶

¹⁷⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁷⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)
/2014

¹⁷⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)
¹⁷⁸

¹⁷⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸⁴ Fishman (2012)

¹⁸⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **Individuelle Multimedia-Angebote:** Auf persönliche Vorlieben und Lernpräferenzen zugeschnittene Bündel multimedialer digitaler Lehr- und Lerninhalte.¹⁸⁷
- **Content Management Systeme:** Software zur gemeinschaftlichen Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten (Content) zumeist in Webseiten, aber auch in anderen Medienformen.¹⁸⁸

6.5.4.2 Optimierter Abgleich von Bildungsinteressen und -angeboten¹⁸⁹

- **Massive Open Online Courses (distant learning):** Spezielle Form von Onlinekursen mit einer theoretisch unbegrenzten Teilnehmerzahl. MOOCs kombinieren traditionelle Formen der Wissensvermittlung wie Videos, Lesematerial und Problemstellungen mit Foren, in denen Lehrende und Lernende miteinander kommunizieren und Gemeinschaften bilden können. MOOCs sind ursprünglich in der Hochschulwelt zu Hause, halten jedoch zunehmend Einzug in die betriebliche Weiterbildung von Unternehmen.¹⁹⁰
- **Soziales und ubiquitäres Lernen:** Bezeichnet Lernsituationen, in denen der Lernende durch die Nutzung geeigneter mobiler Endgeräte und/oder soziale Medien unterstützt wird.¹⁹¹
- **Individuelle Multimedia-Angebote:** Auf persönliche Vorlieben und Lernpräferenzen zugeschnittene Bündel multimedialer digitaler Lehr- und Lerninhalte.¹⁹²

6.5.4.3 Erhöhte Verfügbarkeit und besserer Zugang zu Lehrinhalten mittels e-Learning¹⁹³

- **Content-Transformation:** Auf breiter Basis muss das Angebot digitaler, multimodaler, interaktiver Publikationen erhöht und unter Einhaltung der zu erfüllenden Qualitätsstandards kontinuierlich entwickelt werden.¹⁹⁴
- **Angepasste Verlags- und Autorenstrategien:** Adäquate Reaktion auf die Digitalisierung der Bildungswelt mit der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle.¹⁹⁵
- **Schaffung eines rechtlichen und organisatorischen Rahmens:** Abbau von Barrieren für den freien Austausch und die Nutzung von Inhalten. Hier sind insbesondere urheberrechtliche und verrechnungsseitige Fragen zu klären: Open-Access-Regelung für digitales Hochschulnetz festlegen, d.h. frei verfügbare und verwendbare Lehr- und Lernmaterialien im Sinne von „Open Educational Resources“ (OER) müssen gefördert werden (wie auch bereits von der Europäischen Kommission gefordert).¹⁹⁶ Dazu ist eine rückwirkende Rechtklärung bezüglich Inhalten nötig, die in der Vergangenheit im Rahmen großer Förderprogramme (zum Beispiel „Neue Medien in der Bildung“ des BMBF sowie Landesförderprogramme) mit öffentlichen Mitteln gefördert und entwickelt wurden.¹⁹⁷
- **Organisationsveränderung:** Im Zuge der Digitalisierung notwendige Anpassung der Hochschulen bzgl. Inhalte, Abläufe, Angebote und Lehrprozesse.¹⁹⁸

¹⁸⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁸⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

¹⁹⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

¹⁹⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

¹⁹⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **eLearning:** Bezeichnet die Unterstützung von Lernprozessen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien.¹⁹⁹
- **Open Libraries:** Offene Online-Bibliotheken, basierend auf einer bibliographischen Datenbank. Über den bibliographischen Nachweis hinaus soll der Zugang zum Digitalisat des jeweiligen Buchtitels mit hinterlegtem Volltext ermöglicht werden.²⁰⁰
- **Digitale Lehrinhalte:** Visueller und auditiver Content, z.B. Online-Videos, Podcasts und Lern-Apps, erweitert den Schulstoff und trägt zur Förderung der Eigenmotivation bei.²⁰¹
- **Schaffung allgemeingültiger Standards:** Festlegung auf anerkannte Austauschformate, Gewährleistung der Suchfähigkeit, Administrierbarkeit, und Wiederverwendbarkeit.²⁰²
- **Einführung anerkannter Zertifikate:** Eindeutige Kennzeichnung von Urheberrechten, Vertrauen und Sicherheit.²⁰³
- **Unterrichtsunterstützung auf verschiedene Medien:** Implementierung von BYOD, 1:1 Computing (bspw. 1 Endgerät für jeden Schüler, Eigentum der Institution). Hier spielt insbesondere auch ein funktionierendes Device-Management und der Auf- und Ausbau eines tragfähigen Netzwerks eine wesentliche Rolle.²⁰⁴
- **Gewährleistung des Daten-, Kinder- und Jugendschutzes:**²⁰⁵ Ein funktionierendes Identitäts- und Zugriffsmanagement, die ubiquitäre Verfügbarkeit sowie Möglichkeit zur Systemwiederherstellung sind zu berücksichtigen. Ein intelligentes Hochschulnetz basiert auf Datenschutzregeln, die sowohl ein hohes Schutzniveau garantieren als auch praktikabel sind. Die Nutzung anonymisierter Daten zu Forschungszwecken ist für die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von E-Learning-Angeboten von großer Bedeutung. Die am intelligenten Hochschulnetz teilnehmenden Institutionen harmonisieren ihre Datenschutz-Satzung entsprechend.²⁰⁶
- **Individuelle Multimedia-Angebote:** Auf persönliche Vorlieben und Lernpräferenzen zugeschnittene Bündel multimedialer digitaler Lehr- und Lerninhalte.²⁰⁷
- **Bildung in Sozialen Netzwerken:** Nutzung Sozialer Netzwerke zur Bereitstellung (digitaler) Lehrinhalte sowie zur Koordination zwischen Lehrenden und Lernenden (auch untereinander).²⁰⁸
- **Bildungs-Apps:** Digitale Wissensvermittlung und Unterstützung von Lernprozessen durch Aufbereitung von Lehrinhalten in Form mobile Applikationen für Smartphones und Tablets (Submenge von "Digitale Lehrinhalte").²⁰⁹
- **User-Generated Content-Plattformen:** Plattformen für Medieninhalte, die nicht vom Betreiber des Webangebots, sondern von dessen Nutzern erstellt werden. Häufig ist UGC eine Erscheinungsform von Crowdsourcing.²¹⁰
- **Mobile Learning:** Lernen mit portablen ubiquitären Medien bzw. mobilen Medien überall und zu jeder Zeit.²¹¹

¹⁹⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁰⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁰¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁰² Baums & Scott (2013)

²⁰³ Baums & Scott (2013)

²⁰⁴ Center for Digital Education and Converge (2013)

²⁰⁵ Baums & Scott (2013)

²⁰⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁰⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁰⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁰⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **Content Management Systeme:** Software zur gemeinschaftlichen Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten (Content) zumeist in Webseiten, aber auch in anderen Medienformen.²¹²

6.5.4.4 Verbesserung von Feedback und Betreuung²¹³

- **Online-Prüfungssysteme:** Softwaresystem zu Durchführung digitaler Klausuren.²¹⁴
- **Learning Analytics:** Messung, Sammlung, Analyse und Reporting von persönlichen lernbezogenen Daten zum Zwecke der Optimierung des Lernprozesses sowie der Umgebung, in welcher der Prozess stattfindet.²¹⁵
- **Adaptive Lernumgebung:** Interaktive Lernsysteme, die auf den einzelnen Lernenden individualisiert zugeschnittene, personalisierte Lerninhalte und Darstellungsformen enthalten.²¹⁶
- **Bildung in Sozialen Netzwerken:** Nutzung Sozialer Netzwerke zur Bereitstellung (digitaler) Lehrinhalte sowie zur Koordination zwischen Lehrenden und Lernenden (auch untereinander).²¹⁷
- **User-Generated Content-Plattformen:** Plattformen für Medieninhalte, die nicht vom Betreiber des Webangebots, sondern von dessen Nutzern erstellt werden. Häufig ist UGC eine Erscheinungsform von Crowdsourcing.²¹⁸
- **Digitale Lehrer- und Dozenten-Sprechstunden:** Persönlicher Austausch mit Lehrenden über digitale Kommunikationskanäle, z.B. Videotelefonie, VoIP, Chat.²¹⁹
- **Ambient Assisted Education:** Systeme, Methoden und Dienstleistungen, die den Prozess des lebenslangen Lernens umgebungs- und situationsabhängig unterstützen und in das alltägliche Leben (d.h. in die direkte Umgebung des Nutzers) integrieren.²²⁰

6.5.4.5 Verbesserung des Informations- und Wissenstransfers²²¹

- **Webinar-Plattformen:** Plattform zur Durchführung von Seminaren über das World Wide Web und Bereitstellung von Kollaborationsräumen für Lehrveranstaltungen. Vorlesungsmaterialien und virtuelle Arbeitsräume sind hier integriert. Die Inhalte können unabhängig von Vorlesungszeiten und -orten genutzt werden.²²²
- **Wikis:** Hypertext-System für Webseiten, deren Inhalte von den Benutzern nicht nur gelesen, sondern auch online direkt im Webbrowser geändert werden können (Web-2.0-Anwendung). Das Ziel ist häufig, Erfahrung und Wissen gemeinschaftlich zu sammeln (kollektive *Intelligenz*) und in für die Zielgruppe verständlicher Form zu dokumentieren. Die Autoren erarbeiten hierzu gemeinschaftlich Texte, die ggf. durch Fotos oder andere Medien ergänzt werden (Kollaboratives Schreiben, E-Collaboration). Ermöglicht wird dies durch ein vereinfachtes Content-Management-System, die sogenannte Wiki-Software oder Wiki-Engine.²²³

²¹² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²¹⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

- **Content Management Systeme:** Software zur gemeinschaftlichen Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten (Content) zumeist in Webseiten, aber auch in anderen Medienformen.²²⁴

6.5.4.6 Unterstützung von Administrations- und Organisationsprozessen²²⁵

- **Campus-Management-System:** Auch Hochschulinformationssysteme oder Campus-Management-Systeme. IT-Systeme zur Unterstützung von Geschäftsvorgängen wie Studierenden-, Kurs- und Prüfungsverwaltung u. ä.²²⁶
- **Online-Prüfungssysteme:** Softwaresystem zu Durchführung digitaler Klausuren.²²⁷

6.5.4.7 Bildungsnetze zur Förderung von Individualisierung, Methodenvielfalt, Betreuung und Internationalität²²⁸

- **Einführung von digitalen Bildungsangeboten:** Digitale Bildungsangebote als Selbstverständlichkeit im Alltag von Schulen, Universitäten und Weiterbildungseinrichtungen.²²⁹
- **Veränderte Lehr-, Lern- und Prüfungsprozesse:** Die Vermittlung von Standardwissen basiert auf dem breiten Einsatz digitaler Kurse, die Begegnung „on campus“ wird für persönlichen Diskurs und Reflektion zwischen Studierenden und Dozierenden sowie in der Peer-Group genutzt.²³⁰
- **Individuelle Betreuung, Coaching und Counseling:** Sind ebenso eine Selbstverständlichkeit wie die technologiebasierte Kurse zum Wissens- und Technologietransfer zwischen der akademischen Welt, Industrie, Wirtschaft und öffentlicher Hand stattfinden.²³¹
- **Internationalisierung:** Internationale Studierende sind ebenso eine Selbstverständlichkeit wie die Einbindung internationaler Bildungsangebote in das Fächerspektrum.²³²
- **Shared Services/Shared Content:** Prozesse für Shared Services und Shared Content sind zu etablieren.²³³
- **E-Coaching & Counseling:** E-Coaching, E-Counseling sowie Transferkurse sind einzuführen.²³⁴
- **Gemeinsame Standards:** Kompatibilität internationaler Studienangebote ist technologisch gelöst. Internationalisierung wird durch Technologien in der Bildung forciert.²³⁵
- **Schaffung übergreifender Kooperationen:** Insbesondere Aufhebung des Kooperationsverbotes, Fortschreibung der Zusammenarbeit in Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung in Europa, Länderübergreifende Anerkennung von Abschlüssen und Credits ist eingeführt. Dazu Änderung der Kapazitätsverordnungen, der Lehrverpflichtungsverordnungen sowie der Landeshochschulgesetze.²³⁶
- **Förderung eines offenen E-Learning-Ökosystems:** In der zurückliegenden Dekade hat sich in Deutschland ein Netzwerk aus Anbietern, Innovatoren, Promotoren und nachfragenden Bildungsinstitutionen entwickelt. Einige wenige Knotenpunkte mit überregionaler Strahlkraft haben sich herausgebildet und verbinden KMUs, Hochschuleinrichtungen, Forschungsinstitute, Landesinitia-

²²⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²²⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²²⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

tiven und einzelne Evangelisten zum E-Learning in Aus- und Weiterbildung, Forschung, Entwicklung und Innovation.²³⁷

- Einführung von Verrechnungssysteme für Kursteilnahmen²³⁸
- **Schaffung (internationaler) Bildungs Kooperationen:**²³⁹ Reaktion auf veränderte Berufsbilder bzw. Vertiefung des Wissens- und Technologietransfers.
- Neue Geschäftsmodelle für Bildungsinstitutionen²⁴⁰
- Standardisierung von Plattformen für Wissens- und Technologietransfer²⁴¹
- Shared Services und Shared Content sind zu etablieren²⁴²
- Personalidentifikation, -entwicklung von Fach- und Führungskräften werden als gemeinsame Aufgabe verstanden²⁴³

6.5.4.8 Etablierung einer Education Governance²⁴⁴

- **Kompetenzschaffung:** Digitale Bildungsinhalte, -methoden und -services erfordern spezifische Kompetenzen hinsichtlich Nutzung, Einsatz und Integration.²⁴⁵
- **Forschung und Entwicklung und Transfer der Erkenntnisse in die Bildungspraxis:** Auch müssen Aufbau- und Ablaufstrukturen sowie Steuerungs- und Regelverfahren innerhalb und zwischen Institutionen hinsichtlich *Intelligenter Bildungsnetze* angepasst und optimiert werden.²⁴⁶
- Klare Entscheidungskriterien, -gremien und internationale Schnittstellen sind etabliert und basieren auf breitem Konsens²⁴⁷
- **Etablierung nationaler Forschungszentren:** Zu technologischen, bildungswissenschaftlichen und organisationalen Aspekten *Intelligenter Bildungsnetze*.²⁴⁸
- **Finanzierung:** Die gemeinsame Finanzierung spezialisierter Service-Center durch Bund und Länder.²⁴⁹
- **Schaffung allgemeingültiger Standards:** Festlegung auf anerkannte Austauschformate, Gewährleistung der Suchfähigkeit, Administrierbarkeit, und Wiederverwendbarkeit.²⁵⁰
- **Einführung anerkannter Zertifikate:** Eindeutige Kennzeichnung von Urheberrechten, Vertrauen und Sicherheit.²⁵¹

²³⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²³⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁴⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁰ Baums & Scott (2013)

²⁵¹ Baums & Scott (2013)

6.5.4.9 Einheitliche, flexible IT-Infrastrukturen sind etabliert, KI-basierte Anwendungen und Dienste werden eingesetzt, Learning Analytics dient der Steuerung²⁵²

- **Aufbau einer effizienten IT-Infrastruktur für Lehren, Lernen, Prüfen und Verwalten:** U.a. Einsatz flexibler Technologien wie Cloud Computing mit einer einheitlichen Benutzeroberfläche und Standards verbindet.²⁵³
- **Gemeinsame Koordination & Finanzierung:**²⁵⁴ Bildungsinstitutionen, Fachgesellschaften, Bundesländer und die Bundesregierung koordinieren und finanzieren gemeinsam die Entwicklung und den Produkt- und Wirkbetrieb.²⁵⁵
- **Standardisierung:**²⁵⁶ Digitale Content-Formate sind standardisiert, wiederverwendbar und für die Nutzung in *Intelligenten Bildungsnetzen* optimiert. Erstellung, Verwaltung, Archivierung und Wiederfindung findet auf Basis semantischer Technologien statt.²⁵⁷
- **KI-basierte Lernsysteme:**²⁵⁸ Moderne KI-basierte Lernsysteme sind zwischenzeitlich der Standard geworden, multimodale Bildungsinhalte in virtuellen und augmentierte Lernumgebungen sowie Verfahren zu Learning Analytics haben zwischenzeitlich die Nutzung und den Einsatz *Intelligenter Bildungsnetze* fundamental geändert.²⁵⁹
- **Cloud-Technologie:**²⁶⁰ Effizientes Hosting großer Datenmengen.²⁶¹
- Semantische Technologien und Technologien auf Basis von KI- Methoden sind der neue Standard²⁶²
- Soziales Lernen und ubiquitäres Lernen ergänzt in der Breite personales Lernen²⁶³
- Multimodale, bewegte Bildungsinhalte mit Verknüpfungen zu VR und AR sind etabliert²⁶⁴
- **Learning Analytic Verfahren:** Learning Analytic Verfahren können umfänglich genutzt werden, Voraussetzungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit sind geklärt.²⁶⁵

6.5.5 Verwaltung

6.5.5.1 Orientierung am Nutzen für Bürger, Unternehmen und Verwaltung²⁶⁶

- **Der Zugang wird allen potenziellen Nutzern eines Dienstes ermöglicht:** Die Öffentlichkeit wird über verfügbare E-Government-Dienste informiert und potenzielle Nutzer erhalten einen Zugang. Die Medienkompetenz der Bürgerinnen und Bürger wird gefördert. Wesentliche Voraussetzung ist eine gute Anbindung über schnelle Fest- oder Mobilnetzanschlüsse.²⁶⁷
- **Der Zugang ist barrierefrei, die Bedienung nutzerfreundlich:** Die E-Government-Dienstleistungen werden nutzerfreundlich und möglichst barrierefrei gestaltet. Bund, Länder

²⁵² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁷ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁸ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁵⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶¹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶² Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶³ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶⁴ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶⁵ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

²⁶⁶ IT-Planungsrat (2010)

²⁶⁷ IT-Planungsrat (2010)

und Kommunen arbeiten gemeinsam daran, ihre Dienste im Internet weiter auszubauen und miteinander zu vernetzen.²⁶⁸

- **Die Nutzer haben einfachen Zugang zur Verwaltung:** Bürgerinnen und Bürger können mit der Verwaltung über verschiedene Wege kommunizieren. Einheitliche Ansprechpartner, einfache Informations- und Zugangskanäle, die Personalisierbarkeit von Portalen oder Bürgerkonten sind möglich.²⁶⁹
- **Alle geeigneten Verwaltungsangelegenheiten lassen sich über das Internet abschließend elektronisch erledigen:** Anliegen können orts- und zeitunabhängig erledigt werden. Davon profitieren besonders ältere oder in ihrer Mobilität eingeschränkte Menschen, Bewohner ländlicher Regionen und Berufstätige. Hierzu werden unter anderem ein sicherer Datenaustausch und eine eindeutige Identifizierung benötigt.²⁷⁰
- **Die Verwaltung verfügt über Kompetenz im E-Government:** Durch gezielte Informationsveranstaltungen werden die Möglichkeiten und der Nutzen von E-Government innerhalb der Verwaltung bekannter gemacht. Bund, Länder und Kommunen tauschen hierzu regelmäßig ihre Erfahrungen aus.²⁷¹

6.5.5.2 Wirtschaftlichkeit und Effizienz durch Verringerung des Beratungsaufwands bei Steigerung der Servicequalität²⁷²

- **Prozessketten sind ebenenübergreifend und kundenorientiert optimiert sowie durchgängig digitalisiert:** E-Government soll die Abläufe in den Verwaltungen von Bund, Länder und Kommunen modernisieren. Prozesse werden analysiert und möglichst digitalisiert (dies erfordert u.a. eine Neuausrichtung der Prozesse nach Informationen anstatt Dokumenten, z.B. durch semantische Technologien). Die Optimierung von Prozessen über die Verwaltungsebenen hinweg (z.B. Deutsches Verwaltungsdienstverzeichnis und Leistungskatalog der öffentlichen Verwaltung) führt zum Bürokratieabbau und erhöht zugleich die Leistungsfähigkeit der Verwaltung u.a. durch Beschleunigung von Arbeitsläufen und Verfahren.²⁷³
- **Unternehmen erledigen ihre Verwaltungsangelegenheiten elektronisch:** Der Datenaustausch zwischen Unternehmen und Verwaltung wird vollständig elektronisch und sicher abgewickelt. Standardisierte und möglichst offene Schnittstellen minimieren den Aufwand für die Unternehmen und die Verwaltung.²⁷⁴
- **Die Zusammenarbeit von Bund, Ländern und Kommunen erfolgt regelmäßig über Mittel der Informations- und Kommunikationstechnik:** Der Datenaustausch zwischen Unternehmen und Verwaltung wird vollständig elektronisch und sicher abgewickelt. Standardisierte und möglichst offene Schnittstellen minimieren den Aufwand für die Unternehmen und die Verwaltung.²⁷⁵

