

# **Integrierende Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für die Stadt der Zukunft**

**M. Mühlhäuser/J. Encarnação (Hrsg.)**

**acatech MATERIALIEN**

**Herausgeber:**

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Dr. e. h. José Luis Encarnação  
Technische Universität Darmstadt  
Mornewegstraße 28-32  
64293 Darmstadt  
E-Mail: jle@gris.informatik.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Max Mühlhäuser  
Technische Universität Darmstadt  
Hochschulstraße 10  
64289 Darmstadt  
E-Mail: max@informatik.tu-darmstadt.de

**Reihenherausgeber:**

acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, 2014

Geschäftsstelle  
Residenz München  
Hofgartenstraße 2  
80539 München

Hauptstadtbüro  
Unter den Linden 14  
10117 Berlin

Brüssel-Büro  
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13  
1000 Brüssel  
Belgien

T +49(0)89/5 20 30 90  
F +49(0)89/5 20 30 99

T +49(0)30/2 06 30 96 0  
F +49(0)30/2 06 30 96 11

T +32(0)2/2 13 81 80  
F +32(0)2/2 13 81 89

E-Mail: [info@acatech.de](mailto:info@acatech.de)  
Internet: [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

**Empfohlene Zitierweise:**

Mühlhäuser, M. /Encarnacao, J.: *Integrierende Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für die Stadt der Zukunft* (acatech MATERIALIEN), München 2014

ISSN: 2191-8481/ISBN: 978-3-942044-38-7

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, 2014

Koordination: Dr. Christoph Vornholt  
Redaktion: M. Mühlhäuser, J. Encarnação  
Lektorat: Swen Wagner  
LayoutKonzeption: acatech  
Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin  
Druck: MXM Digital-Service GmbH, München

**> DIE REIHE acatech MATERIALIEN**

In dieser Reihe erscheinen Diskussionspapiere, Vorträge und Vorstudien, die im Rahmen der acatech Projektarbeit entstanden sind. Die Bände dieser Reihe liegen in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Herausgeber und Autoren.

**Autoren:**

**R. Bildmayer, J. Encarnação, M. Mühlhäuser, J. Rix, C. Rudolph, P. Sachsenmeier, I. Schieferdecker**

# INHALT

<b>1.</b>	<b>EINFÜHRUNG UND ÜBERSICHT</b>	<b>7</b>
1.1	Einleitung	7
1.2	Zugrunde gelegte Strukturierung der IKT und resultierende Dokumentstruktur	7
<b>2.</b>	<b>KERNINFRASTRUKTUR</b>	<b>13</b>
2.1	Rahmenbedingungen	13
2.2	IKT-Plattformen für Städte der Zukunft: Überblick	14
<b>3.</b>	<b>WETTBEWERBS- UND BÜRGERORIENTIERTE INFRASTRUKTUR</b>	<b>23</b>
3.1	Die Schlüsselrollen von Wettbewerb und Bürgerbeteiligung	23
3.2	IKT-seitige Umsetzung	23
3.3	Vier Kategorien digitaler Artefakte	26
3.4	Resultierende Handlungsfelder	28
3.5	(7)-[WBI]: Offene urbane Daten-Plattform	29
3.6	(8)-[WBI]: Wettbewerbsorientierte <b>Bürgerdienst</b> -Plattform	30
3.7	(9)-[WBI]: Baukasten für soziale Bürgernetze	32
<b>4.</b>	<b>DYNAMISIERENDE INFRASTRUKTUREN</b>	<b>35</b>
4.1	Rahmenbedingungen	35
4.2	Details zur Dynamisierung städtischer Infrastrukturen	39
4.3	Dynamisierte städtische Infrastrukturen: Beispiele	42
<b>5.</b>	<b>GENUINE IKT-SICHERHEIT</b>	<b>53</b>
5.1	Einleitung	53
5.2	Anforderungen und relevante Bereiche für IKT-Sicherheit	53
5.3	Sicherheit als Bestandteil der IKT-Plattform	56
5.4	Basistechnologien mit Entwicklungsbedarf im Hinblick auf Städte der Zukunft	57
5.5	Fazit und Empfehlungen	59
<b>6.</b>	<b>INTEGRATIVE STADTENTWICKLUNG UND CITY INFORMATION MODEL</b>	<b>61</b>
6.1	Einleitung	61
6.2	Erfassung des Gestaltungsraums und Überblick über weitere Handlungsfelder	62
6.3	Messung: Indikatoren für das Thema Stadt der Zukunft	63
6.4	IKT-orientierte Modellierung	64
6.5	Steuerung: Governance von Prozessen und Technologien	67
6.6	Zusammenfassung der Handlungsfelder	69

<b>7.</b>	<b>GEOINFORMATION IN STADTPLANUNG UND LANDMANAGEMENT</b>	<b>71</b>
7.1	Rahmenbedingungen	71
7.2	Daten	71
7.3	Dienste	72
7.4	Stakeholder Communities	73
7.5	Handlungsfelder: Geoinformation im Prozessmanagement (GIP)	73
7.6	Anwendungsperspektiven	74
7.7	Akteure	75
7.8	Bedeutung der Geoinformation	75
7.9	Visionen/Lösungsansätze und Forschungsbedarf	77
7.10	Forderungen in Bezug auf Rahmenrichtlinien	82
<b>8.</b>	<b>MOBILE BÜRGERBETEILIGUNG</b>	<b>85</b>
8.1	Die fünf Säulen der Urbanität	85
8.2	Übergeordneter Anspruch: Der Bürger im Mittelpunkt	85
8.3	Anwendungsbezogene Erörterung des Mobile-Stadt-Konzepts	86
8.4	Neues Geschäftsmodell	90
8.5	Technische Konzeption	92
8.6	Handlungsempfehlungen	93
<b>9.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER HANDLUNGSFELDER</b>	<b>95</b>
<b>10.</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>97</b>

# 1. EINFÜHRUNG UND ÜBERSICHT

AUTOREN: JOSÉ ENCARNAÇÃO, MAX MÜHLHÄUSER

## 1.1 EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument ist dem Leitbild der acatech verpflichtet, in gesellschaftlicher Verantwortung wissenschaftsbasierte Handlungsempfehlungen zu erarbeiten. Daher wird angestrebt, das Thema *Integrierende Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für die Stadt der Zukunft* zwar mit dem gegebenen Fokus IKT zu betrachten, IKT aber als Dienstleister für die Desiderate und Bedarfe zukunftsorientierter Städte zu sehen – und zwar aus dem Blickwinkel politisch Verantwortlicher ebenso wie aus dem von Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürgern.