6.5.5.3 Transparenz, Daten-Souveränität, Datenschutz und Datensicherheit²⁷⁶

- **Datensparsamkeit und Datensicherheit:** Beides sind wichtige Voraussetzungen, damit die Gesellschaft den E-Government-Dienstleistungen Vertrauen schenkt. Es werden nur diejenigen personenbezogenen Daten erhoben und sicher verarbeitet, die für die Erfüllung der jeweiligen Verwaltungsaufgabe benötigt werden.²⁷⁷

²⁶⁸ IT-Planungsrat (2010)

²⁶⁹ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁰ IT-Planungsrat (2010)

²⁷¹ IT-Planungsrat (2010)

²⁷² IT-Planungsrat (2010)

²⁷³ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁴ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁵ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁶ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁷ IT-Planungsrat (2010)

- **Die Nutzer erhalten Transparenz über die Verarbeitung ihrer Daten:** Bürgerinnen und Bürger haben auf Basis gesetzlicher Regelungen die Möglichkeit, Auskunft über ihre personenbezogenen Daten zu erhalten, die von öffentlichen Stellen verarbeitet werden.²⁷⁸
- **Handeln der Verwaltung, Durchführung von Verfahren und Gesetzgebung sind transparent und sicher:** Transparente Politik und Verwaltung stärken die Gemeinschaft und fördern Innovationen. Bund, Länder und Kommunen stellen ihre Informationen für die Zielgruppen aufbereitet und unter Beachtung der Informationssicherheit in Internetportalen zur Verfügung.²⁷⁹
- **Verbesserung der Daten-Souveränität:** Etablierung einheitlicher und sicherer Verfahren zu Identifikation (z.B. digitale Identität durch biometrische Authentifizierungsverfahren), Austausch, Verarbeitung und Speicherung von Daten. Dies bildet die Grundlage verbindlicher elektronische Kommunikation mit und innerhalb der Verwaltung.²⁸⁰

6.5.5.4 Gesellschaftliche Teilhabe²⁸¹

- **Die Mitwirkung von Bürgern und Unternehmen wird gefördert und ausgebaut:** Mit Internet-technologien kann die aktive Mitwirkung an gesellschaftlichen Prozessen neu gestaltet werden. Politische Meinungsbildung, neue Interaktionsmöglichkeiten mit der Verwaltung und Teilhabe an Planungs- und Entscheidungsprozessen sollen so gezielt gefördert werden (z.B. durch Open Government Initiativen und intelligente Bürgerportale).²⁸²
- **Bereitstellung von Verwaltungsschnittstellen (i.e. Open Service Interfaces) ermöglicht die Entwicklung von neuen Applikationen:** Basierend auf u.a. Open Service Interfaces, Open Data und öffentlich zugängliche Geodaten können Bürger und Unternehmen neuartige Produkte und Dienstleistungen anbieten. Die Verwaltung wird damit zunehmend zum Plattform-Betreiber.
- **Die Wirkung der Teilhabe der Bürger und Unternehmen wird deutlich:** Für die Bürger und Unternehmen ist es wichtig zu sehen, wie sich ihre Teilhabe auswirkt. Die Ergebnisse der Partizipation sowie der Umgang damit werden daher nachvollziehbar gemacht. Die Möglichkeiten digitaler Partizipation werden auch im Hinblick auf Gesetzgebungsverfahren geprüft.²⁸³

6.5.5.5 Zukunftsfähigkeit und Nachhaltigkeit²⁸⁴

- **Bund, Länder und Kommunen unterstützen Innovationsfähigkeit und Veränderungsbereitschaft:** Leistungsstarke und kundenorientierte E-Government-Angebote unterstützen Innovationen und den notwendigen gesellschaftlichen Wandel. Die Verwaltung fördert und nutzt Innovationen, um ihre Angebote weiterzuentwickeln. Dabei ist der Dialog mit der Wirtschaft und der Wissenschaft unverzichtbar.²⁸⁵
- **Aktuelle und länderübergreifende Datenbasis bietet Echtzeitinformationen und ermöglicht fundierte Entscheidungen:** Eine Verfügbarkeit von aktuellen und aggregierten Verwaltungsdaten bietet Bürgern und Entscheidungsträgern aus Wirtschaft und Politik eine umfassende Entscheidungsgrundlage.²⁸⁶
- **Deutschland strebt eine führende Rolle in der E-Government-Forschung an:** Die Entwicklung und effiziente Nutzung neuer Technologien sollen im deutschen Verwaltungswesen einen

²⁷⁸ IT-Planungsrat (2010)

²⁷⁹ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁰ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

²⁸¹ IT-Planungsrat (2010)

²⁸² IT-Planungsrat (2010)

²⁸³ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁴ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁵ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁶ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2012)

hohen Stellenwert einnehmen. Daher fördert Deutschland interdisziplinäre E-Government-Forschung und beteiligt sich an europäischen E-Government-Projekten.²⁸⁷

- **E-Government leistet einen wichtigen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit:** Die Optimierung von Prozessen in der Verwaltung mit E-Government-Lösungen leistet einen wichtigen Beitrag zur Senkung des Energiebedarfs und des CO₂-Ausstoßes bei Anbietern und Nachfragern öffentlicher Leistungen. Dies kommt der ökologischen Nachhaltigkeit zugute.²⁸⁸

6.5.5.6 Leistungsfähige IT-Unterstützung²⁸⁹

- **Der Aufbau der IT ist angemessen modular und einfach:** Die IT-Systeme auf verschiedenen Verwaltungsebenen werden so geplant und realisiert, dass sie durch Vernetzung reibungslos miteinander kommunizieren können. Wirkungsvolle Maßnahmen hierfür sind die Entwicklung und Nutzung gemeinsamer IT-Standards.²⁹⁰
- **Inhalte, Basisdienste, Anwendungen und Infrastruktur lassen sich bündeln und wiederverwenden:** Die für E-Government-Lösungen verwendeten Inhalte, Dienste und *Infrastrukturen* werden, zu sinnvollen Einheiten gebündelt, damit sie wiederverwendet werden können. Der IT-Planungsrat koordiniert die Entwicklung von IT-Standards, Anwendungen und *Infrastrukturen*.²⁹¹
- Internationale Standards, insbesondere zur Interoperabilität, werden angewandt und in der EU sowie international aktiv mitgestaltet: Der IT-Planungsrat koordiniert die Mitwirkung Deutschlands bei der Entwicklung und Umsetzung internationaler IT-Standards. Mit seiner Standardisierungskompetenz wirkt er darauf hin, dass Barrieren für die grenzüberschreitende elektronische Kommunikation und Zusammenarbeit in Europa abgebaut werden.²⁹²
- **Das E-Government ist auch in Krisensituationen funktionsfähig:** IT- und E-Government-Infrastrukturen sind ein wesentlicher Bestandteil unseres Gemeinwesens und müssen daher stets in ausreichendem Maß verfügbar sein. Der IT-Planungsrat fördert die Umsetzung notwendigen Maßnahmen im Rahmen des Umsetzungsplans „Kritische Infrastrukturen“ (KRITIS).²⁹³

6.5.6 Smart Home

6.5.6.1 Kundenorientierte Vermarktung

- **Anwendungsbezogene Vermarktung erzeugt Nachfrage nach Smart Home Angeboten:** Erfolgreiche *Smart Home*-Angebote müssen sich an attraktiven und konkreten Anwendungsfällen orientieren. Schon bei der Produktentwicklung sollten die tatsächlichen Bedürfnisse der adressierten Kundensegmente den Prozess bestimmen.²⁹⁴
- **Intelligente Preisgestaltung bietet finanzielle Transparenz:** Bislang wurden *Smart Home*-Kaufentscheidungen häufig aufgrund unklarer Gesamtkosten zurückgestellt. Durch die unterschiedlichen Ausgabenblöcke für Hardware, Installation und Betrieb boten existierende Preismodelle wenig Transparenz. Marktteilnehmer müssen die Konsumenten daher mit einer einfach kalkulierbaren Preisgestaltung überzeugen.²⁹⁵
- **Bündelung von Produkt und Installation erleichtert Kaufentscheidung:** Die Bündelung von Hardware und Installation oder Selbstinstallation erleichtert dem Konsumenten die Kaufentscheidung.

²⁸⁷ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁸ IT-Planungsrat (2010)

²⁸⁹ IT-Planungsrat (2010)

²⁹⁰ IT-Planungsrat (2010)

²⁹¹ IT-Planungsrat (2010)

²⁹² IT-Planungsrat (2010)

²⁹³ IT-Planungsrat (2010)

²⁹⁴ Deloitte & Touche GmbH (2013)

²⁹⁵ Deloitte & Touche GmbH (2013)

dung und wird zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor bei der Vermarktung von *Smart Home*-Produkten.²⁹⁶

6.5.6.2 Übergreifende Vernetzung

- **Offene Plattformen ermöglicht ein breites Angebot an nutzbaren Diensten und Endgeräten:** Eine möglichst offene *Smart Home*-Plattform bietet ein breites Angebot an nutzbaren Diensten und Endgeräten. Entsprechend ergeben sich für Konsumenten flexible Anwendungsmöglichkeiten. Je mehr Partnerunternehmen ihre Angebote auf einer solchen Plattform integrieren, desto eher findet der Kunde eine seinen Anforderungen entsprechende Anwendung.²⁹⁷
- **Einheitliche Kommunikationsstandards bieten umfassende Konnektivität:** Die Konnektivität zwischen den einzelnen Geräten in einem *Smart Home* muss gewährleistet werden. Dafür wird ggf. ein "Home Gateway" benötigt, um verschiedene Geräte zu administrieren und zu verbinden.
- **Schnittstellen zu Daten und grundlegenden Funktionalitäten werden bereitgestellt:** Haushalte, Betreiber und Entwickler haben nach Freigabe Zugang auf Daten, Authentifizierungsverfahren, Kontrollverfahren für Privatsphäre und Abrechnungsverfahren. Dies bildet die Basis eines Ökosystems.

6.5.6.3 Technische Grundlagen und Dienste

- **Leistungsfähige und skalierbare Back-end Systeme stehen zur Verfügung:** Back-end Systeme in einem *Smart Home* müssen sichere und automatische Erfassung und Speicherung von Sensor Daten ermöglichen. Eine flexible Skalierbarkeit wird zudem den steigenden Speicherbedarf decken.²⁹⁸
- **Betriebskritische Basisdienste werden bereitgestellt:** Diese beinhalten Remote Device and Service Aktivierung, Remote Gateway und Smart Appliance Management (z.B. Firewall, Virenschutz und Firmwareaktualisierungen), Managed Data Delivery (z.B. Zustellbestätigung, Verschlüsselung und Datensicherung), Connectivity Monitoring und Gateway und Geräteanmeldung bei Netzwerkausfällen.
- **Innere Vernetzung kann ohne größeren Aufwand realisiert werden:** Die Haus-interne Vernetzung kann entweder kabelgebunden oder über Funktechniken eingerichtet werden. Letztere ermöglichen hierbei in der Regel eine einfachere Installation und ermöglichen es, verschiedenste Geräte an den unterschiedlichen Stellen des Hauses ohne größere Baumaßnahmen miteinander zu verbinden. Eine Mindestübertragungsgeschwindigkeit muss bei beiden Installationen gewährleistet werden.

6.5.6.4 Umfassende Qualifizierungsstrategien

- **Eine umfassende Qualifizierung von Fachkräften wird gewährleistet:** Mit der enormen thematischen Bandbreite und der Vielfalt technischer Lösungsansätze wird schnell deutlich, dass es kaum möglich sein wird, einzelne Akteure mit allen Themen in beliebiger Tiefe auszubilden. Qualifizierungsinhalte sollten demnach in Grundkompetenzen/Kerndisziplinen und eine Auswahl an Spezialisierungen aufgeteilt werden. Zielgruppen sind u.a. Hersteller, Service-Provider, Planer, Bauingenieure, Architekten, Wohnungswirtschaft, Bauherren, Ausbilder und Hochschuldozenten.²⁹⁹

²⁹⁶ Deloitte & Touche GmbH (2013)

²⁹⁷ Deloitte & Touche GmbH (2013)

²⁹⁸ GSMA (2011)

²⁹⁹ Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels (2014a)

6.5.7 Produktion

6.5.7.1 Individualisierte Produktion³⁰⁰

- **Individuelle Kundenwünsche werden zu niedrigen Kosten erfüllt:** Die Einführung der individualisierten Produktion erfordert Anlageninvestitionen, ermöglicht aber als zentralen Mehrwert das Bedienen individueller Kundenwünsche zu niedrigen Kosten.³⁰¹
- **Prozessschritten sind standardisiert, modularisiert, modellierbar und vernetzt:** Individualisierte Produktion basiert auf 5 Kernelementen: der kleinteiligen Standardisierung einzelner Prozessschritte, ihrer Modularisierung, ihrer rechnergestützten Modellierung, ihrer Vernetzung sowie ihrer automatisierten, flexiblen Kombination (z.B. durch dezentrale Prozesssteuerung oder durch flexible Maschinen)³⁰²

6.5.7.2 Vernetzte Unternehmen³⁰³

- **Prozesse werden über Unternehmensgrenzen hinweg vernetzt und abgestimmt:** Produktionsrelevante Prozesse können über Unternehmensgrenzen hinweg miteinander vernetzt und aufeinander abgestimmt werden.³⁰⁴
- **Kontinuierliche Datenerhebung und -verarbeitung ermöglicht flexible Prozessfeinsteuerung in Echtzeit:** Aus den Prozessen heraus werden kontinuierlich aktuelle Daten erhoben, die eine flexible Feinsteuerung der Prozesse auf Basis situations-spezifischer Betriebsinformationen in Echtzeit erlauben.³⁰⁵
- **Erhöhte Flexibilität ermöglicht schnelle Anpassung an Marktentwicklungen:** Die erhöhte Flexibilität erleichtert die schnelle Anpassung der Produktionsprozesse an Marktentwicklungen und kurzfristige Situationsänderungen.³⁰⁶
- **Verbesserte Auslastung und Ressourcenmanagement erhöht betriebliche Effizienz:** Mehrwerte bestehen außerdem in der verbesserten Auslastung der Produktionsanlagen, einem minimierten Risiko von Konventionalstrafen, der erhöhten Effizienz des Ressourcenmanagements und Kostensenkungen in der Logistik.³⁰⁷
- **Dezentrale Steuerungsmechanismen nehmen zu:** Vollständige Autonomie dezentraler, sich selbst steuernder Objekte gibt es aber auf absehbare Zeit nicht.³⁰⁸

6.5.7.3 Wettbewerbsvorteile flexibler Wertschöpfungsnetzwerke³⁰⁹

- **Flexible Vernetzung ermöglicht wirtschaftliche Einbindung von KMUs:** Die Vernetzung ist auch für KMU erschwinglich. Sie gehören oft mehreren Unternehmensnetzwerken an, in denen auftragsspezifisch Produktionsgemeinschaften aus dem Pool der beteiligten Unternehmen gebildet werden.³¹⁰
- **Optimierungsziele werden in flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken durch den Produktionsleiter festgelegt:** In flexiblen Wertschöpfungsnetzwerken können die Prozesse anhand unterschiedlicher Kriterien, insbesondere Zeit, Qualität und Kosten optimiert werden – unter Berücksichtigung

³⁰⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰² Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰³ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁵ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁸ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³⁰⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

sichtigung mehrerer Kennziffern gleichzeitig. Zielkonflikte zwischen Optimierungsstrategien (z. B. Energieverbrauch vs. Zeitplan) werden durch Entscheidung des Produktionsleiters aufgelöst.³¹¹

- **Verknüpfung von Daten über die gesamte Wertschöpfung ermöglicht Abdeckung des gesamten Produktlebenszyklus:** Flexible Wertschöpfungsnetzwerke können den gesamten Produktlebenszyklus abdecken, indem digitale Produktgedächtnisse Daten aus Fertigung, Logistik, Nutzung und Entsorgung aufzeichnen und für die Produkt- und Prozessoptimierung zur Verfügung stellen.³¹²

6.5.7.4 Nebeneinander von offenen und geschlossenen Produktionsnetzwerken³¹³

- **Unternehmensnetzwerke sind durch hohe Transparenz und intensiven Wettbewerb geprägt:** Unternehmensnetzwerke haben große Verbreitung erlangt und prägen die deutsche Industrielandschaft. In ihnen herrscht hohe Echtzeit-Transparenz und intensiver Wettbewerb.³¹⁴
- **KMUs sind an mehreren Netzwerken beteiligt:** KMU erhöhen ihre Wettbewerbschancen durch Beteiligung an mehreren Netzwerken.³¹⁵
- **Service-Aggregatoren vermitteln Kapazitäten zwischen Unternehmen und Netzwerken:** Persönliche Vertrauensbeziehungen zwischen Geschäftspartnern sind weiterhin wichtig. Allerdings nutzen Unternehmen in einigen Branchen die Dienstleistungen von Kapazitätsbrokern, die als Service-Aggregatoren freie Kapazitäten zwischen Unternehmen und Netzwerken vermitteln.³¹⁶

6.5.7.5 Arbeitskomfort durch intelligente Assistenzsysteme

- **Arbeitsprozesse werden leichter, effizienter und situationsgerecht an Mitarbeiter angepasst:** CPS als Grundlage der Vernetzung von Produktionsprozessen und der Entwicklung „intelligenter“ Maschinen bringen den Mitarbeitern in der Industrie viele Vorteile. Viele Arbeitsprozesse werden leichter und effizienter. Lernprozesse können situationsgerecht erfolgen.
- **Assistenzfunktionen unterstützen vor allem ältere Arbeitnehmer:** Von Assistenzfunktionen profitieren gerade ältere Arbeitnehmer, deren Anteil an den Industriebeschäftigten zunimmt. Die Flexibilität der Prozesse trägt wesentlich zu einer besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf bei.³¹⁷
- **Verstärker Wissensaustausch von Mitarbeitern unterschiedlicher Kompetenzbereiche im Unternehmen:** Die Mitarbeiter unterschiedlicher Kompetenzbereiche im Unternehmen interagieren im Alltag stärker miteinander, der Wissensaustausch ist intensiv, nicht zuletzt weil die jeweilige Expertise für die kundenfreundliche Gestaltung des Produktlebenszyklus wichtig ist.³¹⁸
- **Fachkräfte können durch attraktive Arbeitsbedingungen gewonnen werden:** Im Wettbewerb um Fachkräfte bieten die Unternehmen ihren Mitarbeitern viele Vorteile, darunter umweltfreundliche Fabriken in Siedlungsnähe, Beteiligung an dezentral in der Fabrik erzeugter Energie oder Weiterbildungsmöglichkeiten.³¹⁹

³¹¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹² Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹³ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁵ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁸ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³¹⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

6.5.7.6 Geschäftsfelder in der vernetzten Industrie³²⁰

- **Automatisierungsdividende wird zu verstärkter Kundenintegration verwendet:** Die Automatisierungsdividende wird vor allem genutzt, um Mitarbeiter stärker in der Kundenintegration einzusetzen.³²¹
- **Vernetzte Industrie schafft neue Geschäftsfelder:** Die vernetzte Industrie schafft viele neue Geschäftsmöglichkeiten – zum einen durch individualisierte Produkte und Angebote, die sich über den gesamten Produktlebenszyklus bis zur Entsorgung erstrecken, zum anderen für die Anbieter von Produktionstechnologien, inklusive Software- und Sicherheitsindustrie.³²²
- **Industrie 4.0 stärkt deutsche Exportunternehmen:** *Industrie 4.0* begründet neue Leitmärkte für deutsche Exportunternehmen im Maschinen- und Anlagenbau.³²³
- **Safety und Security sind für die Akzeptanz und den Erfolg von Industrie 4.0 von zentraler Bedeutung:** Sicherheitsaspekte (Safety und Security) müssen schon beim Design intelligenter Produktionsanlagen berücksichtigt werden.³²⁴