Das Dokument folgt durchgehend dem Prinzip, dass zunächst die Situation und Entwicklung der Städte selbst – nicht gezwungenermaßen mit Technik-Bezug – betrachtet wird und mit laufenden F&E-Anstrengungen in Bezug gesetzt wird. Aus den – trotz laufender Entwicklungen – verbleibenden Defiziten werden Desiderate im Sinne von Handlungsfeldern abgeleitet, formuliert als wünschenswerte Eigenschaften oder Bestandteile der integrierenden IKT für die Stadt der Zukunft. Diese Handlungsfelder werden mithilfe eines zweistufigen Nummernsystems systematisiert und anhand eines Kürzels einem Themenbereich zugeordnet. Die eigentlichen *Handlungsempfehlungen* entsprechen 1:1 diesen *Handlungsfeldern*, indem empfohlen wird, durch Forschungsprogramme und regulatorische beziehungsweise organisatorische Maßnahmen die in den Handlungsfeldern beschriebenen Eigenschaften und Bestandteile einer integrierenden IKT für die Stadt der Zukunft zu fördern. Die Handlungsfelder werden innerhalb des Dokumentes nach einer später erläuterten Systematik dort aufgelistet, wo sie sich herauskristallisieren. Die komplette Liste der Handlungsempfehlungen findet sich am Ende des Dokumentes.

Bezugnahme auf laufende IKT-gestützte urbane Innovationen erfolgt nachfolgend meist unter dem Begriff *Smart Cities*, weil dieser sich zunehmend durchsetzt in Städten (beispielsweise Århus, Amsterdam, Dubai, Kochi, London, Lyon, Málaga, Malta, Santander, Songdo, Southampton oder Yokohama), Firmen (beispielsweise Atos, Invensys, Oracle, Schneider, Thales) und in Forschungs-(förderungs)initiativen wie beispielsweise in der EU oder am MIT. Die im vorliegenden Dokument erarbeiteten, über Bekanntes hinaus gehenden oder verstärkte Anstrengungen verdienenden Handlungsfelder werden mit dem Schlagwort „Stadt der Zukunft“ gekennzeichnet, wo dies zur Unterscheidung erforderlich ist.

Das nachfolgende Unterkapitel erläutert Grundsätzliches zur vorgenommenen Strukturierung der integrierenden IKT für die Stadt der Zukunft und fügt jeweils an, wie sich diese Strukturierung in der Struktur des vorliegenden Dokumentes wiederfindet.

## 1.2 ZUGRUNDE GELEGTE STRUKTURIERUNG DER IKT UND RESULTIERENDE DOKUMENTSTRUKTUR

*Kerninfrastruktur.* Der vorliegende Bericht folgt der breit akzeptierten Auffassung, dass umfassende IKT-Infrastrukturen Grundlage und Nervensystem städtischer Zukunftskonzepte sind. Die erste markante Leistung einer solchen IKT-Infrastruktur besteht darin, die sogenannte *Realität einer Stadt* in Echtzeit zu erfassen, durch geeignete *Vernetzung* denjenigen IT-Komponenten zuzuführen, die menschlichen oder maschinellen *Einfluss nehmen* auf die Realität der Stadt oder auch „nur“ ein berechtigtes *Informationsinteresse* haben, um eigene Entscheidungen (zu Verrichtungen, Investitionen, Mittelausgaben etc.) darauf aufzubauen. Dabei verwendet der vorliegende Bericht die Begriffe

- *Feld* für die Nahtstellen von IKT und Realität der Stadt (Input: Datenerfassung, Output: unmittelbare Ansteuerung von Maschinen oder Anweisungen/Ausgaben an Menschen);
- *Netz* für die Vernetzung von Feld und Steuerung;
- *Steuerung* für alle Aspekte IKT-gestützter menschlicher Einflussnahme (durch Stadtverwaltung, städtische Betriebe, Bürger, Wirtschaft usw.) und IKT-autonom vernetzter Einflussnahme.

Auch die reine *Ausgabe* von Informationen – von einfachen Suchanfragen über städtische Daten bis zu *Big Data Analytics* – wird unter *Steuerung* subsumiert, weil auch derlei Ausgaben (via Entscheidungen und Handlungen von Menschen) mittelfristig die Realität der Stadt beeinflussen.

Die Triade *Feld-Netz-Steuerung* ist als Hilfsmittel zur Aufbereitung des Themenbereichs zu sehen, nicht als Vorschlag einer strikten Trennung in künftigen IKT-Lösungen. Abbildung 1.1 illustriert diese Triade als Ausgangspunkt für detailliertere Darstellungen.

Abbildung 1.1: Kerninfrastruktur



Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

*Horizontale Fokusbereiche.* Im Themenfeld der Kerninfrastruktur werden neben der Triade Steuerung–Netz–Feld *drei übergreifende Aspekte* als in bisherigen Smart-City-Lösungen *unzureichend gelöst* bewertet. Diesen drei horizontal übergreifenden Aspekten wird je ein eigenes Fokuskapitel gewidmet, sie lauten: *Dynamisierende Infrastrukturen* (Kapitel 4), *Genuine Sicherheit* (Kapitel 5) und *Integrative Stadtentwicklung* (Kapitel 6). Im Vorgriff auf Abbildung 1.3 sei darauf hingewiesen, dass dort die oben skizzierte Kerninfrastruktur nochmals dargestellt wird, erweitert um die drei horizontalen Fokusbereiche.

*Wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur.* Um die Problem- und Technologiebereiche einer IKT-Plattform für künftige Städte systematisch adressieren zu können, wird neben der Kerninfrastruktur ein zweiter übergreifender Bestandteil der Plattform eingeführt, nämlich eine *wettbewerbs- und bürgerorientierte IKT-Infrastruktur*. Sie soll wesentliche Problemfelder adressieren, die im Kontext heutiger städtischer IKT-Infrastrukturen schon anzutreffen sind und die sich künftig zuspitzen drohen, insbesondere *Finanzierbarkeit, Instandhaltung und Aktualisierung sowie Akzeptanz in der städtischen Wirtschaft und Bevölkerung sowie Einbeziehung derselben*. Die vorgeschlagene zweite Infrastruktur der IKT-Plattform soll diesen Problemen begegnen, indem sie einerseits weit offensiver auf wettbewerbliche Einbindung der Wirtschaft setzt als bisher und zweitens die in der IKT essenziell gewordenen sozialen Medien zur konstruktiv-kreativen Beteiligung der Bürger einbindet. **Abbildung 1.2** zeigt die beiden bis jetzt besprochenen Infrastrukturen sowie weitere grundlegende Bereiche der IKT-Plattform und ihrer Einsatzbereiche wie im vorliegenden Bericht behandelt. Sie ist als Hinführung zur ausführlichen Abbildung 1.3 gedacht.

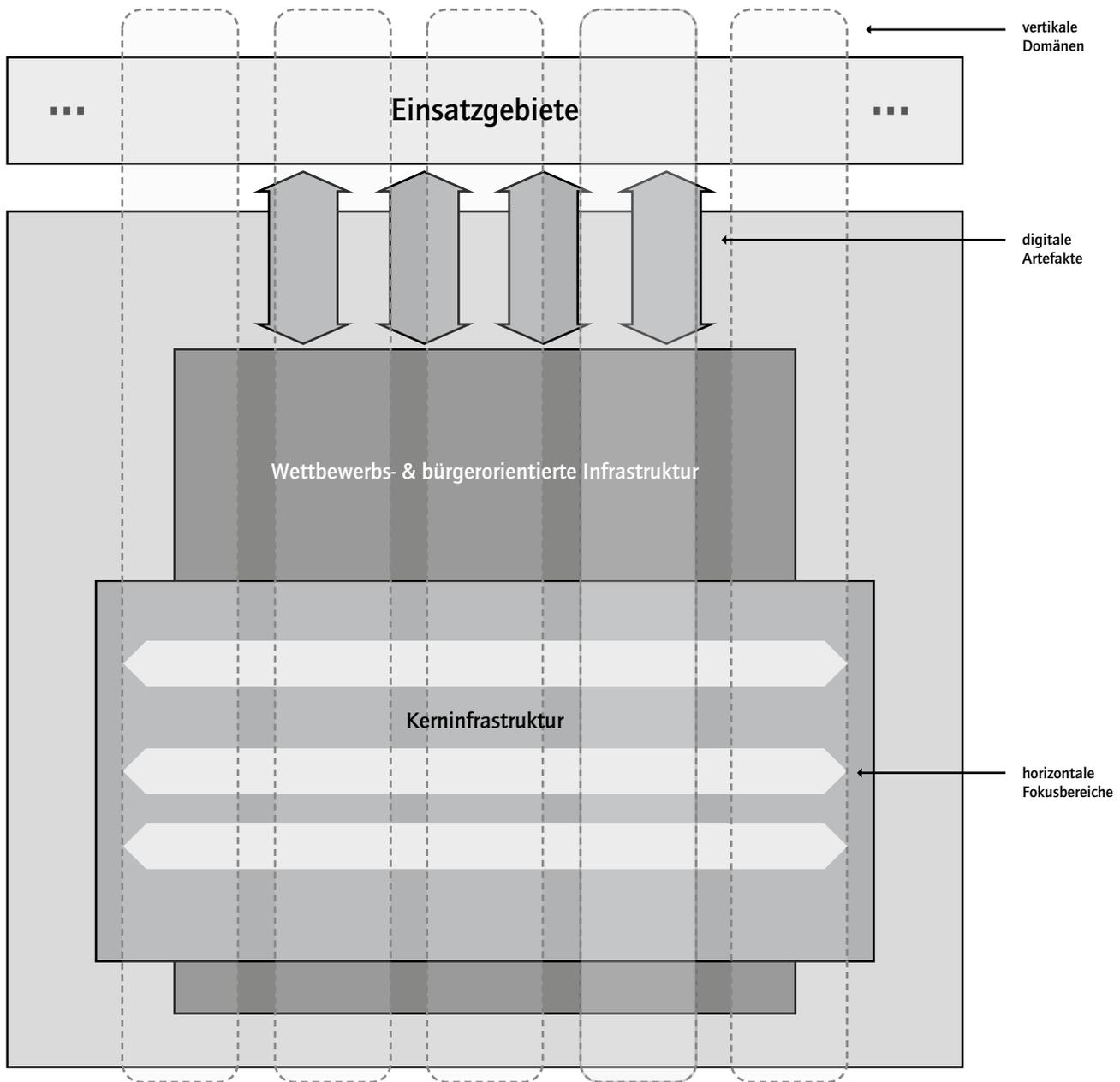
Im Hinblick auf die Wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur gemäß Kapitel 3 illustriert Abbildung 1.3 drei herausragende Bestandteile:

- eine (auch von der Kerninfrastruktur verwendete) *offene urbane Daten-Plattform*,
- eine *Smart-City-Dienstplattform mit Basisdiensten* als Ausgangspunkt wettbewerblich gehandhabter Wertschöpfungsketten (Mehrwertdienste) sowie
- einen *Bürgernetz-Baukasten*, auf dessen Basis (und unter Einbeziehung weltweit verbreiteter sozialer Netze) Bürger ohne tiefe IT-Kenntnisse spezialisierte soziale (Teil-)Netze mit deutlich erweiterter und spezialisierter Funktionalität aufbauen können.

*Klassen digitaler Artefakte als Schnittstelle zwischen Plattform und Einsatzgebieten:* Kapitel 3 schließt mit einer Übersicht über vier grundlegende *Klassen digitaler Artefakte*, deren konkrete Ausprägungen die Schnittstellen bilden zwischen der IKT-Plattform und den zahlreichen Einsatzbereichen wie Transport und Verkehr, Energie- und Wasserwirtschaft, Recycling und Entsorgung etc. Sie sind in Abbildung 1.3 als urbane Prozesse, Daten, Dienste und Communities (vgl. Bürgernetze) skizziert.