6.5.7.7 Soziale Infrastruktur der Produktion

- **Mensch und Arbeit passen sich interdependent im Verlauf eines längeren Berufslebens einander an:** Um Produktivität in einem längeren Arbeitsleben zu erhalten und zu steigern, müssen viele betriebliche Bereiche verzahnt und transformiert werden: Gesundheitsmanagement und Arbeitsorganisation, lebenslanges Lernen und Laufbahnmodelle, Teamzusammensetzungen, Wissensmanagement, aber auch inner- und außerbetrieblicher Erfahrungsaustausch.³²⁵
- **Die Qualifizierung aller Beschäftigungsgruppen wird sichergestellt:** Neue Arbeits- und Lernmethoden, Arbeitsabläufe, Verschiebungen in Altersstrukturen der Beschäftigten sowie signifikant veränderte Mensch-Technik-Interaktionen erfordern neue Qualifikationen in allen Bereichen des Unternehmens.³²⁶
- **Beschäftigungs- und Akzeptanzprobleme neuer Produktionsformen werden ausgeräumt:** Durch die Einführung und Erweiterung heutiger Systeme zur Mensch-Technik-Interaktion wird es aller Voraussicht nach zu maßgeblichen Veränderungen zukünftiger Industriearbeit kommen, deren Auswirkungen für Produktions- und industrielle Dienstleistungstätigkeiten sozialverträglich gestaltet werden müssen.³²⁷

³²⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³²¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³²² Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³²³ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³²⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

³²⁵ Promotorengruppe Kommunikation & Acatech (2013)

³²⁶ Promotorengruppe Kommunikation & Acatech (2013)

³²⁷ Promotorengruppe Kommunikation & Acatech (2013)

6.6 MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Agenda

MÜNCHNER KREIS



Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung
Supranational Association for Communications Research

MÜNCHNER KREIS Expertenworkshop

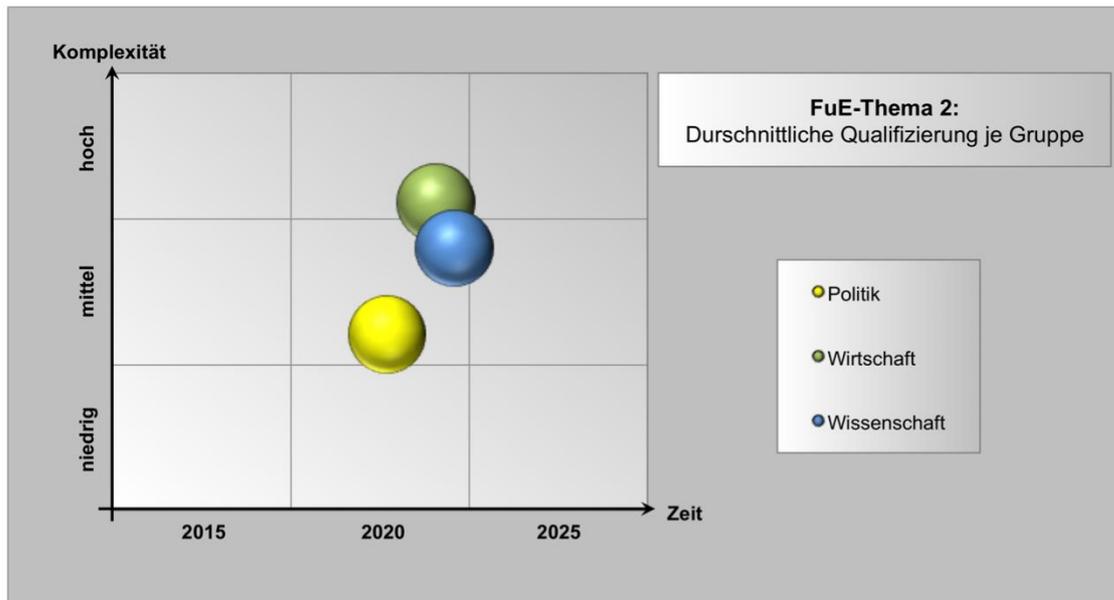
Informations- und Kommunikationstechnologien als Treiber für die Konvergenz Intelligenter Infrastrukturen und Netze – Analyse des FuE-Bedarfs

07.07.2014

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Ludwigstraße 28, Vordergebäude, Freskensaal
(Zugang von U-Bahn-Station Universität)

- 09:00 Informeller Gedankenaustausch & Ausstellung Zukunftsatlas
- 10:00 **Begrüßung & Ziel der Studie**
Prof. Dr. Arnold Picot, LMU und MÜNCHNER KREIS, München
Prof. Dr. Jörg Eberspächer, TUM und MÜNCHNER KREIS, München
Jens Brinckmann, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin
- 10:15 **Projektvorstellung – Überblick & Meilensteine**
Dr. Rahild Neuburger, LMU und MÜNCHNER KREIS, München
- 10:20 **Methodik und Generierung des FuE-Bedarfs**
Joachim Sedlmeir, LMU, München
Stefan Hopf, LMU, München
- 10:45 Kaffeepause
- 11:00 **Vorstellung der FuE-Themen und Diskussion**
Moderation: Jens-Rainer Jänig, mc-quadrat, Berlin
Dr. Bernd Wiemann, Deep Innovation, München
Prof. Dr. Wolfgang Kellerer, TUM, München
Prof. Dr. Niko Grove, IEM, München
- 12:30 Mittagspause
- 13:30 **Einführung in die Interaktionssessions**
Jens-Rainer Jänig, mc-quadrat, Berlin
- 14:45 **Interaktionssession Teil I: Qualifizierung von FuE-Themen**
Alle
- Interaktionssession Teil II: Priorisierung von FuE-Themen**
Alle
- 15:45 **Schlusswort und Ausblick**
- 16:00 **Ende der Veranstaltung**

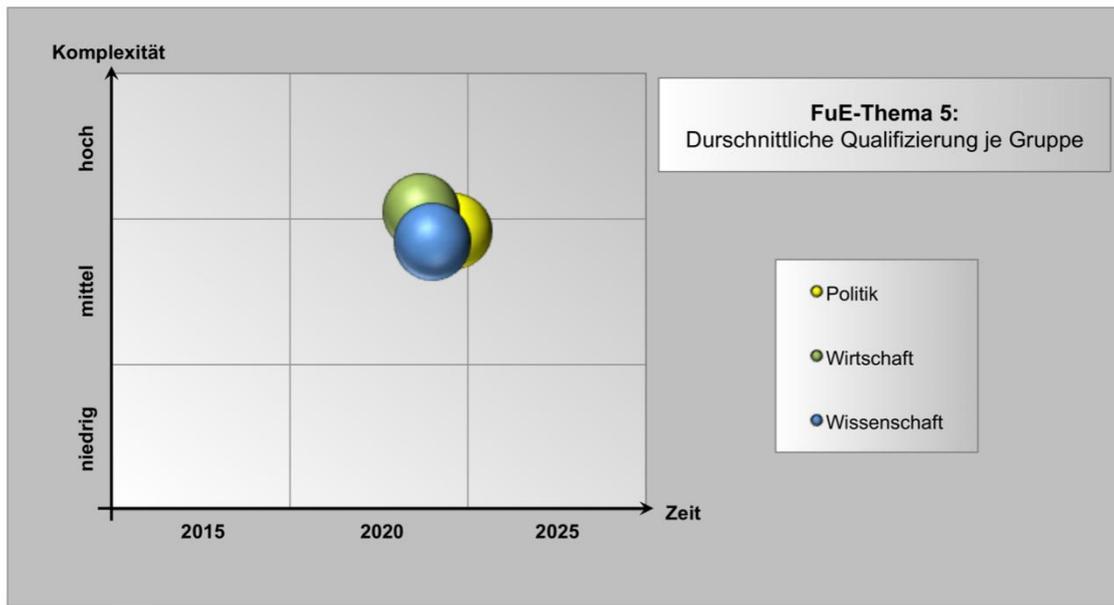
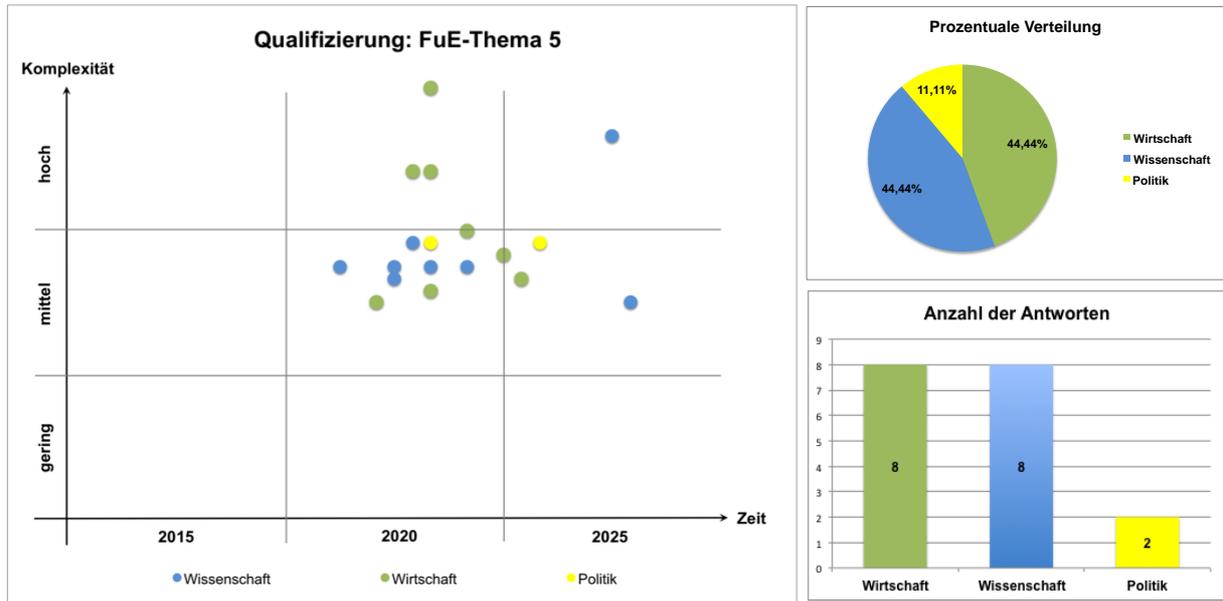
6.7.2 FuE-Thema 2: Frühzeitig neue Systemkonzepte und Schlüsseltechnologien für Intelligente Netze und Infrastrukturen nutzbar machen



Schlagwörter der Begründungen nach Häufung in Word Cloud:



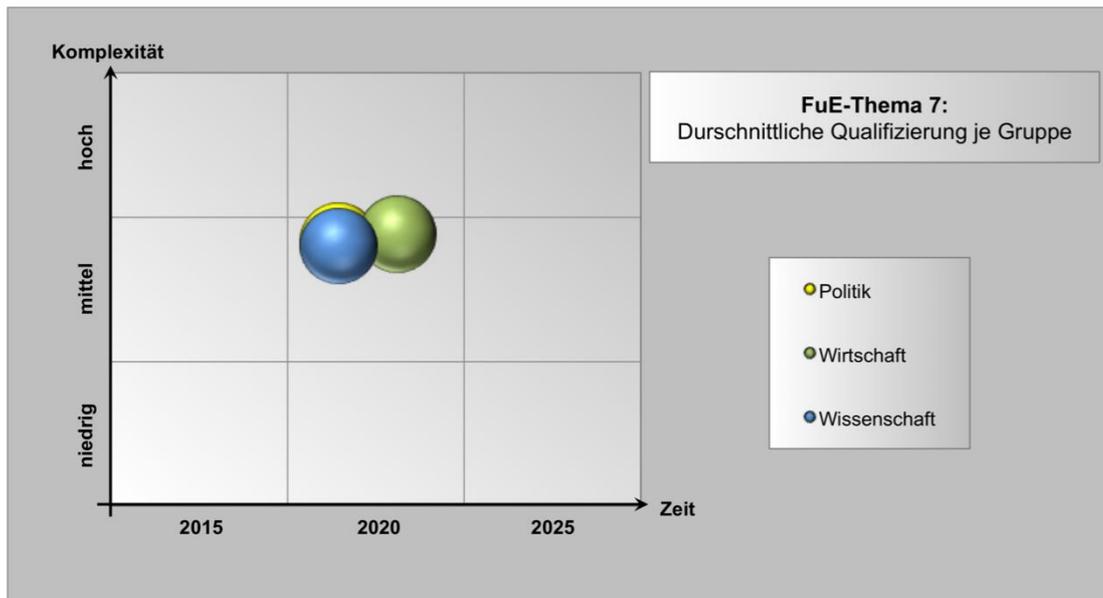
6.7.5 FuE-Thema 5: Übergreifende Konzeptionen zur Vereinheitlichung und des Managements auf der Ebene der Primärdatenschnittstelle erarbeiten und exemplarisch zum Einsatz bringen



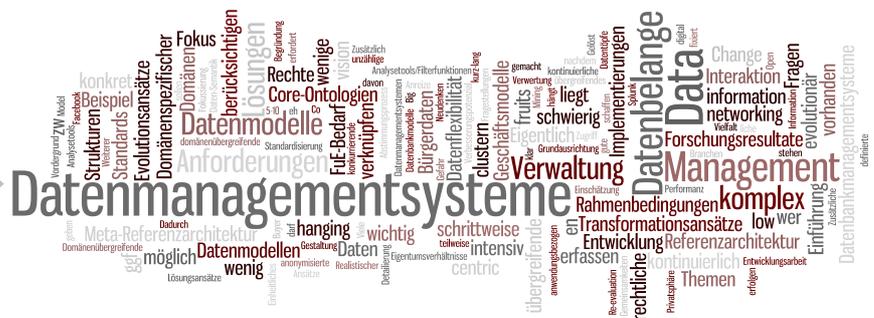
Schlagwörter der Begründungen nach Häufung in Word Cloud:



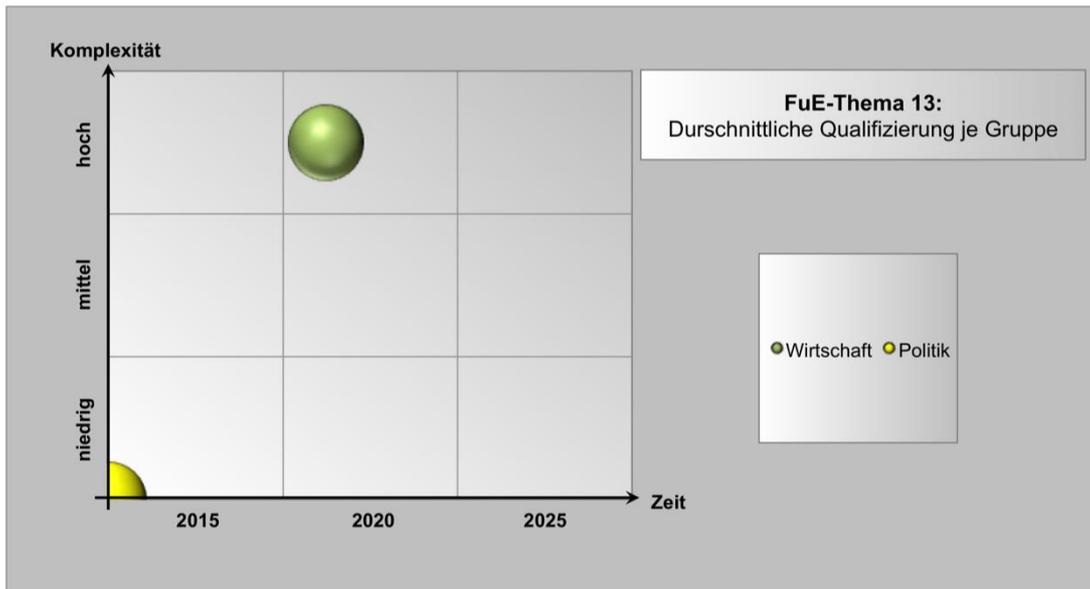
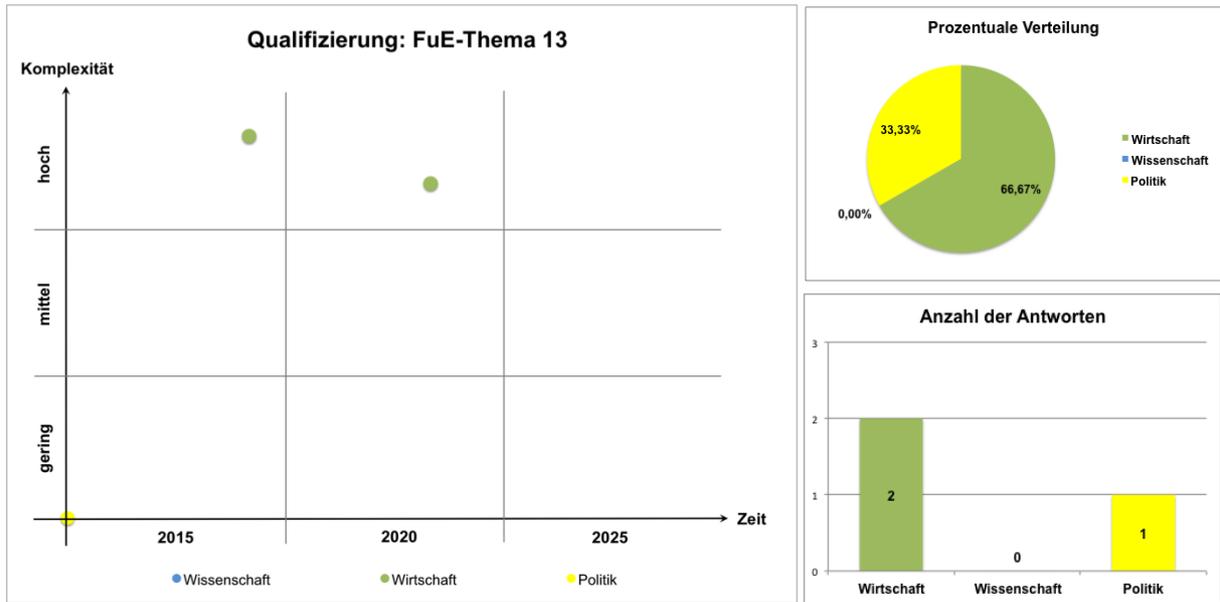
6.7.7 FuE-Thema 7: Geeignete Datenmanagementsysteme entwickeln und deren Anforderungen erarbeiten



Schlagwörter der Begründungen nach Häufigkeit in Word Cloud:



6.7.13 FuE-Thema 13: Sonstige, von den Teilnehmern vorgeschlagene Themen³²⁸



³²⁸ Die von den Teilnehmern vorgeschlagenen Themen bezogen sich auf a) Benutzerfreundlichkeit, b) Folgen einer Überregulierung sowie auf c) die Ermittlung des richtigen Maßes an Konvergenz (siehe Anlage 6.8).