*Zwei ausgewählte vertikale Domänen.* Zwei grundsätzliche Überlegungen führten zur Entscheidung, auch zwei *Einsatzgebiete* der IKT in der Stadt der Zukunft zu behandeln. Die erste Überlegung betrifft die eben thematisierte wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur. Was deren Funktionsbereich angeht, so findet sich in der Forschung und bei einschlägigen Unternehmen weit weniger stabiles Wissen und Grundverständnis als bezüglich der IKT-Kerninfrastruktur. Daher müssen Förderpolitik sowie Forschungs- und Firmenstrategien in diesem Bereich (einschließlich der Teilbereiche Daten-Plattform, Dienstplattform/Wertschöpfung und Bürgernetz-Baukasten) von größeren Risiken ausgehen. Auf Grund dessen werden für Themenbereich zwei verschiedene Arten von Forschungs- und Fördermaßnahmen für sinnvoll erachtet: einerseits grundlegende, andererseits anwendungsgetriebene. Die grundlegende Forschung kann sich unmittelbar auf Fragestellungen der wettbewerbs- und bürgerorientierten Infrastruktur beziehen (Wertschöpfung auf Dienstplattformen, wiederverwendbare Bürgernetz-Bausteine etc.), die anwendungsgetriebene Forschung sollte in Verbindung mit konkreten Anwendungsdomänen erfolgen – dies dann mit schnelleren Ergebnissen und geringerem Risiko, dafür naturgemäß auch weniger ambitioniert hinsichtlich des erwarteten grundlegenden Fortschritts. In den beiden auf Anwendungsdomänen bezogenen Kapiteln 7 und 8 dieses Dokumentes zeigt sich dieser unterschiedliche Fokus deutlich.

Abbildung 1.2: Vereinfachte Gesamtstruktur

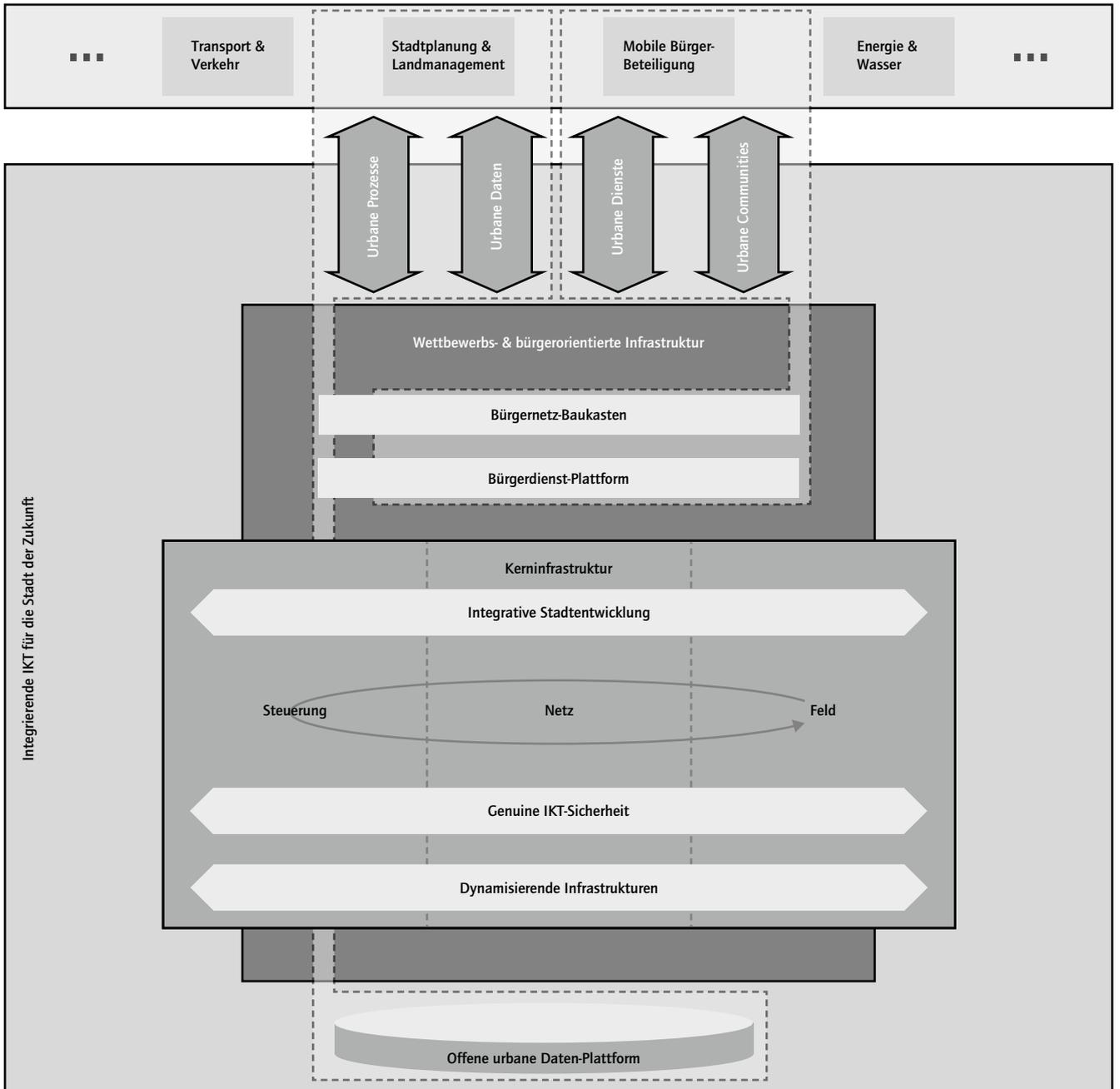


Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Die zweite Überlegung, die die Wahl der beiden Einsatzgebiete bestimmte, betraf deren unmittelbare Verankerung in IKT: im Gegensatz zu Energie, Verkehr usw. haben diese Gebiete Information und Kommunikation zum Gegenstand. Konkret

wird als erste vertikale Domäne in Kapitel 7 der Einsatzbereich *Stadtplanung und Landmanagement* herausgegriffen: domänenspezifische IKT-Anforderungen hat dieser Einsatzbereich insbesondere im Hinblick auf *Geoinformationssysteme*.