6.8 MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Begründungen der FuE-Themenqualifizierung nach Zeithorizont bis zur Umsetzung/Pilotierung und Komplexität der Umsetzung

FuE-Thema	Teilnehmer-Kürzel	Gruppen-Zuordnung	Kommentar: Komplexität	Kommentar: Zeithorizont
1	SS/NSN	Wirtschaft	<p>"Kommunikationsnetze"</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontinuierliche Weiterentwicklung seit Jahrzehnten/für Jahrzehnte - zunehmend: <ul style="list-style-type: none"> Sicherheit, Zuverlässigkeit, Breitbandigkeit (aber nicht für alle Anwendungen), vollständige Netzabdeckung - Standards (international/global) - Zusammenwachsen TK+IT -> IKT ((cond!)) <p>FuE-Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> - div, Netztechnologie bleibt auf Dauer ein Forschungsthema <p>Hinweis</p> <ul style="list-style-type: none"> - GSM wird noch Jahrzehnte verfügbar sein (müssen): <ul style="list-style-type: none"> -> Low Cost -> Global Reach -> Multitude M2M Cases 	
1	A.M.	Wirtschaft	<p>Komplexität (hoch):</p> <ul style="list-style-type: none"> - zwar existieren bereits Lösungsansätze im Bereich Cloud z. B. Apple, Samsung, Microsoft aber: aufgrund von Unterschieden in Hardware, Operation Systemen und auch wegen der Frage der Bereitschaft zu kooperieren ergibt sich hohe Komplexität. 	<p>Zeit: 2025</p> <ul style="list-style-type: none"> - Netzsicherheit ein Ziel, das nie vollständig abgearbeitet bzw. abgeschlossen werden kann. -> Grund: Vielfalt an Technologien, Neuentwicklungen, die mit sich immer wieder neue Sicherheitslücken mitbringen
1	RN 1	Wirtschaft	<p>Komplexität (hoch):</p> <ul style="list-style-type: none"> - immer neue Anforderungen - konkurrierende Anforderungen (z.B. Sicherheit) 	
1	LMA 2	Wirtschaft	<p>Verfügbarkeit & Ausfallsicherheit - Komplexität (hoch):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Dienste haben höchst unterschiedliche Anforderungen an Verfügbarkeit + Anforderung an verschiedene Dienste haben höchst unterschiedliche - konkurrierende Anforderungen (z.B. Sicherheit) 	<p>Verfügbarkeit & Ausfallsicherheit - Zeithorizont (mittel-hoch):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hohe Komplexität erfordert Zeit -> 1. Konsensfindung -> 2. Entwicklung der Technologie zum sicheren Betrieb
1	CL/ Intel	Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Das Basisträgermedium muss ausgetauscht werden - Kupfer gegen Glasfaser - Der Bitstrom mit IPv6 ist die Nutzerschnittstelle - Der Telekommunikationsrahmen (Telco Framework) muss ??? Und angepasst werden - Sind die Kriterien von 1998 heute noch adäquat? 	<p>Vor 2018:</p> <ul style="list-style-type: none"> Telekomframework revidieren <p>Ab 2018:</p> <ul style="list-style-type: none"> Telekomframework anwenden (den neuen)
1	Amm	Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklungsstand der Infrastrukturnetze sehr unterschiedlich - lange Investitionszyklen - hohes Beharrungsverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Innovation ist dringlich mit Blick auf Energieinfrastruktur, Lastmanagement, Flexibilisierung - Enabler, daher je eher desto besser
1	LMA 3	Wirtschaft	<p>Netzsicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherheit und Konvergenz sind mE konkurrierende Zeile - Je mehr Teilnehmer und je weniger "Infrastruktur", umso auffälliger da IN -> Entwicklung des "richtigen" Maßes an Sicherheit gegenüber Kosten 	<p>Netzsicherheit - Zeitraum: kurzfristig</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bereits zu Beginn in Piloten erarbeiten, wie möglichst effizient ein hochsicheres Netz betrieben werden kann <p>tats. Verfügbarkeit: >5 Jahre</p>
1	JE 2	Wissenschaft	<p>Sehr große Vielfalt und anhaltende Innovation erschwert die Vereinheitlichung</p>	<p>Zeitlicher Horizont: 2025</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2025: Massentauglich für 80% der Bevölkerung
1	WK1	Wirtschaft	<p>Einheitliche Schnittstelle IPv6 (mittel)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umsetzungs und Anpassungsentwicklung 	<p>Zeithorizont: 2020 IPv6</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2020 in breiten Anwendungen global IM EINSATZ
1	AMI	Wirtschaft	<p>Komplexität (mittel / hoch)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einheitliche (semantisch) Schnittstelle für Applikationen - Definition von Dienstgüte der Basisdienste 	<p>Zeithorizont: 2020+</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einheitliche Schnittstellen benötigen großen Abstimmungsbedarf (event. Standardisierung)
1	F.A.	Wirtschaft	<p>Kommunikationsnetze</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Non-Stop" Verfügbarkeit notwendig (Anwendungsfall) - Kosten stiegen an - nur "nationale" Provider (Sicherheit) 	
1	LMA 1	Wirtschaft	<p>Konvergenter Zugang - Komplexität (hoch)</p> <ul style="list-style-type: none"> - der konvergente Zugang zu den IN wird seinen Nutzen nur entfalten, wenn er für den Nutzer EINFACH ist. Was das bedeutet, kann nur durch Pilotierung und iterative Erarbeitung mit zu definierenden Nutzergruppen erarbeitet werden. 	<p>Konvergenter Zugang - Zeithorizont (mittel)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bis zur Pilotierung wie ein einfacher konvergenter Zugang aussieht, wird sich über verschiedene Piloten und thematisch spezifische Erfahrungen herausstellen. - Evolutionärer Ansatz
1	MH 1	Wirtschaft	<p>Hohe Komplexität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementierung von einheitlichen Schnittstellen insb. Für eine E2E Architektur, z. B.: all-optical, E2E Management 	<p>Zeit: 2025:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Massenvollout sehr komplex - Insellösungen für Spezialgebiete früher verfügbar



MK_Workshop_The
menqualifizierung

6.9 MÜNCHNER KREIS Workshop vom 07.07.2014 – Schriftliches Feedback der Teilnehmer

Die Mappen, die den Teilnehmern zu Beginn des Workshops ausgehändigt wurden, enthielten neben den für die Interaktionssession vorgesehenen Arbeitsmaterialien (Punkte, Notizblätter) ebenso einen Feedback-Bogen. Somit wurde den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben, dem Forschungsverbund Rückmeldung in Bezug auf die vorgestellten FuE-Themen oder zum generellen Ablauf des Workshops zu geben. Insgesamt nahmen drei Teilnehmer die Möglichkeit wahr und trugen ihr Feedback in den Feldern FuE-Themen und Sonstige Anmerkungen ein. Diese Eintragungen werden im Folgenden aufgeführt:

▪ Feedback-Bogen 1:

FuE-Themen:

- Anwendungsbezug; für uns konkret bzgl. Medienbranche (Produktion, Verbreitung, Dienste für Endkunden)
- Open/Big-Data: Ownership, Privacy
- Virtualisierte Medienproduktion
- Konvergenz Medienverteilnetze (Broadcast, Fixed & Mobile IP)

Sonstige Anmerkungen:

- Vielen Dank für die gut organisierte Veranstaltung
- Vorschlag: Zusätzlich Identifikation spezifischer, abgegrenzter, *domänenübergreifender* Herausforderungen

▪ Feedback-Bogen 2:

FuE-Themen:

- IuK-Infrastrukturen für vernetzte Automobile
- Autonomes Fahren auf Basis lernender System; Sensordaten-basierte KI; Smart Data; Datenökonomie
- Transdisziplinäres Zusammenwirken im Bereich Sozio-Ökonomie
- Unity AG – acatech: Projekte zu *Industrie 4.0*

Sonstige Anmerkungen:

- Sehr gute Durchmischung von Experten, die sowohl fachliche Breite und Tiefe ermöglicht hat!
- Vielversprechendes Konsortium
- Zusammenhang auf 1 „Terra Incognita“ aufzeigen:
 - Vernetzung
 - Abhängigkeiten (zeitlich und inhaltlich)
 - Zielzustände (exemplarische Ergebnisse)

- Feedback-Bogen 3:

FuE-Themen:

- Abstraktionslevel war mir etwas zu hoch → Anwendungsbezug schwer erkennbar
- Alles wichtige Themen, die wissenschaftlich in voller Breite untersucht werden sollten
- In der Anwendung muss man sich noch stärker fokussieren

Sonstige Anmerkungen:

- Sehr gut organisierter Workshop
- Struktur und Format sehr Produktiv

6.10 Bewertungsmatrix

F&E-Kategorie	Umsetzungsstrategien basierend auf technisch-ökonomischer TCO-Analyse, entwickelt und bewertet																Ökonomische Potentiale, identifiziert								Ordnungsgrößen, identifiziert																		
	F&E-Thema	Konzepte und Maßnahmen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Verkehrsmittels	Ökonomische Auswirkungen	Neuheiten, Standards, Komponenten	Gesamtsystemische Effekte	Veränderungen in Fahrzeug- und Bauteilmerkmalen	Größenspezifische Auswirkungen	Einfluss von Material- und Fertigungstechnologien	Einfluss von Betriebs- und Wartungsmaßnahmen	Einfluss von Energieeffizienzmaßnahmen	Einfluss von Leichtbau- und Strukturmaßnahmen	Einfluss von Digitalisierungsmaßnahmen	Einfluss von Service- und Supportmaßnahmen	Einfluss von Zulieferer- und Beschaffungsmaßnahmen	Einfluss von Logistik- und Transportmaßnahmen	Einfluss von Umwelt- und Nachhaltigkeitsmaßnahmen	Einfluss von Sicherheitsmaßnahmen	Einfluss von Komfort- und Ergonomiemaßnahmen	Einfluss von Gesundheitsmaßnahmen	Einfluss von Umweltschutzmaßnahmen	Einfluss von Energieeffizienzmaßnahmen	Einfluss von Leichtbau- und Strukturmaßnahmen	Einfluss von Digitalisierungsmaßnahmen	Einfluss von Service- und Supportmaßnahmen	Einfluss von Zulieferer- und Beschaffungsmaßnahmen	Einfluss von Logistik- und Transportmaßnahmen	Einfluss von Umwelt- und Nachhaltigkeitsmaßnahmen	Einfluss von Sicherheitsmaßnahmen	Einfluss von Komfort- und Ergonomiemaßnahmen	Einfluss von Gesundheitsmaßnahmen	Einfluss von Umweltschutzmaßnahmen												
		Lfd. Nr.	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40									
1. Bewertung nach Risiko für Ziel		80	81	75	72	63	68	75	61	30	36	36	37	100	100	94	86	116	116	90	72	80																					
Anwendungs- bereich	Anwendungs- potenzial	Anforderungen																																									
		Maßnahmen																																									
Kernanforderungen und Eigenschaften	Kernanforderungen und Eigenschaften	Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme	1	3	3	2	0	1	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									
		Erweiterte, integrierte und vernetzte Fahrerassistenzsysteme																																									



IN_Bewertungsmatr ix.xlsx

6.11 Forschungslandkarte

IN Projekt									
Forschungslandkarte für den Aktionsplan									
Stichwort Suche									
Initiator:									
Lfd. Nr.	FuE-Thema	gefunden über	Name des Projekts	I/V/P/W	Ort	Laufzeit	Träger/Insitution/Konsortiumskoord	Abstract	
1	1	"Kommunikationsne	Kognitive drahtlose Kommunikationssysteme	P, W	D	2012-2015	DLR / PT für BMBF	Der stetig wachsende Bandbreitebedarf durch die mobile Nutzung des Internets kann nicht beliebig durch die Nutzung neuer Frequenzen gedeckt werden. Das „German Lab“ (G-Lab) ist der deutsche Beitrag zu den weltweiten Arbeiten zum Future Internet zu neuen Kommunikationsprotokollen. Im EUREKA-Vorhaben 100GET (100Gbit/s Carrier-Grade Ethernet Transport Technologies) werden Technologien für ein schnelles, zuverlässiges und Ziel der Forschungsaktivitäten ist es, Schlüsseltechnologien für die nächste Generation von zellularen Mobilfunknetzen mit Ziel die Erforschung von Technologien für den zukunftsicheren Ausbau künftiger Teilnehmeranschlusnetze.	
2	1	"Kommunikationsne	G-Lab	P, W	D	2009-2012	DLR/ PT für BMBF	Neue Anwendungsfelder in den Bereichen Sicherheit und Automation werden durch Messuna und Kontrolle in räumlich verteilten Festlegung von Leitlinien, in denen die Ziele, Prioritäten und Grundzüge von Maßnahmen auf dem Gebiet transeuroopischer Teilnehmeranschlusnetze.	
3	1	"Kommunikationsne	100GET	P, W	D	2007-2010	DLR/ PT für BMBF	The aim of the OASE project is the assessment and development of next-generation optical access (NG-OA) network architectures and The goal of this project is to follow a methodological scientific approach to design, analyze, and implemet a prototype of a next-generation optical access (NG-OA) network architectures and The goal of this project is to follow a methodological scientific approach to design, analyze, and implemet a prototype of a next-generation optical access (NG-OA) network architectures and	
4	1	"Kommunikationsne	EASY-C: Enablers for Ambient Services and Sy	P, W	D	k.A.	DLR/ PT für BMBF	Die Agenda Cyber-Physical Systems will Technologietrends und Innovationspotenzial im Zusammenhang mit Cyber-Physical Systems Das vorliegende Projekt CyProS verfolgt daher das Ziel, basierend auf einer zu entwickelnden Referenzarchitektur, ein repräsentatives Zukuuntpotenzial des Taktillen Internets anhand vielversprechender Anwendungsfelder in Die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Potentiale, die in Deutschland vorhanden sind, gilt es zu bündeln und zu entfalten, um die Our current research in the field of SDN is focused on the following basic research questions: how can communication middleware That have given rise to SDN, explains SDN's role within an SDE, considers how SDN addresses the	
5	1	"Kommunikationsne	Breitband-Zugangsnetze	P, W	D	2010 - ?	DLR/ PT für BMBF		
6	1	"Kommunikationsne	Autonome vernetzte Sensorsysteme	P, W	D	2012 - ?	DLR/ PT für BMBF		
7	1	"basisdienste komm	Reihe von Leitlinien für transeuropäische Tekt	P, W	EU	1997-2000	Europäische Kommission		
8	1	via TUM/Kellerer/LK	OASE	P, W	EU	2010-2012	Europäische Kommission		
9	1	CORDIS: "taktiles int	Scalability, Control, Isolation on Next-generat agendaCPS - Integrierte Forschungsagenda	W	EU, CH	2014-2018	European Research Council, ETH Zürich		
10	2	"cps systemkonzept	Cyber-Physical Systems	W, V	D	2012	acatech		
11	2	"cps systemarchitek	Cyber-Physische Produktionssysteme (CyProS)	P, W	D	2012-heute	KIT für BMBF		
12	2	"taktiles internet"	Taktiles Internet - Ein Positionspapier der Inf	V	D	2014	ITG im VDE		
13	2	"taktiles internet"	Wireless 2020 - Das taktile Internet	V, W, I	D	2013	Alcatel-Lucent Stiftung für Kommunikation		
14	3	"software defined n	Software-defined Networking Research Proje	W	D	2012 - heute	IPVS Uni Stuttgart		
15	3	"software defined n	Using Software-Defined Networking to Enabl	I	US	2014	ICS für IBM		



IN_Forschungslandkarte.xlsx

Literaturverzeichnis

Allgemeine Literatur

- Aberle, G., & Hofmann, M. 2012. *Infrastruktur Gipfel 2012 - Welche Zukunft für die Infrastrukturen?* Innovationszentrum für Mobilität.
- Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. 2011. *Smart Cities - Deutsche Hochtechnologie für die Stadt der Zukunft*. Springer Verlag.
- Appelrath, H.-J., Kagermann, H., & Mayer, C. 2012. *Acatech Studie - Future Energy Grid Migrationspfade ins Internet der Energie*. Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012a. *Digitale Infrastrukturen als Enabler innovative Anwendungen*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012b. *Empfehlungen für eine nationale Strategie Intelligente Netze*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012c. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2012/ 2013*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2014. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2013/ 2014*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2011. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2011/ 2012*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitskreis Smart Service Welt. 2014. *Smart Service Welt: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft*. Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Baran, A.-K., Eckhardt, P., Kiesow, A., & van Roosebeke, B. 2013. *CepStudie -Netzneutralität als Regulierungsziel: Eine ordnungspolitische und juristische Analyse*.
- Barot, V., Henshaw, M., Siemieniuch, C., Sinclair, M., & Lim, L. 2013. *Trans-Atlantic Research and Education Agenda in Systems of Systems*. Loughborough University.
- Baums, A., Bühler, J., von Chlebowski, B., & Fuhrberg, J. 2012. *Der Staat als Gestalter der digitalen Welt - Industriepolitiches Grundsatzpapier*. BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
- BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2013. *BDEW-Roadmap: Realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland*.
- BITKOM & Fraunhofer ISI. 2012. *Gesamtwirtschaftliche Potenziale intelligenter Netze in Deutschland*.
- Bräutigam, T. 2014. *Daten sind das Öl des 21. Jahrhunderts*. Der Deutsche Innovationspreis. URL: <http://www.der-deutsche-innovationspreis.de/das-aktuelle/einzelansicht/article/daten-sind-das-oel-des-21-jahrhunderts.html>, aufgerufen am 24.07.2014.
- Brunekreeft, G., Friedrichsen, N., Brandstät, C., Bauknecht, D., Koch, M., Schweinsberg, A. 2011. *Innovative Regulierung für Intelligente Netze*.
- Bundesministerium des Inneren. 2005. *Nationaler Plan zum Schutz der Informationsinfrastrukturen* (NPSI).
- Bundeministerium des Inneren. 2009. *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen* (KRITIS-Strategie).
- Bundesministerium des Innern. 2007. *Umsetzungsplan KRITIS des Nationalen Plans zum Schutz der Informationsstrukturen*.

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Inneren & Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. 2014. *Digitale Agenda 2014-2017*.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2014a. *Wirtschaftsmotor Mittelstand – Zahlen und Fakten zu den deutschen KMU*.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2014b. *Mittelstand-Digital – IKT-Anwendungen in der Wirtschaft*.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. 2010. *IKT-Strategie der Bundesregierung „Deutschland Digital 2015“*.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. 2012. *Intelligente Netze – Potenziale und Herausforderungen der IN-Evolution*.
Metastudie des Fraunhofer ISI und Orientierungspapier des MÜNCHNER KREISES
Zusammenfassung der Ergebnisse anlässlich des Nationalen IT-Gipfels in Essen 13. November 2012.
- Bundesnetzagentur. 2011. *„Smart Grid“ und „Smart Market“ – Eckpunkte der Bundesnetzagentur zu den Aspekten des sich verändernden Energieversorgungssystems*.
- Cen-Cenelec-Etsi Smart Grid Coordination Group. 2012a. *Smart Grid Reference Architecture*.
- Cen-Cenelec-Etsi Smart Grid Coordination Group. 2012b. *Sustainable Processes*.
- Coenen, C. 2008. *Konvergierende Technologien und Wissenschaften*,
TAB-Hintergrundpapier Nr. 016, Berlin.
- Deutsche Energie-Agentur. 2012a. *Ausbau- und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030*.
- Deutsche Energie-Agentur. 2012b. *Eine erfolgreiche Energiewende bedarf des Ausbaus der Stromverteilnetze in Deutschland*.
- Evans, P., & Annunziata, M. 2012. *Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. GE - imagination at work*.
- Evans, G., Lorenz, G., Carrasco, A., & Stromback, J. 2013. *EG3 First Year Report: Options on handling Smart Grids Data*.
- Fekete, A. 2011. *Interdependenzen Kritischer Infrastrukturen als Aufgabe im Bevölkerungsschutz*.
- Fellbaum, K.-R. 1981. Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (GFU) in Verbindung mit der AMK Berlin (Hrsg.): *Telekommunikation von A-Z*. VDE-Verlag, Berlin.
- Fraunhofer Fokus. 2014. *Smart Cities: Inbegriff des Globalen Wandels unserer Lebensräume*.
URL: www.ict-smart-cities-center.com/smart-cities, aufgerufen am 24.01.2014.
- Frischmann, B. 2012. *Infrastructure – The Social Value of Shared Resources*, Oxford, NY.
- Hass, B. H. 2002. *Geschäftsmodelle von Medienunternehmen: ökonomische Grundlagen und Veränderungen durch neue Informations- und Kommunikationstechnik*,
Deutscher Universitäts-Verlag.
- Gabler Verlag. 2010. *Gabler Wirtschaftslexikon*, 17. Komplette aktualisierte und erweiterte Auflage,
Wiesbaden.
- Grove, N. 2010. *Studies on Regulated Networks and Resources*, München.
- Grove, N. 2012a. Infrastruktur: Einordnung und Begriff, in: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. (Hrsg.): *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2012/ 2013*. Nationaler IT-Gipfel,
S. 33-34.