Abbildung 1.3: Gesamtstruktur der integrierenden IKT



Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Im Sinne eines vertikalen „Durchstichs“ wird hier aus der Wettbewerbs- und bürgerorientierten Infrastruktur vor allem der Aspekt *offene urbane Daten-Plattform* (speziell für GIS-Daten) einbezogen. Als zweite vertikale Domäne fokussiert Kapitel 8 *mobile Bürgerbeteiligung*, was offensichtlich im vertikalen Durchstich unmittelbar die Bereiche *BürgerNetz-Baukasten*

und *Smart-City-Dienstplattform* betrifft. Was die Klassen digitaler Artefakte an der Schnittstelle zwischen Infrastruktur in Anwendungen angeht, so betrifft das Einsatzgebiet Geoinformation in Stadtplanung und Landmanagement vor allem urbane Prozesse und Daten, das Gebiet Mobile Bürgerbeteiligung stärker urbane Dienste und Communities.



## 2. KERNINFRASTRUKTUR

AUTOR: MAX MÜHLHÄUSER

BEITRAGENDE: MATHIAS FISCHER, ARISTOTELIS HADJAKOS, DANIEL SCHREIBER, IMMANUEL SCHWEIZER

### 2.1 RAHMENBEDINGUNGEN

#### 2.1.1 Entwurfsrahmen

Die *technikzentrierte* Natur des Themas IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft birgt die Gefahr einer *technikgetriebenen* Herangehensweise. Um dem entgegenzuwirken, beschlossen die Autoren, die Entwicklung des vorliegenden Dokumentes der Leitlinie zweier soziotechnischer beziehungsweise ökopolitischer Gegensatzpaare zu unterstellen:

1. *Exploding City* versus *Transforming City*. Vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern wurzeln die drängendsten Herausforderungen für Städte der Zukunft im ungebremsten, teilweise geradezu *explodierenden Wachstum* der Stadtbevölkerung – nicht zuletzt aufgrund von Migration. Dagegen dominieren in den meisten hochentwickelten Ländern Probleme, die in der unaufhaltsamen *Transformation* ihrer Städte wurzeln: In Europa dominiert nicht selten der demografische Wandel, häufig verändert aber auch sozialer oder (multi-)kultureller Wandel die Gegebenheiten einer Stadt. „*Transforming City*“ schließt auch Städte ein, die vor dem Hintergrund drängender ökonomischer oder ökologischer Probleme versuchen müssen, teilweise dramatische Fehlentwicklungen umzukehren, wie beispielsweise in der ehemaligen Sowjetunion. Selbstverständlich überlappen sich die konkreten Fragestellungen und sogar Lösungen der *Exploding Cities* und der *Transforming Cities*, ihre Unterscheidung ist aber schon allein aufgrund unterschiedlicher wirtschaftlicher Rahmenbedingungen geboten. In beiden Fällen muss die IKT-Plattform der Stadt der Zukunft die Grundlagen schaffen, damit es möglich wird, nicht nur *reaktiv* den Herausforderungen zu begegnen, sondern *proaktiv* und *partizipativ* die jeweils passende Umgestaltung zu bewerkstelligen.
2. *Nutzer-Deutschland* versus *Anbieter-Deutschland*: Einerseits steht Deutschland selbst vor der Herausforderung einer zunehmenden Zahl von *Transforming Cities*; fast jede oben genannte Art von Wandel bedroht heute die Lebensqualität in Städten wie Berlin oder Essen, aber auch in vielen mittelgroßen Städten. Vielfach schränkt der Schuldenstand die Handlungsfähigkeit der Städte dramatisch ein, während Überalterung und soziale Brennpunkte zunehmen und alternde Infrastruktur ein hohes Instandhaltungsbudget erfordert, das

dann für die Transformation fehlt. Deutschland kann durch Lösen dieser Probleme „vor der Haustür“ Know-how und Technologie aufbauen, um seine Rolle als sogenannter Exportweltmeister zu verteidigen: der *Nutzer* wird zum *Anbieter*. Die schwierige wirtschaftliche Lage der meisten *Transforming Cities* führt allerdings dazu, dass das weitaus größere Wertschöpfungspotenzial bei den *Exploding Cities* liegt, so dass keine Zeit verloren werden darf beim Versuch, Deutschland auch in diesem Bereich ohne Umwege zum Technologieführer zu machen. Auch dieser Hintergrund ist bei den nachfolgenden technikzentrierten Überlegungen zu beachten.

*Fazit:* Auch der innerste Kern einer IKT-Lösung für die Stadt der Zukunft, die *IKT-Plattform*, muss beide Arten von städtischem Wandel (*Exploding* und *Transforming*) und beide gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Zielsetzungen (*Nutzer- und Anbieter-Deutschland*) im Auge haben.

#### 2.1.2 Zum generellen Stand der Technik

Städte sind in den Augen vieler Wirtschaftstreibender derzeit das „heißeste“ aller Problemfelder, in denen Forschung, Industrie und Politik durch *innovative IKT-Ansätze* substanzielle Fortschritte erzielen können. Deshalb ist die Bearbeitung der Problematik bereits voll im Gang und die meisten großen IT-Firmen (Siemens, IBM<sup>1</sup>, SAP, ...), Forschungseinrichtungen (MIT, Fraunhofer, ...) und innovativen Städte (Amsterdam<sup>2</sup>, Santander, ...) haben sich des Themas bereits angenommen. Die gängigsten Schlagwörter für stadtspezifische IKT-Lösungen heißen *Smart Cities* und *Urban Management*. Für eine Ausarbeitung der *acatech* muss deshalb die Frage der *verbleibenden* Herausforderungen im Vordergrund stehen, um nicht das Rad neu zu erfinden. Die vorliegende Ausarbeitung macht deutlich, dass außerordentlich umfangreiche Herausforderungen verbleiben und dass daher wirtschafts- und förderpolitische Maßnahmen dringend angezeigt sind. Um sicherzustellen, dass das vorliegende Dokument nicht bereits gelöste Fragen neu aufwirft, sondern die drängenden verbleibenden Herausforderungen konzentriert, wurden zwei Maßnahmen ergriffen:

1. Die genannten Gegensatzpaare (*Exploding City* versus *Transforming City* und *Nutzer-Deutschland* versus *Anbieter-Deutschland*) werden in alle Überlegungen einbezogen. Dadurch wird ein zu enger Blickwinkel vermieden und die Problemfelder werden möglichst vollständig behandelt

<sup>1</sup> Back 2009.