- Grove, N. 2012b. *Infrastruktur & Management*, Vorlesungsunterlagen.
- Grove, N. & Agic, D. 2012. Network Neutrality and Consumer Discrimination: A Cross-Provider Analysis, in: *Proceedings of the 12th Pacific Telecommunications Council*.
- IT-Planungsrat. 2010. Nationale E-Government Strategie Deutschland.
URL: www.e-government-landkarte.de, aufgerufen am 24.01.2014.
- Jarschel, M., Zinner, T., Hoßfeld, T., Tran-Gia, P., & Kellerer, W. 2014.
Interfaces, Attributes and Use Cases – A Compass for SDN.
- Kafka, G. 2011. Keine Maut für das Internet, in: *NET – Zeitschrift für das Kommunikationsmanagement*, 4: 35-37.
- MÜNCHNER KREIS. 2011. *Zukunftsbilder der digitalen Welt. Nutzerperspektiven im internationalen Vergleich*. Schwabendruck, Berlin.
- OECD. 1994. *Frascati Manual 1993 – The Measurement of Scientific and Technological Activities – Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*, Paris.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. 2010. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Pentland, A. 2008. Reality Mining of Mobile Communications: Toward a New Deal on Data, in: Dutta, S. und Mia, I. (Hrsg.): *The Global Information Technology Report 2008–2009 – Mobility in a Networked World*. World Economic Forum and INSEAD, Genf.
- Picot, A., Eberspächer, J., Grove, N., Kranz, J., Neuburger, R., Wiemann, B., & MÜNCHNER KREIS. 2013. IN-Evolution: Intelligente Netze – Status, Potenziale und Herausforderungen. *IM - Fachzeitschrift für Information Management und Consulting*, 02/2013: 58-66.
- Picot, A., Eberspächer, J., Grove, N., Kranz, J., Neuburger, R., Wiemann, B., & MÜNCHNER KREIS. 2014. Intelligente Netze – Evolution von Technologie, Architektur und Anwendungen. *IM+io - Fachzeitschrift für Innovation, Organisation und Management*, Special 01/2014: 29-38.
- Picot, A.; Grove, N. & Sedlmeir, J. 2012. Aktuelles Stichwort: Netzneutralität. *Medienwirtschaft*, 2: 44-50.
- Picot, A. & Krcmar, H. 2011. Interview mit Marvin Ammori und Christof Weinhardt zum Thema „Netzneutralität und die Zukunft der Telekommunikation“. *Wirtschaftsinformatik*, 5: 319-325.
- Pipek, V. 2012. *Strategie für eine Kooperative Resilienz - Vom Umgang mit Kaskadeneffekte durch den Ausfall der Stromversorgung*.
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. 2012. *Im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Handlungsempfehlungen zur Umsetzung*.
- Roland Berger Strategy Consultants. 2013. *Best-Practice-Studie Intelligente Netze – Beispielhafte IKT-Projekte in den Bereichen Bildung, Energie, Gesundheit, Verkehr und Verwaltung*.
- Scheer, A.-W. 2011. *Vortrag im Rahmen der Pressekonferenz zu intelligenten Netzen*. BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
- Scholz, L. 1976. *Technik-Indikatoren: zur Messung des Standes der Produktionstechnik*, Ifo-Schnelldienst, München.
- Sörries, B. 2013. *Innovative Frequenzpolitik zur Unterstützung Intelligenter Netze*. AG Strategie Intelligente Netze.
- Specht, G., Beckmann, C., & Amelingmeyer, J. 2002. *F&E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement*, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

- Stähler, P. 2002. *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen*, Josef Eul Verlag.
- The Royal Academy of Engineering. 2012. *Smart infrastructure: the future*.
- van Schewick, B. 2007. Towards an Economic Framework for Network Neutrality Regulation. *Journal on Telecommunications and High Technology Law*, 5: 329-391.
- VDE 2014. **VDE-Positionspapier „Taktiler Internet“**.
- Velten, C. 2014. *Von Business Intelligence zur Data Economy*, Computerwoche.
URL: <http://www.computerwoche.de/a/von-business-intelligence-zur-data-economy,3060543>
aufgerufen, 04.08.2014.
- Vogelsang, I. 2007. Infrastrukturwettbewerb und Netzneutralität, in: Picot, A./Freyberg, A. (Hrsg.), *Infrastruktur und Services – Das Ende einer Verbindung?*, Berlin.
- Wiegand, D. 2014. *Data-was? Das CeBIT-Motto „Datability“ – ein Erklärungsversuch*, c't magazin, 06/14.
- Wieland, A. & Wallenburg, C.M. 2013. The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43 (4): 300-320.
- Wirtz, B. W. 2005. *Medien- und Internetmanagement*, Gabler, Wiesbaden.
- Wu, T. 2003. Network Neutrality, Broadband Discrimination, *Journal on Telecommunications and High Technology Law*, 2: 141-179.
- Zinner, T., Hossfeld, T., Tran-Gia, P., & Kellerer, W. 2013. *Software Defined Networks - Das Internet flexibler gestalten und dynamischer steuern*. ITG Thema.

Literatur zu Definition und dynamische Betrachtung von Intelligenten Netzen und Diensten (Kapitel 2)

- Allwinkle, S., & Cruickshank, P. 2011. Creating Smarter Cities- An Overview. *Journal of Urban Technology*, 18 (2): 1-16.
- Baron, M. 2013. Enabling Smart Cities through a Cognitive Management Framework for the Internet of Things. *Journal of Economics & Management*, 51 (6): 102-111.
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J. C., Calafate, C. T., & Manzoni, P. 2014. Reducing emergency services arrival time by using vehicular communications and Evolution Strategies. *Expert Systems with Applications*, 41 (4): 1206-1217.
- Barrionuevo, J. M., Berrone, P., & Ricart, J. E. 2012. Smart Cities, Sustainable Progress. *IESE Insight*, 14 (3): 50-57.
- Batagan, L. 2011. Smart Cities and Sustainability Models. *Informatica economica*, 15 (3): 1453-1465.
- Budelmann, C., & Krieg-Brückner, B. 2012, November. From sensorial to smart materials: Intelligent optical sensor network for embedded applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 24 (18): 2183-2188.
- Calavia, L., Baladrón, C., Aguiar, J., M., Carro, B., & Sánchez-Esguevillas, A. 2012. A Semantic Autonomous Video Surveillance System for Dense Camera Networks in Smart Cities. *Sensors*, 12 (8): 10407-10429.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. 2011. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18 (9): 65-82.

- Cardone, G., Foschini, L., Bellavista, P., Corradi, A., Borcea, C., & Talasila, M. 2013. Fostering ParticipAction in Smart Cities: A Geo-Social Crowdsensing Platform . *IEEE Communications Magazine*, 51 (6): 112-119.
- Cecchini, R. L., Ponzoni, I., & Carballido, J. A. 2012. Multi-objective evolutionary approaches for intelligent design of sensor networks in the petrochemical industry. *Expert Systems with Applications*, 39 (3): 2643-2649.
- Chen, F., Zhang, Q., Jia, Y., & Li, J. 2013. Research of traffic flow multi-objectives intelligent control method for junction network. *Telecommunication Systems*, 53 (1): 77-84.
- Cheng, T. 2013. Designing on the On-Line Laboratory Management System of the Combination of Intelligent Card and Campus Network. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, 6 (2): 99-106.
- Clavell, G. 2013. (Not so) smart cities: The drivers, impact and risks of surveillance-enabled smart environments. *Science and Public Policy*, 41 (4): 717-731.
- Commuri, S., Mai, A., & Zaman, M. 2011. Neural Network–Based Intelligent Compaction Analyzer for Estimating Compaction Quality of Hot Asphalt Mixes. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 137 (9): 633-715.
- Cook, D., J. 2012. How Smart Is Your Home? *Science*, 335 (6076): 1579-1581.
- Cretu, L.-G. 2012. Smart Cities Design using Event-driven Paradigm and Semantic Web. *Informatica Economic*, 16 (4): 57-67.
- Deakin, M. 2012, June. Intelligent cities as smart providers: CoPs as organizations for developing integrated models of eGovernment Services. *Innovation - The European Journal of Social Science Research*, 25 (2): 115-135.
- Dirks, S., Gurdgiev, C., & Keeling, M. 2010. *Smarter cities for smarter growth*. IBM Institute for Business Value.
- Ditmeyer, S. 2010. Network-centric Railway Operations Utilizing Intelligent Railway Systems. *Journal of Transportation Law, Logistics & Policy*, 77 (3): 197-219.
- Domingo, A., Bellalta, B., Palacin, M., Oliver, M., & Almirall, E. 2013. Public Open Sensor Data: Revolutionizing Smart Cities. *IEEE Technology & Society Magazine*, 32 (4): 50-57.
- Edwards, C. 2013. New Ways of Working are needed to make Smart Cities a Reality. *Engineering & Technology*, 11 (8): 24-25.
- Elouafiq, A., Khobalatte, A., Benhallam, W., Iraqi, O., & Rachidi, T. E. 2013. Aggressive and Intelligent Self-defensive Network Towards a new generation of semi-autonomous Networks. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 5 (1): 12-17.
- Facchini, C., Holland, O., Granelli, F., da Fonseca, N. L. S., & Aghvami, H. 2013. Dynamic green self-configuration of 3G base stations using fuzzy cognitive maps. *Computer Networks*, 57 (7): 1597-1610.
- Faezipour, M., Nourani, M., Saeed, A., & Addepalli, S. 2012. Progress and Challenges in Intelligent Vehicle area Networks. *Communications of the ACM*, 55 (2): 90-100.
- Ferreira, P., M., Gomes, J. M., Martins, I. A. ., & Ruano, A. E. 2012. A Neural Network Based Intelligent Predictive Sensor for Cloudiness, Solar Radiation and Air Temperature. *Sensors*, 12 (11): 15750-15777.
- Gershon, R., A. 2011. *Intelligent Networking - The ITS Model and Network Evolution A Systems Theory Interpretation*. International Communication Association (ICA) Conference.

- Giménez, P., Molina, B., Calvo-Gallego, J., Esteve, M., & Palau, C. E. 2014. I3WSN: Industrial intelligent wireless sensor networks for indoor environments. *Computers in Industry*, 65 (1): 187-199.
- Guan, L. 2012. *Smart Steps to a Battery City*, 65 (1): 24.
- Hancke, Gerhard P., de Carvalho e Silva, Bruno, & Hancke Jr., G. P. 2012. The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. *Sensors*, 32 (2): 393-425.
- Jung, J. J., Chang, Y. S., & Yu, Z. 2013. Advances on intelligent network management. *Telecommunication Systems*.
- Kourtit, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. 2012. Smart cities in perspective - a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation - The European Journal of Social Science Research*, 25 (2): 229-246.
- Kramer, D. 2013. Smart cities will need big data. *Physics Today*, 66 (9): 19-20.
- Kuk, George, & Janssen, M. 2011. The Business Models and Information Architectures of Smart Cities. *Journal of Urban Technology*, 18 (2): 39-52.
- Laberge, Y. 2011. Book review: Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks. *Urban Studies*.
- Larios, D., Barbancho, J., Sevillano, J. L., Molina, F. J., & León, C. 2012. Energy efficient wireless sensor network communications based on computational intelligent data fusion for environmental monitoring. *IET Communications*, 6 (14): 2189-2197.
- Lazaroiu, C., & Roscia, M. 2012. Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47 (1): 326-332.
- Leccesse, F. 2013. Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 28 (1): 21-28.
- Lee, J. H., Ernst, T., & Chilamkurti, N. 2012. Performance analysis of PMIPv6-based network mobility for intelligent transportation systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 61 (1): 74-85.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. 2012. Modelling the smart city performance. *Innovation - The European Journal of Social Science Research*, 25 (2): 137-149.
- López, V. F., Medina, S. L., & de Paz, J. F. 2012. Taranis: Neural networks and intelligent agents in the early warning against floods. *Expert Systems with Applications*, 39 (11): 10031-10037.
- Malleswaran, M., Vaidehi, V., Saravanaselvan, A., & Mohankumar, M. 2013. Performance Analysis of Various Artificial Intelligent Neural Networks for GPS/INS Integration. *Applied Artificial Intelligence*, 27 (5): 367-407.
- Mavrikis, M. 2010. Modelling Student Interactions in Intelligent Learning Environments: Constructing Bayesian Networks from Data. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 19 (6): 733-753.
- McLoughlin, K. 2012. A More Intelligent Utility Network Not if, But When. *Electric Light & Power*, 90 (2): 60.
- Meribout, M. 2011. A New Distributed and Scalable Network Protocol Targeting Intelligent Transportation Systems. *International Journal of Vehicular Technology*.
- Mileo, A., Merico, D., Pinardi, S., & Bisiani, R. 2010. A Logical Approach to Home Healthcare with Intelligent Sensor-Network Support. *The Computer Journal*, 53 (8): 1257-1276.

- Moreno-Cano, M. V., Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., & Skarmeta, A. F. 2013. An indoor localization system based on artificial neural networks and particle filters applied to intelligent buildings. *Neurocomputing*, 122 (25): 116-125.
- Mulligan, C., E.A., & Olsson, M. 2013. Architectural Implications of Smart City Business Models - An Evolutionary Perspective. *IEEE Communications Magazine*, 51 (6): 80-85.
- Murray, A., Minevich, M., & Abdoullaev, A. 2012. *Putting the smarts into smart cities*. KMWorld.
- Nguyen, A. V., Nguyen, L. B., Su, S., & Nguyen, H. T. 2013. The advancement of an obstacle avoidance bayesian neural network for an intelligent wheelchair. *Engineering in Medicine and Biology Society, 35th Annual International Conference of the IEEE*.
- Orecchini, F., & Santiangeli, A. 2011. Beyond smart grids – the need of intelligent energy networks for a higher global efficiency through energy vectors integration. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 (13): 8126-8133.
- Park, S., Miura, Y., & Ise, T. 2012. Intelligent Control for a Distributed Flexible Network Photovoltaic System Using Autonomous Control and Agent. *Electronics and Communications in Japan*, 96 (1): 14-24.
- Pirisi, A., Grimaccia, F., Mussetta, M., & Zich, R. E. 2012. Novel Speed Bumps Design and Optimization for Vehicles' Energy Recovery in Smart Cities. *Energies*, 11 (5): 4624-4642.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G., & Camarda, P. 2013. Information Centric Services in Smart Cities. *Journal of Systems and Software*, 88: 169-188.
- Sánchez, L., Elicegui, I., Cuesta, J., Munoz, L., & Lanza, J. 2013. Integration of Utilities Infrastructures in a Future Internet Enabled Smart City Framework. *Sensors*, 13 (11): 14438-14465.
- Seo, J., & Lee, G. 2012. An Effective Wormhole Attack Defence Method for a Smart Meter Mesh Network in an Intelligent Power Grid. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 49 (9): 1-11.
- Sharma, V., & Srinivasan, D. 2013. A hybrid intelligent model based on recurrent neural networks and excitable dynamics for price prediction in deregulated electricity market. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26 (5): 1562-1574.
- Soumik, S., Lovett, T., Bertuccelli, L., Vrabie, D., Krucinski, M., & Mijanovic, S. 2013. *Smart Homes - Green Cities: The role of intelligent diagnostics and control in energy efficient buildings*.
- Stephenson, S., Meng, X., Moore, T., Baxendale, A., & Edwards, T. 2013. *Network RTK for Intelligent Vehicles*. GPS World.
- Tang, X., Pu, J., Cao, K., Zhang, Y., & Xiong, Z. 2012. Integrated Extensible Simulation Platform for Vehicular Sensor Networks in Smart Cities. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12: 1-10.
- Tranos, E., & Gertner, D. 2012. Smart networked cities. *Innovation - The European Journal of Social Science Research*, 25 (2): 175-190.
- Venkataraman, H., Delcelier, R., & Muntean, G. M. 2013. A moving cluster architecture and an intelligent resource reuse protocol for vehicular networks. *Wireless Networks*, 19 (8): 1881-1900.
- Vilajosana, I., Llosa, J., Martinez, B., Domingo-Prieto, M., Angles, A., Vilajosana, X. 2013. Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows. *IEEE Communications Magazine*, 51 (6): 128-134.

- Walravens, N., & Ballon, P. 2013. Platform business models for smart cities: from control and value to governance and public value. *IEEE Communications Magazine*, 51 (6): 72-79.
- Wu, J., Liu, S., Zhou, Z., & Zhan, M. 2012. Toward Intelligent Intrusion Prediction for Wireless Sensor Networks Using Three-Layer Brain-Like Learning. *International Journal of Distributed Sensor Networks*.
- Yamagata, Y., & Seya, H. 2013. Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model. *Applied Energy*, 112: 1466-1474.
- Ying, H., Schlösser, M., Schnitzer, A., Schafer, T., Schläfke, M. E., Leonhardt, S., & Schiek, M. 2011. Distributed intelligent sensor network for the rehabilitation of parkinson's patients. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 15 (2): 268-276.
- Zeiss, G. 2010. Maintaining Intelligent Networks. *Powergrid International*, 15 (10): 24.
- Zhu, N., Chen, Y., & Jiang, X. 2013. Research of nonlinear phase shift-aware of physical layer impairment in intelligent optical network. *Optik – International Journal for Light and Electronic Optics*, 124 (19): 3962-3968.

Literatur zu Zielbildern (Kapitel 5.2.2)

- Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. 2011. *Smart Cities - Deutsche Hochtechnologie für die Stadt der Zukunft*. Springer Verlag.
- Appelrath, H.-J., Kagermann, H., & Mayer, C. 2012. *Future Energy Grid. Migrationspfade ins Internet der Energie*. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Appelrath, H.-J., Lehnhoff, S., Rohjans, S., & König, A. 2013. *Hybridnetze für die Energiewende - Forschungsfragen aus Sicht der IKT*. Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2011. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2011/ 2012*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012a. *Digitalisierung von Bildungsinfrastrukturen: Vom Status Quo zur Deutschen Hochschul-Cloud*.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012b. *Strategiepapier "Intelligente Netze im Gesundheitswesen."*
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2012c. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2012/ 2013*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2014a. *Digitale Infrastrukturen Jahrbuch 2013/ 2014*. Nationaler IT-Gipfel.
- Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels. 2014b. *Digitale Infrastrukturen als Enabler für innovative Anwendungen*.
- Arthur D. Little. 2011. *No. 1: Future of urban mobility*.
- Arthur D. Little. 2014. *The Future of Urban Mobility 2.0*.
- Avvisati, F., Hennessy, S., Kozma, R., & Vincent-Lancrin, S. 2013. *Review of the Italian Strategy for Digital Schools*. Center for Educational Research and Innovation.
- Balash, M. 2013. *Selbständig, sicher, gesund und mobil im Alter: Smart Senior - Intelligente Technologien und Dienstleistungen für Senioren*. Telekom Innovation Laboratories.

- Baums, A., & Scott, B. 2013. *Kompendium Digitale Standortpolitik*.
- BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2013. *BDEW-Roadmap - Realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland*.
- Becks, T., Eberhardt, B., Heusinger, S., Pongratz, S., & Stein, J. 2010. *Intelligente Heimvernetzung: Komfort – Sicherheit – Energieeffizienz – Selbstbestimmung*. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
- BITKOM. 2009. *Leitfaden zur Heimvernetzung*. Bundesverband Informationswirtschaft, BITKOM Telekommunikation und neue Medien e. V.
- BITKOM. 2012. *Heimvernetzung als Bindeglied zwischen Verbraucher und gesamtwirtschaftlichen Herausforderungen*. Bundesverband Informationswirtschaft, BITKOM Telekommunikation und neue Medien e. V.
- BITKOM und Heinrich Böll Stiftung. 2013. *Netz: regeln 2013 / Omnipräsenz - Leben und Handeln in der vernetzten Welt*. BITKOM Telekommunikation und neue Medien e. V. und Heinrich Böll Stiftung.
- Bloching, B. Luck, L., & Ränge, T. 2012. *Data Unser: Wie Kundendaten die Wirtschaft revolutionieren*, Redline Verlag, München.
- Block, C., & Briegel, F. 2008. *Internet of Energy*. BDI initiative Internet of Energy.
- Böhm, M., Flechl, B., Frötscher, A., & Hausmann, A. 2012. *ICT concepts for optimization of mobility in Smart Cities*. European Commission DG Communications Networks, Content & Technology.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. 2012. *SmartSenior: Intelligente Dienste und Dienstleistungen für Senioren*.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. 2014. *Zukunftsbild "Industrie 4.0"*.
- Bundesnetzagentur. 2011. „*Smart Grid“ und „Smart Market“ – Eckpunkte der Bundesnetzagentur zu den Aspekten des sich verändernden Energieversorgungssystems*.
- Butler, D., Leahy, M., Shiel, G., & Cosgrove, J. 2013. *Building towards a learning society: A national digital strategy for schools*. Educational Research Center Foras Taighde ar Oideachas.
- CeBIT. 2014. *Datability – New ways to handle and store Big Data*. URL: <http://www.cebit.de/de/news-trends/trends/big-data-datability/artikel/infografik-datability.xhtml>, aufgerufen am 04.07.2014.
- Center for Digital Education and Converge. 2013. *Smart Infrastructure - A research report from the Center for Digital Education and Converge*.
- Deloitte. 2013a. *eHealth EIF - eHealth European Interoperability Framework*. European Commission.
- Deloitte. 2013b. *Licht ins Dunkel. Erfolgsfaktoren für das Smart Home*.
- Department of Education and Early Childhood Development. 2010. *Digital Learning Statement*.
- Deutsche Telekom. 2012. *E-Health wird mobil. Vernetzte Gesundheit*.
- DiCerbo, K., & Behrens, J. 2014. *Impacts of the Digital Ocean on Education*.
- Digital Government. 2012, August 4. *Digital Government- Building a 21th Century Platform to Better Serve the American People*. URL: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/egov/digital-government/digital-government.html>, aufgerufen am 04.06.2014.
- Digitales Bildungsnetz Bayern. 2013. *Einsatz für digitale Bildung - eine Idee beginnt zu fliegen*.