<sup>2</sup> Scott 2009.

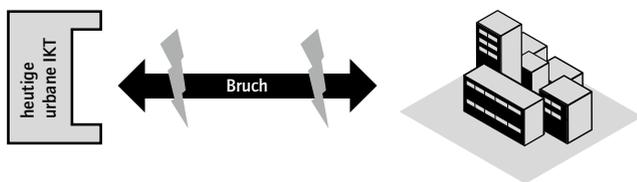
2. Der Blickwinkel der *Stadt als cyberphysikalisches System* (siehe unten) wird bewusst kritisch reflektiert: Er steht bereits im Zentrum vieler laufender kommerzieller Anstrengungen und müsste deshalb auf den ersten Blick nicht mehr berücksichtigt werden; bei systematischer Analyse zeigen sich aber noch viele Aspekte, in denen erheblicher F&E-Bedarf verbleibt im Hinblick auf geeignete IKT-Plattformen für die Stadt der Zukunft; darüber hinaus ergeben sich erhebliche Herausforderungen, die über den Blickwinkel des cyberphysikalischen Systems hinausgehen.

## 2.2 IKT-PLATTFORMEN FÜR STÄDTE DER ZUKUNFT: ÜBERBLICK

### 2.2.1 Die Stadt als cyberphysikalisches System

Abbildung 2.1 zeigt den grundlegenden Ansatz vieler heutiger Smart Cities- oder Urban Management-Projekte und -Systeme. Diese gehen aus vom – durchaus korrekten – Befund, dass existierende IT-Systeme des Magistrats oder städtischer Dienstleister (Versorgungs- und Entsorgungsbetriebe, Ämter und Behörden, Rettungsdienste etc.) nur unzureichend mit der „realen Welt“ der Städte gekoppelt sind. Meist handelt es sich dabei um auf Städte zugeschnittene Unternehmenssoftware (englisch oft: Enterprise Resource Planning, ERP). Um diesen *Bruch* zwischen Software und Realität (siehe Abbildung) zu überwinden, werden *cyberphysikalische Systeme* aufgebaut, das heißt die IT/ERP-Systeme werden quasi in Realzeit online mit den Ereignissen und Abläufen, Zuständen und Vorfällen in der Stadt verbunden.

Abbildung 2.1: Ausgangssituation, Bruch



Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Wie in 2.1.2 schon erwähnt, will die vorliegende Dokumentation die Zielsetzungen laufender Entwicklungen nicht wiederholen, sondern verbleibende Herausforderungen identifizieren und dazu nachfolgend vor allem zwei Fragen behandeln:

1. Wo verbleiben bei den laufenden kommerziellen Anstrengungen noch *Defizite innerhalb* entstehender cyberphysikalischer Systeme?
2. Wo verbleiben hinsichtlich der IKT-Plattformen für Städte der Zukunft drängende *Herausforderungen außerhalb* des Fokus cyberphysikalischer Systeme?

### 2.2.2 Defizite aktuell diskutierter cyberphysikalischer Systeme für Städte

Der Aufbau cyberphysikalische Systeme für Städte ist wie ausgeführt sinnvoll und begrüßenswert. Tatsächlich werden cyberphysikalische Systeme – auch unter dem Schlagwort „Internet der Dinge“ – schon seit 10 bis 15 Jahren erforscht und aufgebaut; sie sind vielfach erfolgreich im Einsatz. Im vorliegenden Bericht wird der cyberphysikalische Teil der IKT-Plattform, zusammen mit wichtigen horizontalen Querschnittsthemen, als *Kerninfrastruktur* bezeichnet, wie in Kapitel 1 erwähnt. Der Grad der Vernetzung, Offenheit und technischen „Intelligenz“ heutiger und geplanter Plattformen variiert stark und liegt im Allgemeinen hinter den Erwartungen zurück. Insbesondere wurden Städte als Ganzes relativ spät in die Entwicklung aufgenommen – so erklären sich auch die jüngst umso intensiveren Anstrengungen etlicher IKT-Anbieter in Richtung Smart Cities (teilweise auch unter anderen Begriffen wie Urban Management).

Grob holzschnittartig lassen sich aus dem Blickwinkel des cyberphysikalischen Systems (das heißt fokussiert auf den Bereich *Kerninfrastruktur*) sechs Gruppen von Defiziten vieler heutiger Anstrengungen für städtische IKT-Plattformen ausmachen und in Herausforderungen für eine nächste Generation solcher Plattformen transformieren. Dabei ist vorab festzuhalten, dass die akademische und nicht zuletzt industrielle Forschung einzelne Lösungsansätze für etliche der nachfolgend genannten Problemstellungen gezeigt hat – und dass diese vereinzelt sogar auf dem Weg zur Einbeziehung in kommerzielle Produkte sind. Für jede der Herausforderungen liegen aber befriedigende Lösungen noch in weiter Ferne. Angesichts der erheblichen und drängenden Herausforderungen der Städte der Zukunft, aber auch des großen wirtschaftlichen Potenzials für Anbieter-Deutschland im oben genannten Sinn sind deshalb erhebliche Anstrengungen von Wirtschaft, Politik und Forschung dringend erforderlich, um dieser nachfolgend beschriebenen ersten sechs Herausforderungen substantiell Herr zu werden.