- Domingo, A., Bellalta, B., Palacin, M., Oliver, M., & Almirall, E. 2013. Public Open Sensor Data: Revolutionizing Smart Cities. *IEEE Technology & Society Magazine*, 32 (4): 50-56.
- European Commission. 2010. *The European eGovernment Action Plan 2011-2015 Harnessing ICT to promote smart, sustainable & innovative Government*.
- European Commission. 2011. *Report on the public consultation on eHealth Action Plan 2012-2020*.
- European Commission. 2012. *E-Health Action Plan 2012-2020 - Innovative healthcare for the 21st century*.
- European Commission, & Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. 2013. *A vision for public services*.
- European Factories of the Future Research Association. 2012. *Factories of the Future 2020 Factories of the Future Public-Private Partnership Roadmap*. European Commission.
- European Factories of the Future Research Association. 2013. *Factories of the Future - Multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020*. European Commission.
- European Schoolnet, & University of Liège Psychology and Education. 2013. *Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in Europe's Schools*. European Commission DG Communications Networks, Content & Technology.
- European Union. 2012. *Redesigning health in Europe for 2020*.
- Fishman, T. 2012. *Digital-Age Transportation: The Future of Urban Mobility*. Deloitte University Press.
- Flügge, M. 2013. *No Smart City without Smart Government*. Fraunhofer Institute for Open Communication Systems.
- Fraunhofer Gesellschaft. 2013. *Smart und flexibel fertigen*. weiter.vorn - Das Fraunhofer Magazin.
- Frissen, V., Millard, J., Huijboom, N., & Svava Iverson, J. 2007. *The Future of eGovernment: An exploration of ICT-driven models of eGovernment for the EU in 2020*. JRC Scientific and Technical Reports.
- Geisberger, E., & Broy, M. 2012. *Acatech Studie: agendaCPS Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- GSM Association. 2011. *Vision of Smart Home - The Role of Mobile in the Home of the Future*. GSMA.
- Hallissy, M., Butler, D., Hurley, J., & Marshall, K. 2013. *Redesigning Education: Meeting the Challenges of the 21st Century*.
- IBM Institute for Business Value. 2011. *Opening up government*. IBM Global business services.
- Infineon. 2012. *Smart Grid Semiconductor Solutions Adding more than intelligence to the grid*. Infineon Technology AG.
- Jain, A. 2010. Bosch eMobility Solution.
- MIT. 2011. *The Future of the Electric Grid*. Massachusetts Institute of Technology.
- Mohr, W. 2013. *How can the Future Internet enable Smart Energy?*
- Münchener Kreis. 2011. *Zukunftsbilder der digitalen Welt. Nutzerperspektiven im internationalen Vergleich*. Berlin: Schwabendruck.
- Net!Works European Technology Platform. 2011. *Smart Cities Applications and Requirements*.
- OECD Health Policy Studies. 2010. *Improving Health Sector Efficiency. The Role of Information and Communication Technology*. OECD Publishing.

- Olauson, A. 2012. *Redesigning health in Europe for 2020*. European Patients' Forum.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G., & Camarda, P. 2013. Information Centric Services in Smart Cities. *Journal of Systems and Software*. 88: 169-188.
- Promotorengruppe Kommunikation & Acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Eds.). 2013. *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*.
- Siemens AG. 2011. *Picture the Future: Australia 2030*.
- Siemens AG. 2013a. *I&C technologies in vertical applications – smart cities*.
- Siemens AG. 2013b. *Lösungen für die Welt von morgen. Pictures of the Future. Die Zeitschrift für Forschung und Innovation*.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. 2013. *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Fraunhofer Verlag.
- Stanford University. 2014. *Education's digital future*.
- Toyota Motor Corporation. 2012. *The Future of Mobility*.
- US Department of Education, & Office of Educational Technology. 2013. *Expanding Evidence Approaches for Learning in a Digital World*.
- Van Welsum, D., Overmeer, W., & van Ark, B. 2013. *Unlocking the ICT growth potential in Europe: Enabling people and businesses*. European Commission DG Communications Networks, Content & Technology.
- Wissenschaftlich-Technischer Beirat der Bayerischen Staatsregierung. 2009. *„Zukunft der Gesundheit“*.
- World Economic Forum. 2011. *The Future of Government - Lessons Learned from around the World*.
- XMedia Solutions AG. 2013. *Gesundheitssystem der Zukunft - Der Patient im Mittelpunkt*.

Glossar

Begriff	Erläuterung
All-IP	Umstellung und Vereinheitlichung bisheriger Übertragungstechniken in Telekommunikationsnetzen, wie zum Beispiel Analog-Telefon und ISDN, auf die Basis des Internet-Protokolls (IP).
Digitale Primärdatenerfassung (Forschungsfeld)	Ausstattung bestehender Versorgungs- und Metastrukturen durch domänenspezifische, IuK-basierte Grundfunktionen an den physikalischen Schnittstellen der Infrastrukturen.
Digitalisierung bestehender Versorgungsinfrastrukturen / Netze	Schrittweiser Prozess der Injektion von IuK-Lösungen in bestehende Versorgungsdomänen als Basis/Schnittstelle zukünftiger digitalisierter Infrastrukturen. Der IuK-Einsatz zielt dabei auf vertikale, domäneninterne sowie auch horizontale, domänenübergreifende Aspekte ab.
Domäne	<p>Als Domänen werden im Kontext dieser Studie Infrastrukturen bezeichnet, in denen IuK-Technologien zur Verbesserung der Infrastrukturfunktionalität eingesetzt werden.</p> <p>Es sind somit Anwendungsdomänen der IuK Technologien in einer kontextspezifischen Betrachtung von IuK Technologien, Netzwerken und Infrastrukturen (z.B. Verkehr, Gesundheit etc.).</p>
Domänenspezifisch	<p>Domänen werden in dieser Studie als Wirkungsbereiche eines zusammenhängenden Funktionsverbundes gesehen, die eine gemeinsame Aufgabenstellung umfassen. In der Studie bezieht sich der Begriff auf Versorgungsinfrastrukturen als Domänen, in denen eine zunehmende IuK-Durchdringung erfolgt.</p> <p>Domänenspezifisch sind in diesem Sinne Funktionalitäten, die kennzeichnende Merkmale des jeweiligen Wirkungsbereichs ausmachen und damit die Kernelemente einer Versorgungsdomäne darstellen (z.B. Verkehr: Transportmittel und -wege).</p>
Domänenübergreifend	Siehe Horizontale Konvergenz
Future Internet	Der Begriff Future Internet ist ein Sammelbegriff für die zukünftige (Weiter-)Entwicklung des Internets und beinhaltet gleichermaßen Forschungsinitiativen technischer, technologischer und architektonischer Natur.
First Mover Advantage	First Mover Advantage beschreibt den Vorteil des ersten Markteintritts eines Akteurs, zumeist einhergehend mit einer Technologieführerschaft. Dieser ist häufig in der Lage, einen Markt zu besetzen, an dem sich nachfolgende Akteure dann orientieren müssen.
IN-Datenbank	Datenbankstruktur, die herangezogen wurde, um Aussagen zu Intelligen Netzen mit Attributen zu versehen und zu verknüpfen. Durch die Attribuierung werden Aussagen nach vielfältigen Kriterien hinweg zusammengefasst und dienen als Analyse- und Identifikationssystem zur Ableitung zukünftiger Eigenschaften / Anforderungen / Anwendungen von Intelligen Netzen.
IN-Framework (Intelligente Netze Framework)	Methodischer Ansatz im vorliegenden Projekt zur feinkörnigen Erfassung, Ist-Beurteilung und Attribuierung von Einflussgrößen, um die komplexen Wirkzusammenhänge Intelligenter Netze benennbar und strukturierbar zu machen und sie zueinander in Bezug zu setzen (Framework).

IN-Potenzialraum (Intelligente Netze Potenzialraum)	<p>Der IN-Potenzialraum soll einen strukturierten Umgang mit den Potenzialen bei der Konvergenz Intelligenter Netze ermöglichen. Hier werden mit geeigneten Werkzeugen und Vorgehensweisen die Potenziale identifiziert, erfasst, analysiert und attribuiert, um daraus in den folgenden Auswertungsschritten zur Identifizierung und Qualifizierung von Handlungsfelder zu gelangen.</p>
Infostructure	<p>Der Begriff „Infostructure“ wurde erstmals durch James "Eric" Tilton Anfang der 90er Jahre verbreitet und beschreibt eine physisch unabhängige Infrastruktur zur logischen Informationsverteilung, wobei die Informationen derart aufbereitet sind, dass sich diese organisieren und navigieren lassen können. So kann z.B. das World Wide Web als eine solche Infostructure bezeichnet werden.</p>
Infrastruktur	<p>„Infrastrukturbegriff entstammt den lateinischen Begriffen „infra“ und „struere“, was so viel bedeutet wie „darunter bauen“. Als Infrastruktur werden heute gemeinhin alle zumeist öffentlichen Einrichtungen bezeichnet, die eine Grundvoraussetzung für das wirtschaftliche und soziale Zusammenleben bilden (vgl. Gabler, 2010).</p> <p>Generell lassen sich materielle und immaterielle infrastrukturbasierte Netze und Ressourcen sowie institutionelle Infrastruktur unterscheiden. Klassisch verstehen wir unter materieller Infrastruktur heutige Verkehrsnetze, bestehend aus Straßen- Schienen- und Verkehrswegen, sowie Einrichtungen der Ver- und Entsorgung, wie beispielsweise Energie-, Wasser- und Kommunikationsnetze. Parallel dazu existieren immaterielle Infrastrukturen in Form von Bildungseinrichtungen, einem funktionierenden Gesundheits- und Sozialsystem sowie einem Finanzsystem. Unter dieser Kategorie können aber auch Standards und virtuelle Netzwerke subsummiert werden (vgl. Grove, 2010; Frischman, 2012). So bildet beispielsweise das Internetprotokoll Version 4 bzw. 6 (IPv4/IPv6) eine grundlegende Voraussetzung, um weltweite Kommunikation innerhalb und über unterschiedliche Kommunikationsnetze hinweg zu ermöglichen. Die dritte Kategorie in Form der institutionellen Infrastruktur bezeichnet das Vorhandensein einer funktionierenden Rechts-, Wirtschafts- und Sozialordnung. Dabei setzen das Vorhandensein, der Bestand und die Evolution institutioneller Infrastrukturen das Vorhandensein und die Beständigkeit von materieller und immaterieller Infrastruktur voraus. Der Aufbau, Erhalt und Ausbau von Infrastrukturen ist daher von zentraler Bedeutung für wirtschaftliches und soziales Leben. Innovationen auf Basis einzelner bzw. mehrerer bestehender Infrastrukturen sind dementsprechend zentral für den Bestand und das Wachstum einer Volkswirtschaft. Als tragendes Beispiel der Neuzeit kann hier das Internet mit seiner rasanten Entwicklung herangezogen werden. Auf Basis von Kommunikationsinfrastrukturen ist es möglich geworden, weitere bestehende materielle und immaterielle Infrastrukturen intelligent zu vernetzen. Resultierende Synergie-Effekte solcher Kombinationsmöglichkeiten dienen zugleich als Hebel existierender infrastrukturbasierter Netzeffekte und erschließen bisher ungenutzte Potenziale im Hinblick auf Effektivität, Effizienz und Ressourceneinsatz, Komfort und Interaktion sowie Technologie und Innovation.</p> <p>Quelle: Grove, 2012.</p>
Infrastrukturverantwortung des Staates	<p>Die staatliche Daseinsvorsorge betrifft generell alle grundlegenden Funktionsbereiche unserer Gesellschaft. Unabhängig von der Tatsache, dass mehr als 80% der öffentlichen Infrastrukturen in unserer marktwirtschaftlichen Grundordnung in privater Verantwortung liegen, kommt dem Staat auch in diesen Bereichen, zum Beispiel durch das Setzen rechtlicher Rahmenbedingungen oder deren Überwachung, eine gestaltende Rolle zu. Die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung sowie veränderte gesellschaftliche Rahmenbedingungen machen für grundlegende Infrastrukturbereiche (Domänen wie Energie, Verkehr, Bildung, Gesundheit, Verwal-</p>

	<p>tung) eine Neubestimmung der Infrastrukturverantwortung des Staates erforderlich. Aufgrund der herausragenden und gleichzeitig strukturell veränderten Bedeutung der IKT für die Funktionsfähigkeit öffentlicher Infrastrukturen sprechen diesbezüglich einige Experten von einer neuen Epoche der Infrastrukturpolitik.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
Intelligente Daten	<p>Intelligente Daten beschreibt ein Datenkonzept, dass Informationen bzw. den Daten selbst eine gewisse Intelligenz im Hinblick auf ihre Verarbeitungslogik, Steuerungsfunktion oder bzgl. zugehöriger Sicherheits- und Datenschutzparameter zuordnet.</p>
Intelligente Netze und Dienste	<p>Nach dem vom Forschungsverbund Intelligente <i>Infrastrukturen</i> und Netze vertretenen evolutionären Verständnis von <i>Intelligenten Netzen und Diensten</i>, werden diese in Anlehnung an eine Arbeitsdefinition des MÜNCHNER KREIS (BMW, 2012) und unter Berücksichtigung der aufgezeigten vielschichtigen und heterogenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aus der wissenschaftlichen Literatur wie folgt definiert:</p> <p><i>Intelligente Netze und Dienste</i> entstehen durch die Verknüpfung klassischer <i>Infrastrukturen</i> und Ergänzung von <i>Intelligenz</i> (verstanden als autonom operierende, analysierende, informationsverarbeitende und steuernde Funktionen und Komponenten auf mehreren Ebenen) – d. h. moderne Transportsysteme verbinden vielfältige IKT-HW/SW-Funktionsmodule miteinander, um neue Eigenschaften und innovative Anwendungsmöglichkeiten mit einem Mehrwert für die beteiligten Akteure zu erzielen. Demnach ist die <i>Intelligenz</i> von <i>Infrastrukturen</i> und Netzen ein dynamisches, evolutionäres und multidimensionales Phänomen, das neuartige Dienste und Anwendungsmöglichkeiten sowohl innerhalb einer <i>Domäne</i> (durch <i>vertikale Konvergenz</i>) als auch domänenübergreifend (durch <i>horizontale Konvergenz</i>) ermöglicht.</p> <p>Quelle: BMW, 2012</p> <p>Ergänzend und differenzierend können folgende Merkmale als kennzeichnend für Intelligente Netze herangezogen werden:</p> <p>Kommunikationsqualität: Eine umfassende, qualitätsgesicherte, inhaltsneutrale Übertragung von Daten, Wissen, Inhalten.</p> <p>Allgegenwärtigkeit: Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Ergebnissen, Aktionen sind ortsunabhängig und vielfach geprägt durch die Allgegenwärtigkeit mobiler Datenkommunikation. (Stichworte: Internet der Dinge, Soziale Medien, Cloud Computing, Mobile Datenkommunikation).</p> <p>Modularität: Intelligente Netze verknüpfen austauschbare IT-Komponenten zu komplexen fachspezifischen Anwendungen und vereinfachen die IT-Unterstützung von Geschäftsprozessen und Wertschöpfungsketten. Durch ihre leichte Austauschbarkeit können sich Unternehmen sehr viel schneller und flexibler als bisher an sich ändernde Marktumfelder anpassen. (Stichworte: Business Web, Industrie 4.0).</p> <p>Marktplatzcharakter: Die IT-Komponenten Intelligenter Netze sind werthaltige und monetär verwertbare Vorprodukte. Ihre Austauschbarkeit ermöglicht einen Wettbewerb unter IT-Komponenten und lässt Märkte hierfür entstehen. Intelligente Netze haben damit das Potenzial, eine erhebliche wettbewerbs- und innovationsfördernde Dynamik freizusetzen. (Stichworte: Business Web, Industrie 4.0).</p>

	<p>Evolutionseffekt: Die Leistungsfähigkeit des Intelligenten Netzes erhöht sich stetig dadurch, dass Einzelkomponenten durch jeweils besser geeignete ersetzt werden können. Der Marktplatzcharakter und die Möglichkeit des Wettbewerbs der Beteiligten stellen sicher, dass dies auch geschieht. Letztlich führt das dazu, dass Intelligente Netze fortlaufend „intelligenter“ werden.</p> <p>Netzwerkeffekt: Kennzeichnend für Intelligente Netze ist das Potenzial einer selbstverstärkenden Dynamik. Je mehr Teilnehmer, desto mehr Nutzen für jeden Einzelnen, was wiederum die Attraktivität für weitere Teilnehmer erhöht. (Stichworte: Metcalfe’s Law).</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
<p>Intelligente Bildungsnetze</p>	<p>Das Internet ist Teil des Alltags von Studierenden, Lehrenden und der Hochschuladministration. Digitale Technologien haben substanziellen Einfluss auf das individuelle Arbeits-, Lehr- und Lernverhalten. Angebot und Nachfrage von Lehrinhalten an den Hochschulen verändern sich durch die zunehmende Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Lerninhalte im Internet. Diese Lerninhalte werden zum Teil von renommierten Hochschulen im Ausland angeboten und der Lernerfolg wird zertifiziert. Damit treten verstärkt neue, internationale Anbieter in Konkurrenz zu deutschen Hochschulen. Letztere müssen neue Strategien entwickeln, um in diesem Wettbewerb zu bestehen.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
<p>Intelligente Energienetze</p>	<p>Intelligentes Energienetz (Smart Grid) bezeichnet die flexible und intelligente Steuerung von Energieproduktion, Energieverteilung, Energiespeicherung und Energieverbrauch unter Einbeziehung auch und gerade der Endverbraucher. Die Weiterentwicklung der Stromnetze zu Smart Grids stellt einen Systemwechsel dar, der nach Ansicht des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE) zu den wichtigsten Innovationsfeldern der Gegenwart gehört und den Industriestandort Deutschland weiter stärken wird.</p> <p>Dieser Systemwechsel wird notwendig,</p> <ul style="list-style-type: none"> • weil die Energiewende den Wechsel zu den erneuerbaren Energien und den weitgehenden Verzicht auf fossile und nukleare Energiequellen vorsieht, • weil durch die Nutzung der Niederspannungsebene für die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien das Netzmanagement ausgeweitet, dezentralisiert und regionalisiert werden muss, • weil in diesem Zuge allen Akteuren im Energieversorgungssystem je nach Situation neue Rollen zufallen – als Verbraucher wie als Energieproduzenten wie als Energiespeicher oder im sogenannten Lastmanagement, • weil neue Management- und Geschäftsmodelle entwickelt werden müssen, die es allen Akteuren im Netz ermöglichen, gleichberechtigt und angemessen an den Abläufen im Energiesystem teilzunehmen. <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c</p>
<p>Intelligente Gesundheitsnetze</p>	<p>Der Einsatz moderner IuK-Technologie im Gesundheitswesen wird in steigendem Maße dazu beitragen, die steigenden Herausforderungen erfolgreich zu meistern. Dabei kommt der Vernetzung der Beteiligten eine herausragende Bedeutung zu. Auch im Gesundheitsbereich werden die Netze „intelligent“, was sich unter anderem daran festmachen lässt, dass</p>