*Heute: Unzureichende Dynamik-Fähigkeit der Infrastrukturen* (zu geringe Fähigkeit zur Dynamisierung bezüglich Technologie und Stadt, zu geringe Modularisierung und Offenheit): große kommerzielle Anbieter – die im Bereich Smart Cities dominieren – sind *unternehmenspolitisch* gesehen an offenen Software-Architekturen nur begrenzt interessiert, weil sie hohe Investitionen in Software-Entwicklung typischerweise durch technische Abhängigkeit des Kunden (Customer Lock-in) zu amortisieren versuchen. Auf der *technischen* Seite rentieren sich angesichts klammer städtischer Kassen selten Neuentwicklungen, weshalb meist nur Standard-Unternehmenssoftware angepasst wird, statt einer auf die Belange von Städten fokussierten Reißbrett-Architektur zu folgen; auch aus diesem Grund sind die Systeme nur begrenzt modular und flexibel. So konzentrieren sich viele Smart Cities-Projekte auch auf das, was ERP-Anbieter als ihr Kerngeschäft sehen: Arbeit und Arbeitsplatz des einzelnen (Büro-)Mitarbeiters oder Entscheiders. Die Komplexität und Lebenszeit städtischer IKT-Infrastrukturen müsste dagegen ein Höchstmaß an Veränderbarkeit bieten

*Morgen (1): Dynamisierende Infrastrukturen* (selbstanpassend an IKT- und Stadt-Entwicklung in um Größenordnungen verschiedenen Zeitzyklen): Unternehmenspolitik und städtische Budgetsituation sollten nicht zu dem eben genannten Stückwerk führen, sondern Forschung, Politik und Wirtschaft sollten angesichts der Bedeutung der Städte für Nutzer- und Anbieter-Deutschland einen Schulterchluss vornehmen, um Infrastrukturen zu entwickeln, die der Dynamik von Städten und IKT – von Echtzeit bis zum Zeithorizont mehrerer Jahrzehnte – gerecht werden. Die Infrastruktur muss dazu in ihrem Kern Mechanismen bereitstellen, die sie selbst dynamisierend gestaltet, also autonom anpasst – auch in ihren Basisstrukturen. Weiteres wird in Kapitel 4 detailliert ausgearbeitet.

Außerdem muss eine solche Infrastruktur auch auf der ökonomischen Seite neue Wege ermöglichen, um dem hohen Finanzbedarf bei klammen Kassen gerecht zu werden. Wird das Customer Lock-in durch Offenheit und dynamisierende Strukturen vermieden, so kann ein hochdynamischer und hochinnovativer Markt entstehen: KMU und konkurrierende Anbieter allgemein müssen die Möglichkeit erhalten, innovative Lösungen in Systeme der Marktführer (und zwar möglichst aller Marktführer) mit vertretbarem Aufwand zu integrieren; Lösungen müssen auf die Dynamisierbarkeit der Kerninfrastruktur zugreifen können, um sich an die Dynamik der Stadtentwicklung möglichst autonom anpassen zu können. Der Austausch von Komponenten und

Technologien muss problemlos erfolgen können. Drei Strategien sollten dazu eingeschlagen werden:

- dynamisierende Infrastrukturen (siehe oben, Details siehe Kapitel 4) sollten beforscht und gefördert werden;
- Konzepte für eine wettbewerbliche Entwicklung von Diensten sollten speziell fokussiert werden – dies wird detailliert dargestellt in Kapitel 3;
- die geeignete Modularisierung der Bereiche *Feld*, *Netz* und *Steuerung* (siehe unten) sollte weitere Ansätze zur Dynamisierung und Flexibilisierung bieten.

*Heute: Fragmentarische und nachgerüstete Sicherheitskonzepte:* Während grundlegende IT-Sicherheit für Server und Systeme ebenso wie der Einsatz von Firewalls zur Selbstverständlichkeit geworden sein dürfte, hat Unternehmens-Software insbesondere von kleineren Anbietern oder im Falle spezieller Anpassungen und Entwicklungen bisweilen ein unzureichendes Sicherheitsniveau. Die IT-Sicherheitsproblematik wird in Städten der Zukunft radikal zunehmen, insbesondere aus drei Gründen:

- Die angesprochene Dynamisierung verändert Strukturen und Abläufe und führt zu Konstellationen, die ggf. in vorhandenen Sicherheitslösungen nicht vorgesehen waren.
- Aufgrund der hochgradigen Vernetzung, die mit städtischen Zukunftskonzepten einhergeht, wird die Zahl potenzieller Angriffswege ebenso radikal zunehmen wie der bei erfolgreichen Angriffen potenziell eröffnete Einflussbereich der Angreifer.
- Die Rückkopplungsschleifen einer Stadt als cyberphysikalisches System enthalten vielfältige Möglichkeiten, um IT-gestützt und *vernetzt* unmittelbar auf Systeme Einfluss zu nehmen. Diese Option der Manipulation, Beeinträchtigung oder Zerstörung *physischer* Komponenten der Stadt macht zukünftige städtische IKT-Systeme zu einem weitaus attraktiveren Angriffsziel als heute.

*Morgen (2): Genuine Sicherheit der gesamten städtischen IKT:* Sicherheitskonzepte (inkl. Privatheitsschutz) müssen in der Stadt der Zukunft grundsätzlich beim Systementwurf berücksichtigt und eingebracht werden als Grundvoraussetzung für ein akzeptables Schutzniveau. Da Komposition und Zuschnitt komplexer Lösungen aus „atomar“ sicheren Komponenten ebenso wie die Dynamisierung für das neu entstehende System (beziehungsweise eine Systemvariante) nicht garantieren, dass wünschenswerte Sicherheitseigenschaften „vererbt“ werden, müssen fortgeschrittene

Ansätze für diesen Problembereich entwickelt und umgesetzt werden. Dasselbe gilt für den Zuschnitt eingebauter Sicherheitsmechanismen an „Policies“ und Organisationsstruktur des Kunden (der Stadt und aller verbundenen Einrichtungen inklusive Zugang für Wirtschaft und Bürger). Ein derart grundlegender *By-Design*-Ansatz hat den Vorteil, dass auch das Dauerproblem mangelnder Nutzerfreundlichkeit (*Usability*) heutiger Lösungen – Hauptursache mangelnden Einsatzes vorhandener Sicherheitskonzepte – mitadressiert werden kann.

*Heute: Zu starke Ausrichtung am Status quo und technologiegetriebene Innovationen:* Innovationen im Urban Management dienen im Wesentlichen dazu, heutige städtische Abläufe zu optimieren; Software-Lösungen orientieren sich an den Defiziten heutiger (insbesondere Verwaltungs-)Abläufe und heutiger städtischer IKT-Systeme. Wie in vielen Bereichen, die von IKT durchdrungen werden, werden die Innovationen noch zu stark von technischen Errungenschaften geprägt („Lösung sucht Problem“).