	<p>nicht nur Daten hin und her fließen, sondern Prozesse in Abhängigkeit von den Dateninhalten ausgelöst werden. Durch Vernetzung gibt es ein großes Potenzial, Qualität zu verbessern, Mittel effizient einzusetzen und Abläufe zu optimieren.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c</p>
<p>Intelligente Verkehrsnetze</p>	<p>Eine begleitende Digitalisierung der Verkehrsnetze verspricht, die getätigten Investitionen zu sichern und zusätzlichen Nutzen zu erzeugen – ohne weitere Eingriffe in die Natur. Dabei sind intelligente Verkehrsnetze bereits heute als Insellösungen im Einsatz. Tatsächlich endet die Intelligenz von Verkehrsnetzen heute meistens, wenn der Verkehrsträger, der Anbieter oder der Betreiber wechselt. Hier täuscht etwa die Ähnlichkeit der Begriffe „Eisenbahn“ und „Autobahn“ darüber hinweg, dass die verschiedenen Verkehrsträger neben unterschiedlichen Betriebsweisen auch einen unterschiedlichen Grad an digitaler Infrastruktur mit sich bringen. Eine übergreifende Vernetzung verspricht eine Vielzahl von Vorteilen, die im Folgenden vorgestellt werden. Intelligente Verkehrsnetze – durchgängig und übergreifend – sind heute noch Zukunft. Anhand konkreter strategischer Ansatzpunkte wird der Weg zu intelligenten Verkehrsnetzen aufgezeigt.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
<p>Intelligente Verwaltungsnetze</p>	<p>Staat und Verwaltung stehen aktuell vor der anspruchsvollen Aufgabe, die infrastrukturellen Grundlagen unserer Gesellschaft an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen und gleichzeitig bedeutende Effizienz- und Gestaltungspotenziale zu erschließen. Die Erkenntnis der Abhängigkeit unserer Gesellschaft von funktionierenden Infrastrukturen rückte zudem Fragen eines erhöhten Schutz- und Entwicklungsbedarfes in den letzten Jahren verstärkt in Fokus der Politik.</p> <p>Neben ihrer ordnungspolitischen und finanziellen Verantwortung für das Funktionieren gesellschaftlich bedeutsamer Infrastrukturen bildet die öffentliche Verwaltung selbst eine grundlegende Basisinfrastruktur unserer Gesellschaft. Mit Blick auf aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen (demografischer Wandel, Situation der öffentlichen Haushalte, hohe Bürokratiekosten etc.) ist der Staat gerade in diesem Bereich in der Verantwortung, die aus anderen gesellschaftlichen Bereichen bekannten Effizienz- und Gestaltungspotenziale vernetzter IKT systematisch zu erschließen.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
<p>Intelligenz</p>	<p>Intelligenz in „Intelligenten Infrastrukturen und Netzen“ wird in dieser Studie als autonom operierende, analysierende, informationsverarbeitende und steuernde Funktionen und Komponenten gesehen (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2012). Ihre Weiterentwicklung, Handhabung und das Intelligenzmanagement weist einen stark disruptiven Charakter auf, der in viele Anwendungsfelder ausstrahlt und besonders auf etablierte Marktrollen und deren Inhaber sowie rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen einwirken wird.</p> <p>Die Intelligenz eines Intelligenten Netzes ist nicht in Einzelkomponenten verortet, sondern ergibt sich aus deren Vernetzung. Jede einzelne Komponente trägt zur Intelligenz bei, indem sie – wie Organe in einem Organismus – bestimmte Teilaspekte einer Gesamtaufgabe erfasst, abstrahiert, beurteilt und darüber hinaus – im Falle vernetzter Sensoren bzw. Aktuatoren – auch direkt mit der Umgebung in Interaktion treten kann.</p> <p>IT-Systeme bestehen oft aus mehreren Komponenten, wobei in Intelligenten Netzen diese oft an verschiedenen Orten vorzufinden sind. Eine breitbandige Vernetzung ermöglicht den Datenaustausch auch bei hohem Datenaufkommen. Diese Vernetzung führt dazu, dass die einzelnen Leistungserbringer zusammenwirken können und die jeweiligen Teilaspekte</p>

	<p>von dem am besten dafür geeigneten Akteur geleistet werden. Dies kann hierarchisch zentral gesteuert oder dezentral in gewissen Grenzen autonom und autark, sozusagen eigenintelligent, erfolgen.</p> <p>Quelle: Arbeitsgruppe 2 des Nationalen IT-Gipfels, 2012c.</p>
Interdependent Networks	<p>Interdependente Netze beschreiben den Zustand einer (mehrfachen) wechselseitigen Abhängigkeit betroffener Netze voneinander. So beschreibt die Interdependenz z.B. für Virtuelle Netze eine Abhängigkeit von der Existenz funktionierender physischer Kommunikationsnetze. Ohne die Funktion des einen kann keine Anwendung von Virtuellen Netzen auf deren Basis erfolgen. Dabei sind diese Interdependenzen von Netzen nicht nur rein technischer Natur, sondern beinhalten auch ökonomische, soziale oder auch ökologische Abhängigkeitsfaktoren.</p>
IuK-Strukturen & Intelligenz (Forschungsfeld)	<p>Evolution der Versorgungsinfrastrukturen durch neue IuK-Strukturen, deren Verknüpfung und domänenspezifische IuK-Werkzeuge, Komponenten und Lösungen.</p>
Konvergenz	<p>Unter dem Begriff „Konvergenz“ wird allgemein in der Konvergenzdebatte eine Zunahme von Synergieeffekten bis hin zu einem Zusammenwachsen einzelner Felder prognostiziert und die politische Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) in den Überschneidungsbereichen gefordert.</p> <p>Die Debatte um konvergierende Wissenschaften, Technologien und Anwendungen wurde immer wieder aus unterschiedlichsten Perspektiven weitergeführt. Oft stellt sie sich als ein Wechselspiel von Differenzierung und Spezialisierung dar und ist in vielen Fällen gerade dann ein Schwungrad der Weiterentwicklung und der Neugestaltung.</p> <p>Durch die immer intensiver geförderte Konvergenzperspektive mit Programmen und Aktivitäten zur Förderung von Multi-, Inter- und Transdisziplinarität sowie feldübergreifender Technologieentwicklung in deutsche und EU Programmen wird bereits der Weg vorbereitet, um durch das Zusammenwirken in den Anwendungsfeldern der Technologien und Wissenschaften ungeahnte Potentiale zu heben.</p> <p>Dabei wird auch auf die zentralen Forschungsbedarfe hingewiesen, die sich unmittelbar im Zusammenhang mit den aufgezeigten Handlungsoptionen als Konvergenz-Enablern ergeben (vgl. Coenen, 2008)</p> <p>Zu nennen sind hier:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte und systematische Untersuchungen zu bereits existierenden Konvergenz-Anwendungsbereichen sowie zu Chancen und Herausforderungen, die sich für Innovationssysteme durch die diversen Konvergenzprozesse ergeben; • die konvergenzbezogene Evaluation multi-, inter- und transdisziplinärer Forschung und felderübergreifender Technologieentwicklung und Anwendung sowie ihrer Förderung, auch aus internationaler Perspektive. <p>Diese Überlegungen bestätigen den zentralen Fokuspunkt der vorliegenden Studie zur Konvergenz in den Versorgungsdomänen, insbesondere auch auf Grund der weitreichenden Durchdringung aller Disziplinen mit IuK-Technologien und der dadurch bedingten leichteren Übertragbarkeit von Lösungen.</p> <p>Daraus sollen übergreifend Effizienzsteigerungen und Betriebskostensenkungen bei gleichzeitig verbesserter Nützlichkeit für Betreiber und Nutzer entwickelt werden.</p>

Horizontale Konvergenz (Forschungsfeld)	<p>Die horizontale Konvergenz steht für synergetisches Verbinden der bisher „silosartig“ entwickelten Versorgungsdomänen.</p> <p>Diesem Thema wurde ein eigenes Forschungsfeld gewidmet. Darunter wird das domänenübergreifende Zusammenwirken verschiedener intelligenter Versorgungsinfrastrukturen zur Erschließung neuer Effizienz- und Anwendungspotenziale verstanden.</p>
Vertikale Konvergenz (Forschungsfeld)	<p>Die vertikale Konvergenz konzentriert sich auf die domäneninterne Belange der Konvergenz mit den unter Konvergenz benannten Zielen.</p> <p>Diesem Thema wurde ein eigenes Forschungsfeld gewidmet. Dies beschreibt das Zusammenwirken und die Integration unterschiedlicher Bereiche innerhalb einer Versorgungsinfrastruktur (konvergierte Infrastruktur) durch die Verwendung von IuK-Technologie. Als Beispiel hierfür ist ein gemeinsames Ticket-System in der Verkehrsinfrastruktur zu sehen.</p>
Meta-Infrastruktur	<p>Aufbauend auf bestehende Versorgungsdomänen erschließen sich durch eine Plattform horizontaler Konvergenz zusätzliche Domänen mit Infrastruktur-Charakter. Dies sind Anwendungsbereiche, die ihrerseits wieder als Domänen gesehen werden können. Im Gegensatz zu den grundlegenden Versorgungsdomänen bilden diese Meta-Infrastrukturen neue Bedürfnisse ab.</p> <p>Beispiele hierfür sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart City: Moderne Städte sind auf intelligente Technologien angewiesen. Smarte Technologien können innovative Lösungen für aktuelle und zukünftige Herausforderungen von Städten und Kommunen in verschiedenen Lebens- und Arbeitsbereichen bieten. Aus technologischer Perspektive ist eine Smart City intelligent, integriert und vernetzt. Für alle drei Attribute stehen entsprechende Technologien zur Unterstützung von Entscheidungen, zur Steuerung von Informationsflüssen und Bewertung komplexer Situationen zur Verfügung. Der Begriff Smart City steht somit für eine komplexere Betrachtungsweise, so dass mehrere Bereiche städtischer Entwicklung berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ wissensintensive und wettbewerbsfähige wirtschaftliche Aktivitäten ○ ressourcenschonende und umweltverträgliche Mobilitätsformen ○ gesunde Umweltbedingungen bei möglichst geringen Umweltbelastungen ○ bildungsorientierte und offene städtische Bevölkerung ○ sozial ausgewogene und attraktive Lebensqualität sowie transparente und partizipative Steuerungsansätze <p>Quelle: Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2011.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart Region: Die übergreifende Intelligente Vernetzung der Versorgungsinfrastrukturen urbaner und ländlicher Räume. • Smart Home: Vernetzung im Haus, ist eine Säule als Infrastruktur für Smart City, ist aber auch eine eigene Meta-Infrastruktur, da ein Smart Home als Unterbau für zahlreiche Innovationen, z.B. im Management von Gebäuden, zu sehen ist. • Smart Car: Neue Serviceleistungen setzen auf die Intelligente Vernetzung von Autos, deren Kommunikation untereinander (Car-to-Car-Kommunikation) und die Integration in weitere Strukturen, wie z.B. die Verkehrsinfrastruktur. Damit wird das

	<p>Auto zu einem Bestandteil der Infrastruktur des Verkehrsmanagements.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart Production/Industrie 4.0: Über eine weitreichende Vernetzung in Industrieprozessen und Ausstattung mit Sensoren/Aktoren ergeben sich neue Formen in der Produktion und im Produktionsablauf. Diese Form einer Infrastruktur erlaubt es, mit neuen Methoden flexibler und kostengünstiger Produkte zu entwickeln, zu produzieren, zu lagern und auszuliefern. Hierzu sind kürzere Produktzyklen, steigende Produktvarianz, und zunehmende Produktindividualisierung mit kleinsten Losgrößen zu bewältigen.
<p>Mikro- / Meso- / Makro-Ebene</p>	<p>Für die Analyse komplexer Zusammenhänge wendet die Netzwerkforschung in Technik, Soziologie und Wirtschaft die Strukturierung in Analyse- und Aggregationsebenen an. Für die Analyse ist die Aufteilung in Mikro-, Meso- und Makro-Ebenen gebräuchlich, die auch in der vorliegenden Studie eingesetzt wurde.</p> <p>Auf der Mikro-Ebene werden vor allem die für den Auf- und Ausbau Intelligenter Netze und Dienste spezifischen (Teil-)Komponenten betrachtet und analysiert. Die Betrachtungen der Mikroebene zielen somit auf einzelne Komponenten und deren technologische Entwicklung sowie deren Vernetzung miteinander zum Informationsaustausch ab. Dies beinhaltet beispielsweise die Integration von Sensorik zum Zwecke der Datenerfassung in bestehende und neue Systemkomponenten, domänenspezifische Analyse- und Auswerteverfahren, technische Protokolle zur Datenübertragung in Intelligenzen Netzen oder auch Prognoseverfahren und Mechanismen.</p> <p>Auf der Meso-Ebene werden die Analysen als Erweiterung der Mikro-Ebene gesehen. So handelt es sich um Betrachtungen der individuellen Partizipationsstärkung im Hinblick auf Intelligente Netze und Dienste, intelligente Regelungs- und Steuerungsmechanismen, die Aggregation und Weiterverarbeitung von Daten zur (domänenspezifischen) Effizienzsteigerung oder auch Fragestellungen im Bereich der Sicherheit und Wartung.</p> <p>Übergreifende Konzepte und Systemarchitekturen Intelligenter Netze und Dienste werden in der Forschung auf der Makro-Ebene untersucht. Hier dominieren ganzheitliche Erklärungs- und Gestaltungsentwürfe vor allem für Smart Cities. Besondere Bedeutung haben dabei Konzepte der Nachhaltigkeit und der Ressourcenschonung.</p>
<p>Named Data Networking</p>	<p>Named Data Networking bezeichnet einen Ansatz zur Netzwerkarchitektur, welcher im Gegensatz zu aktuellen Informationsnetze nicht an physischen Adressen ausgerichtet sind, sondern an den Informationen bzw. am Content selbst. Das Netz identifiziert Informationen in Folge nicht anhand der physikalischen Ablage sondern nach Art und Inhalt der Information selbst. Auf diese Weise lassen sich wesentliche Synergiepotentiale bei der Auswertung von 1-n Informationen erzielen.</p>
<p>Netzneutralität</p>	<p>Die kontroversen Haltungen bezüglich „Netzneutralität“ spiegeln sich in einer Uneinigkeit über eine generell anerkannte Definition dieses Begriffs wider (vgl. dazu auch Picot/Krcmar, 2011). Der Ausdruck „Network Neutrality“ wurde maßgeblich von Wu geprägt, der dieses Phänomen mit einem Internet gleichsetzt, das keine Anwendungen (z.B. das World Wide Web) gegenüber anderen (z.B. E-Mail) priorisiert (Wu, 2003, S. 145). Eine Gleichbehandlung aller Daten unabhängig von Dienst und Inhalt durch die Netzbetreiber ermöglicht somit einen fairen Wettbewerb zwischen den Anbietern von Diensten und Applikationen (van Schewick, 2007, S. 333). In Folge existieren Überlegungen, Netzbetreiber zu einer solchen Gleichbehandlung zu verpflichten, um einer wettbewerbsverzerrenden Diskriminierung vorzubeugen (vgl. Grove/Agic, 2012). In einer extremen Definitionsauslegung wird darunter die strikte Gleichbehandlung aller Bits im</p>

Glossar

	<p>gesamten Internet verstanden – unabhängig von Inhalt, Plattform, Herkunft, Ziel oder Art des Dienstes bzw. der Anwendung. Dabei soll keinerlei Zensur, Diskriminierung oder Priorisierung vorgenommen werden (Vogelsang, 2007, S. 220). In einer moderaten Definitionsvariante wird Netzneutralität als eine netzseitige Chancengleichheit des Wettbewerbs zwischen Inhalte- und Diensteanbietern im weitesten Sinne verstanden. Eine Priorisierung und Preisdiskriminierung soll hier explizit zugelassen werden, sofern sachliche Kriterien bereitstehen, die keinen effizienten Wettbewerber behindern oder ausschließen (Kafka, 2011, S. 35). Allen Definitionen der Netzneutralität ist jedoch gemein, dass eine Neutralitätsverletzung in der Ungleichbehandlung – also Diskriminierung von einzelnen Bits, spezifischen Anwendungen oder bestimmten Wettbewerbern – besteht (vgl. Vogelsang, 2007).</p> <p>Quelle: Picot et al., 2012.</p>
New Deal on Data	<p>Der Begriff „New Deal on Data“ subsumiert Mindeststandards in Bezug auf Transparenz sowie Verhältnismäßigkeit von Daten und schaffen Mehrwert vor allem durch die Kontrolle über Daten durch den Eigentümer (vgl. Pentland, 2008; Blocking et al., 2012).</p> <p>Oft wird dem Begriff „New Deal on Data“ auch eine (ggf. monetäre) Entlohnung für das Urheberrecht durch den Datenersteller bzw. -verursacher beigeordnet.</p>
Pareto-Prinzip	<p>Das Paretoprinzip (auch Pareto-Effekt oder 80-zu-20-Regel) besagt, dass 80 % der Ergebnisse in 20 % der Gesamtzeit eines Projekts erreicht werden. Die verbleibenden 20 % der Ergebnisse benötigen 80 % der Gesamtzeit und verursachen die meiste Arbeit. Dies Prinzip wurde nach Vilfredo Pareto (1848–1923) benannt</p> <p>Quelle: Wikipedia</p>
Privacy by Design	<p>Privacy by Design stellt ein Datenkonzept dar, welches Datenschutz und Schutz der Privatsphäre bei einer gleichzeitigen Datenerhebung bereits systemisch umsetzt.</p>
Resilienz	<p>Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, mit sich verändernden Einflussgrößen oder inneren Strukturveränderungen so umzugehen, dass das Gesamtsystem in einem Feld der tolerierbaren Systemzustände bleibt</p> <p>Quelle: Wieland und Wallenburg, 2013.</p>
Reverse Innovation	<p>Reverse Innovation fand als Begriff Verbreitung durch Vijay Govindarajan, Chris Trimble und Jeffrey R. Immelt. Dieser setzt auf die spezifische Produktentwicklung für bzw. in Entwicklungsländern unter den Vorgaben geringer Kosten und lokaler Anwendbarkeit, wie auch einfacher Wartbarkeit vor Ort. Im Anschluss können diese Produkte wiederum in Industrieländern als kostengünstige Alternative für bestehende Produkte vermarktet werden.</p>
Querschnittsthemen (Forschungsfeld)	<p>Themen, Funktionen und Lösungen, die gleichrangige Relevanz für alle Versorgungsinfrastrukturen aufweisen.</p>
Service Netze	<p>Einheitliche „Service Netze“, basierend auf domänenübergreifender (horizontaler) IuK-Konvergenz und Smart-Service Plattformen.</p>
Smart Car	<p>Siehe Meta-Infrastruktur</p>

Smart City	Siehe Meta-Infrastruktur
Smart Home	Siehe Meta-Infrastruktur
Smart Production / Industrie 4.0	Siehe Meta-Infrastruktur
Smart Region	Siehe Meta-Infrastruktur
Smart Service Plattform	Aufgrund der vielfältigen Modularisierungen auf Architektur-, Applikations-, Programm- und Datenebene können Services leichter modular in vertikal und horizontal konvergierenden Systemlösungen eingesetzt werden. Insbesondere eine Horizontale Konvergenzplattform ist ein wichtiger Enabler, um Smart Services (z.B. Identity Management oder Abrechnungs- und Bezahlservices) vielen Anwendern in den einzelnen Domänen zu erschließen.
Taktiler Internet	Ausweitung des breitbandigen, mobilen Internets und des Internets der Dinge auf bewegte Objekte und Echtzeitanwendungen. Voraussetzung sind deutlich geringere Reaktionszeiten von Ende-zu-Ende, d.h. von der Eingabe an einem Sensor/Eingabegerät bis zur Reaktion am Akteur an einem anderen Ort. Das Taktile Internet bildet eine neue Form von drahtloser Kommunikationsinfrastruktur. Quelle: VDE, 2014.
Technology Leapfrogging	Technology Leapfrogging liegt bei einem (absichtlichem) Auslassen von Technologiestufen vor. Dies kann sowohl für Einzeltechnologien, aber auch generell für Infrastrukturentscheidungen gelten. Oft werden z.B. in Entwicklungsländern „State-of-the-Art“ Technologien bei einer Ersteinführung eingesetzt und so bewusst Einführungstechnologien übersprungen. Ein Beispiel ist hier der Einsatz des Transrapid zur Flughafenanbindung in Shanghai statt einer „normalen“ Zugverbindung.
Versorgungsdomäne	Gesundheit, Verkehr, Energie, Bildung und Verwaltung bilden die wichtigsten zentralen Versorgungssysteme eines Staates. Sie sind aus umfassenden, vielschichtigen Strukturen gebildet. Ihr jeweiliger Wirkungsbereich wird hier als Versorgungsdomäne bezeichnet, mit teilweise überlappenden und konvergierenden Infrastrukturen.
Versorgungsinfrastruktur	Umfasst alle langlebigen Strukturen materieller (v.a. technische Infrastrukturen, z.B. Verkehrsinfrastruktur) und immaterieller Art (v.a. soziale Infrastrukturen, z.B. Bildungssystem) Quelle: Grove, 2012
Vertikal Integrierte Netze	Realisierung „Vertikal Integrierter Netze“ durch domänenspezifische und generische (vertikale) IuK-Konvergenz
Zukunftsatlas	Der in dieser Studie verwendete Zukunftsatlas setzt sich aus einer Sammlung verdichteter <i>Zielbilder</i> aus sieben Domänen zusammen, die aus Firmenveröffentlichungen und vielfältigen Studien stammen. Er wurde als methodisches Instrument herangezogen, um die Handlungsbereiche zur Realisierung der Zukunftsbilder abzuschätzen. Der Zukunftsatlas konnte so zur Qualifizierung und Quantifizierung der Forschungs- und Entwicklungsthemen herangezogen werden.

Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CAPEX	Capital Expenditures
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CPS	Cyber-physisches System
EFFRA	European Factories of the Future Research Association
EPSKI	Europäisches Programm für den Schutz kritischer Infrastrukturen
EU	Europäische Union
FuE	Forschung und Entwicklung
HW	Hardware
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IN	Intelligente Netze und Infrastrukturen
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IT	Informationstechnik
IuK	Information und Kommunikation
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
LTE	Long Term Evolution
MK	MÜNCHNER KREIS
NEGS	Nationale E-Government Strategie
NFV	Network Functions Virtualization
NPM	New Public Management
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
SDN	Software-Defined Networking
SW	Software
TCO	Total Cost of Ownership
TA	Technology Assessment
TK	Telekommunikation

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick zur Struktur der Studie..... 12

Abbildung 2: IN-Framework 20

Abbildung 3: IN-Framework – Funktion der IuK-Domäne..... 20

Abbildung 4: IN-Framework – Forschungsfelder..... 21

Abbildung 5: IN-Framework – Horizontale Konvergenz..... 22

Abbildung 6: Evolutionsstufen Intelligenter Netze und Dienste 23

Abbildung 7: Struktureller Aufbau der FuE-Themen..... 25

Abbildung 8: Gliederungslogik der FuE-Themen 26

Abbildung 9: Qualifizierung des FuE-Themas 1 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 28

Abbildung 10: Qualifizierung des FuE-Themas 2 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 32

Abbildung 11: Qualifizierung des FuE-Themas 3 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 34

Abbildung 12: Qualifizierung des FuE-Themas 4 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 37

Abbildung 13: Qualifizierung des FuE-Themas 5 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 40

Abbildung 14: Qualifizierung des FuE-Themas 6 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 42

Abbildung 15: Qualifizierung des FuE-Themas 7 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 44

Abbildung 16: Qualifizierung des FuE-Themas 8 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 46

Abbildung 17: Qualifizierung des FuE-Themas 9 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 49

Abbildung 18: Qualifizierung des FuE-Themas 10 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 51

Abbildung 19: Qualifizierung des FuE-Themas 11 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 53

Abbildung 20: Qualifizierung des FuE-Themas 12 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 55

Abbildung 21: Qualifizierung des FuE-Themas 13 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 57

Abbildung 22: Qualifizierung des FuE-Themas 14 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 59

Abbildung 23: Qualifizierung des FuE-Themas 15 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 60

Abbildung 24: Qualifizierung des FuE-Themas 16 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 62

Abbildung 25: Qualifizierung des FuE-Themas 17 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz 64

Abbildung 26: Qualifizierung des FuE-Themas 18 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	66
Abbildung 27: Qualifizierung des FuE-Themas 19 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	68
Abbildung 28: Qualifizierung des FuE-Themas 20 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	71
Abbildung 29: Qualifizierung des FuE-Themas 21 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	73
Abbildung 30: Qualifizierung des FuE-Themas 22 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	75
Abbildung 31: Qualifizierung des FuE-Themas 23 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	76
Abbildung 32: Qualifizierung des FuE-Themas 24 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	78
Abbildung 33: Qualifizierung des FuE-Themas 25 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	79
Abbildung 34: Qualifizierung des FuE-Themas 26 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	80
Abbildung 35: Qualifizierung des FuE-Themas 27 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	82
Abbildung 36: Qualifizierung des FuE-Themas 28 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	83
Abbildung 37: Qualifizierung des FuE-Themas 29 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	85
Abbildung 38: Qualifizierung des FuE-Themas 30 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	86
Abbildung 39: Qualifizierung des FuE-Themas 31 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	88
Abbildung 40: Qualifizierung des FuE-Themas 32 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	90
Abbildung 41: Qualifizierung des FuE-Themas 33 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	92
Abbildung 42: Qualifizierung des FuE-Themas 34 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	94
Abbildung 43: Qualifizierung des FuE-Themas 35 nach den Kriterien Umsetzungsdauer, Komplexität und Relevanz	96
Abbildung 44: Kategorisierung des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs.....	98
Abbildung 45: Verteilung der Relevanz der FuE-Kategorien zur Realisierung der identifizierten Zielbilder (standardisierte Werte in Klammern).....	100
Abbildung 46: Zusammenfassung der Qualifizierungskriterien (Komplexität, Zeit und Relevanz) pro FuE-Thema.....	101
Abbildung 47: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Verkehr nach FuE-Kategorien	102
Abbildung 48: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Energie nach FuE-Kategorien	103
Abbildung 49: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Gesundheit nach FuE-Kategorien	103
Abbildung 50: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Bildung nach FuE-Kategorien	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 51: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Verwaltung nach FuE-Kategorien	105
Abbildung 52: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Smart Home nach FuE-Kategorien	106
Abbildung 53: Relevanz der FuE-Themen in der Domäne Produktion nach FuE-Kategorien.....	107
Abbildung 54: FuE-Roadmap	108
Abbildung 55: Vorhandene FuE-Aktivitäten und inhaltliche Anknüpfungspunkte	112
Abbildung 56: EFFRA FuE-Monitoring Plattform im Bereich der Produktion	114
Abbildung 57: Vorgehensweise zur Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsthemen.....	115
Abbildung 58: Ablauf des Fachgesprächs	118
Abbildung 59: Konzept der Interaktionssession	120
Abbildung 60: Auswertung der Fachgesprächsbeiträge nach Domänen	120
Abbildung 61: Auswertung der Fachgesprächsbeiträge nach Forschungsfeldern und Perspektiven.	121
Abbildung 62: Beiträge der Interaktionssession	122
Abbildung 63: Verdichtungsprozess am Beispiel „Daten“	123
Abbildung 64: Ergebnis des Verdichtungsprozesses – Themen und Unterthemen	124
Abbildung 65: Exemplarisches Zielbild aus dem Bereich Verkehr.....	125
Abbildung 66: Verortung der Zielbilder nach vertikaler und horizontaler Konvergenz	127
Abbildung 67: Verknüpfungspotenziale Intelligenter Netze und Infrastrukturen	129
Abbildung 68: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Verkehr.....	130
Abbildung 69: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Energie	131
Abbildung 70: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Gesundheit.....	132
Abbildung 71: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Bildung.....	133
Abbildung 72: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Verwaltung.....	134
Abbildung 73: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Smart Home.....	135
Abbildung 74: Anwendungspotenziale und Anforderungen im Bereich Produktion	136
Abbildung 75: FuE-Themen und Kategorien	138
Abbildung 76: Ablauf des Workshops.....	141
Abbildung 77: Konzeption der Metaplanwände	147
Abbildung 78: Rotation der Teilnehmer während der Interaktionssession.....	147
Abbildung 79: Anzahl der Aussagen in der FuE-Themenqualifizierung	148
Abbildung 80: Anzahl der Bewertungen je FuE-Thema	148
Abbildung 81: Konzeption der Metaplanwände	149
Abbildung 82: Konzept der Diskussionsrunde mit subjektiver Themenpriorisierung.....	150
Abbildung 83: Schematische Darstellung der Bewertungsmatrix	154
Abbildung 84: Darstellung des Qualifizierungsprozesses nach den Kriterien Komplexität, Zeit und Relevanz	155
Abbildung 85: Poster zu Forschungsfeld <i>Digitale Primärdatenerfassung</i>	159
Abbildung 86: Poster zu Forschungsfeld <i>IuK-Strukturen & Intelligenz</i>	160
Abbildung 87: Poster zu Forschungsfeld <i>Vertikale Konvergenz</i>	161

Abbildung 88: Poster zu Forschungsfeld <i>Horizontale Konvergenz</i>	162
Abbildung 89: Poster zu Forschungsfeld <i>Querschnittsthemen</i>	163
Abbildung 90: Poster zu sonstigen Themen	164
Abbildung 91: Zusammensetzung des Forschungsverbund Intelligente Infrastrukturen und Netze .	247

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Literaturrecherche auf Mikro-Ebene.....	17
Tabelle 2:	Übersicht der Literaturrecherche auf Meso-Ebene.....	18
Tabelle 3:	Übersicht der Literaturrecherche auf Makro-Ebene.....	18
Tabelle 4:	Aktionsplan.....	111
Tabelle 5:	Übersicht der untersuchten Zielbilder zur Ableitung von FuE-Themen.....	126
Tabelle 6:	FuE-Themenliste.....	157

Informationen zum Forschungsverbund Intelligente Infrastrukturen und Netze

Zur Realisierung des Forschungsprojektes waren Kompetenzen auf unterschiedlichen Ebenen erforderlich, vor dessen Hintergrund sich der Forschungsverbund *Intelligente Netze* und *Infrastrukturen* zusammensetzte (siehe Abbildung 91).

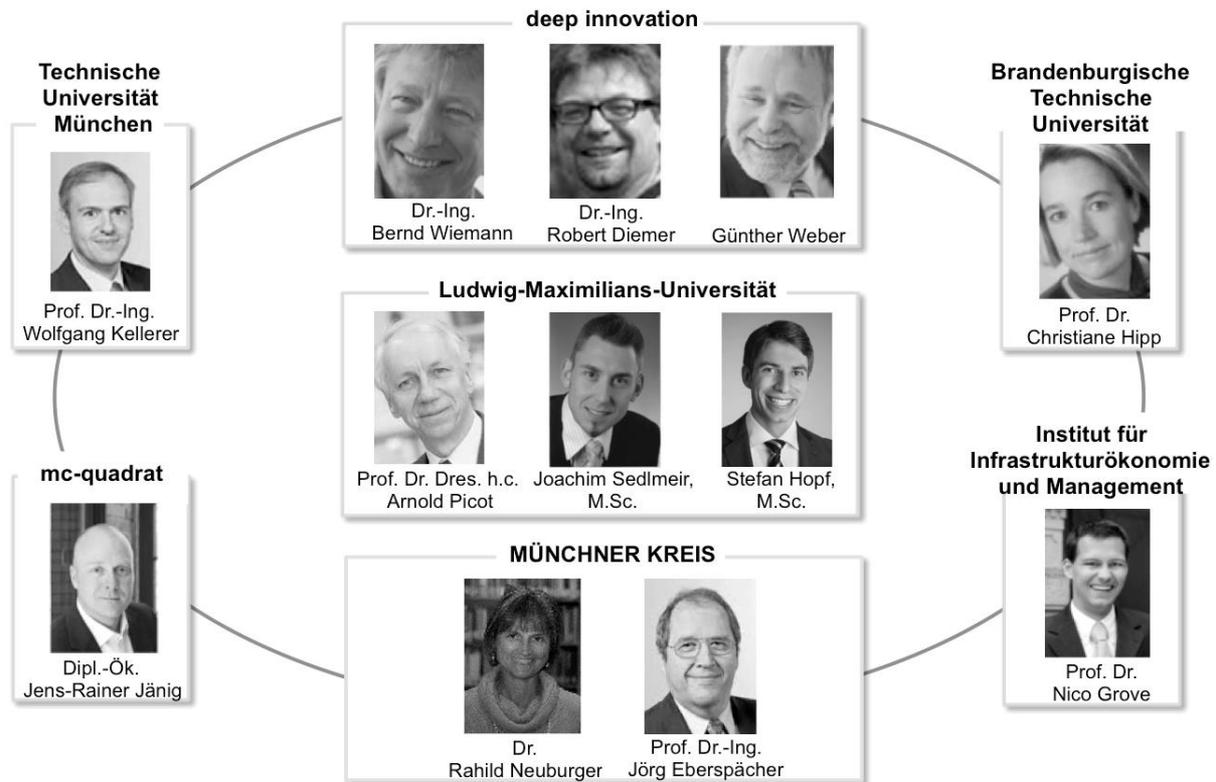


Abbildung 91: Zusammensetzung des Forschungsverbund Intelligente Infrastrukturen und Netze

Konsortialführung

- Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot hat im nationalen und internationalen wissenschaftlichen Umfeld Großprojekt- und Konsortialerfahrung. Zusätzlich bringt er die Verbindung als Vorsitzender zum MÜNCHNER KREIS in das Projekt mit ein.
- Forschungsstelle für Information, Organisation und Management an der Fakultät für Betriebswirtschaft der LMU unter der Leitung von Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot.

Zur Bearbeitung des Projekts waren **inhaltliche Kompetenzen** in den Bereichen *Intelligente Netze*, *Infrastrukturen* sowie informations- und kommunikationstechnische Lösungen – sowohl aus technisch, als auch betriebswirtschaftlich-übergreifend Sicht unter Einbezug einer innovations- und zukunftsorientierte Perspektive – wichtig. Diese Anforderungen wurden in dem Konsortium wie folgt abgedeckt:

- Forschungsstelle für Information, Organisation und Management an der Fakultät für Betriebswirtschaft der LMU mit **Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot** als Leiter sowie zwei Mitarbeitern – **Joachim Sedlmeir** und **Stefan Hopf** –, die sich – wie Prof. Picot – schon länger mit Themen der intelligenten Vernetzung auseinandersetzen und hier mittlerweile Expertise aufgebaut haben. Prof. Picot ist zudem Mitglied der Arbeitsgruppe des BMWi „*Intelligente Netze*“ und hat zusammen mit einer Projektgruppe innerhalb des MÜNCHNER KREIS ein Orientierungspapier zum Thema „*Intelligente Netze*“ erstellt. Zudem war Prof. Picot Mitautor des Artikels "IN- Evolution: *Intelligente Netze* – Status, Potenziale und Herausforderungen", der im Juni 2013 im Magazin "IM - Fachzeitschrift für Information Management and Consulting" erschienen ist.
- Die deep innovation GmbH wird durch **Dr.-Ing. Bernd Wiemann**, Gründer und Geschäftsführer, und **Dr.-Ing. Robert Diemer**, Leiter Entwicklung Eingebettete Systeme und Applikationen, in diesem Vorhaben vertreten. Die deep innovation GmbH, gegründet 2006 als Spin-Off der Voda-

fone Group R&D, bündelt langjährige Erfahrung im Bereich Forschung & Entwicklung neuer Technologien und Innovationsmanagement. Im Zentrum der Aktivitäten stehen Weiterentwicklung und zukünftige Anwendungen von mobiler Kommunikationstechnologie. Dies umfasst Themen wie „Intelligente Netze“, Cyber Physical Systems, Security, sicheres, persönliches mobiles Datenmanagement und Gesundheit. deep innovation ist gestaltend tätig in Organisationen wie VDE, MÜNCHNER KREIS, Munich Network oder GENIAAL LEBEN. Dr.-Ing. Wiemann ist Mitglied des Forschungsausschusses MÜNCHNER KREIS und vertritt diese Institution in der UAG 2 „Intelligente Netze“.

- **Prof. Dr. Nico Grove**, Assistant Professor für Infrastrukturökonomie und Management, der über eine breite Expertise in dem zu betrachteten Feld verfügt und seit längerer Zeit u.a. im Bereich „Intelligenter Netze“ sowie Heimvernetzung forscht. Prof. Grove übernahm zudem die Leitung der Expertenworkshops „Intelligente Netze“ des MÜNCHNER KREIS und beteiligte sich an der Erstellung des Orientierungspapiers des MÜNCHNER KREIS „IN-Evolution: Intelligente Netze – Status, Potenziale und Herausforderungen (2012).
- Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, Technische Universität München mit **Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kellerer**, dessen Forschung sich mit den methodischen und technischen Grundlagen für mobile und drahtgebundene Kommunikationsnetze als *Infrastruktur* für die zukünftige vernetzte Welt befasst. Prof. Kellerer verfügt über mehr als 15 Jahre Erfahrung im Bereich „Intelligenter Netze“. Basierend auf seinen Forschungsarbeiten und seiner langjährigen Industrietätigkeit bei einem weltweit führenden Netzbetreiber hat Prof. Kellerer eine weitreichende technische Expertise im Bereich „Intelligenter Netze“ und *Infrastrukturen* aufgebaut.

Zudem waren **methodische und Kommunikations-Kompetenzen** insbesondere zur Durchführung der Analysephase sowie der Ableitung konkreter FuE-Felder und die Berichtsdarstellung und Erstellung erforderlich. Für eine Analyse und wissenschaftlich nachvollziehbare Ableitung relevanter Forschungsfelder wurde spezielle methodische Expertise benötigt. Innerhalb des Konsortiums wurde sie abgedeckt durch:

- **Prof. Dr. Christiane Hipp** und der Lehrstuhl Organisation, Personalmanagement und Unternehmensführung an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg begleitet methodisch seit vielen Jahren ganz unterschiedliche Innovationsprozesse. Aktuell beschäftigen sich die Projekte mit Innovationspotenzialen in der Fabrik der Zukunft sowie einer Innovations- und Technikanalyse für zellfreie Biotechnologie. In Vorbereitung sind Projekte zur Bewertung vernetzter Sensor- und IT-Systeme.
- mc-quadrat mit **Jens-Rainer Jänig**, seit über 10 Jahren beratend im Rahmen von IKT-Innovationsprojekten (u.a. dem bisher größten europäischen IKT-PPP T-City Friedrichshafen) tätig und seit 2011 begleitend tätig für die AG2 des Nationalen IT Gipfels, sowie mitverantwortlich für Erscheinungsbild und Ergebnispräsentation der Zukunftsstudien des MÜNCHNER KREIS.

Des Weiteren wurden **organisatorische Kompetenzen** zur Durchführung der erforderlichen Workshops, Experteninterviews und Expertengespräche und zur Berichtserstellung benötigt, die nicht nur die reine Organisation umfassten, sondern auch den Zugang zu relevanten Expertenkreisen. Abdecken ließ sich dies durch den

- MÜNCHNER KREIS mit **Prof. Dr. Dres. h.c. Picot** als Vorsitzenden des Vorstandes sowie **Dr. Rahild Neuburger** als stellvertretende Geschäftsführerin, der zum einen als neutrale Plattform die Organisation und Durchführung von Expertenworkshops übernehmen kann und zum anderen Zugang zu einer Vielzahl relevanter Experten hat. Zudem sind Prof. Picot und Frau Dr. Neuburger Mitglieder der Arbeitsgruppe „Intelligente Netze“ des BMWi und haben gemeinsam mit Prof. Grove, Dr. Wiemann und Prof. Eberspächer im Rahmen des IT-Gipfelprozesses 2012 ein Orientierungspapier zum Thema „Intelligente Netze“ erstellt sowie im Juni 2013 den Artikel "IN-Evolution: Intelligente Netze – Status, Potenziale und Herausforderungen" im Magazin "IM - Fachzeitschrift für Information Management and Consulting" veröffentlicht. Frau Dr. Neuburger wirkte zudem in der UAG „Intelligente Netze“ der AG2 mit, so dass hier auch wichtige Kontakte zu relevanten Experten existieren.