*Morgen (3): Integrative Stadtentwicklung:* Idealerweise wäre es hingegen wünschenswert, dass ein Magistrat – im Auftrag der Bürger und in Abstimmung mit ihnen – wohlfundierte Zukunftsvisionen für die Stadt entwickeln und alle Maßnahmen an den entsprechenden Zielen orientieren würde. In einer zweiten Phase würden diese Zielsetzungen heruntergebrochen auf die Ebene der einzelnen Stakeholder wie Ver- und Entsorgungsbetriebe und lokale Wirtschaft; auf dieser Ebene würden die Ziele mit den individuellen (beispielsweise wirtschaftlichen) Zielen der Stakeholder kombiniert. Erst dann würden geeignete Verwaltungsvorgänge, Abläufe und Prozesse im Sinne eines cyberphysikalischen Systems aufgebaut. Das gesamte IKT-System wäre an dieser Vision orientiert. Dieser Vision sind jedoch Grenzen gesetzt durch (aktuelle) technische Machbarkeit beziehungsweise deren Kosten. Wesentlich ist daher eine *integrative* Herangehensweise, die die (ihrerseits multidisziplinären beispielsweise soziologisch, ökonomisch und politisch geprägten) nichttechnischen Aspekte der Stadtentwicklung mit den technischen Aspekten im engen Schulterschluss *systematisch* prozessorientiert verschränkt.

*Heute: Unzureichender Fokus auf das Feld:* Unter *Feld* verstehen wir das „physikalische Ende“ der cyberphysikalischen Online-Verbindung, also beispielsweise städtische Umwelt-/Verkehrsinformationen und Stromerzeugungsanlagen, Ampeln, Fahrzeuge des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) und privater/öffentlicher Fuhrparks und vieles mehr. Insbesondere die Menschen im Feld und dabei vor allem die Blue Collar Workers

haben ganz besondere Anforderungen an die IKT. Dieses Feld wird von ERP-Anbietern oft nicht als Kerngeschäft interpretiert, was in vielfältigen Defiziten resultiert, beispielsweise bezüglich Qualität der Einbindung, Technologie-Unabhängigkeit usw.

*Morgen (4): Das Feld als integraler Bestandteil der IKT-Plattform:* Eine zukunftsfähige städtische IKT-Plattform muss das Feld als maßgeblichen Bestandteil ihrer Architektur integrieren: als Gegenstand der Stadtplanung, als echten Bestandteil der Anwendungen und Lösungen usw. Das Feld muss dabei umfassend einbezogen und mitmodelliert werden, was erhebliche F&E-Anstrengungen erfordert: Reale Abläufe in der Umwelt sind unter anderem an IKT gekoppelt durch Sensoren und Aktuatoren, Maschinen und Anlagen mit eingebetteten Computern sowie Benutzerschnittstellen von Software zu Menschen im Feld. Dieses Spektrum muss in der IKT-Plattform in seiner Breite berücksichtigt und modelliert werden, und zwar nicht nur im Sinne von quasistatischen Datenbeständen, sondern im Sinne hoch dynamisch veränderlicher, aber auch durch das IKT-System veränderbarer Bestandteile.

*Heute: Das Netz als Gegebenheit (Internet):* Als Netz bezeichnen wir insbesondere die Verbindung zwischen Cyberspace und physikalischer Welt, das heißt zwischen IKT-System und realen städtischen Gegebenheiten. Heutige IKT-Plattformen abstrahieren häufig dieses gesamte Netz als eine Art „permanent verfügbare virtuelle Strippe“. Gängige Internet-Technologie ersetzt dabei heute aus Kostengründen fast überall frühere spezielle Automatisierungsnetze; da die Hersteller städtischer IKT-Lösungen im Allgemeinen andere Kernkompetenzen haben, wird die kritische Rolle von Internet-Technologie unzureichend hinterfragt und als vorhanden beziehungsweise leicht installierbar vorausgesetzt. Nicht nur die in Punkt (2) thematisierten Fragen primärer IT-Sicherheitsaspekte werden unterbewertet, sondern auch das Problem zunehmender, künftig *hochgradiger* Abhängigkeit von funktionierenden Netzen im Lichte nie zu erreichender 100-prozentiger Sicherheit.

*Morgen (5): das Netz als Sensorinfrastruktur und resiliente kritische Infrastruktur.* Denkt man die Vision cyberphysikalischer Systeme konsequent zu Ende, so ergeben sich zwei maßgebliche Implikationen für das Netz:

- *Es fehlt noch spezielle Funktionalität:* Teilnetze für Anlagensteuerung, Anbindung von Sensorfeldern oder Ähnliches erfordern spezielle Kommunikationsmechanismen

jenseits des Standard-Internet (beispielsweise Routing-Algorithmen für Sensornetze) und spezielle Mechanismen zur Einbettung in die IKT-Plattform (beispielsweise für das automatisierte Ausbringen problemspezifischer Messverfahren auf Sensorknoten); einige dieser Bereiche sind noch nicht hinreichend erforscht, die meisten noch nicht hinreichend standardisiert;

- *Die Resilienz ist unzureichend, Erfordernisse und Lösungen zu deren Erhöhung sind noch nicht in ausreichende Maß bekannt:* Das urbane IKT-Netz wird zur *kritischen Infrastruktur*, weil ein Ausfall das öffentliche Leben massiv beeinträchtigen kann; als Ausfallursachen kommen sowohl Schäden durch Cyberattacken in Frage (wofür selbst bei Einhaltung hoher Sicherheitsstandards eine nennenswerte Rest-Eintrittswahrscheinlichkeit besteht) als auch solche durch Naturkatastrophen oder technisches oder menschliches Versagen. Im Vergleich zur klassischen IT-Sicherheit ist der Bereich Resilienz (verstanden als Kombination von Schadensvermeidung *und* Schadenstoleranz im Hinblick auf alle Schadensklassen) weit weniger erforscht und verstanden, weshalb hier besonders intensive Anstrengungen erforderlich sind. Ziel umfassender Resilienz ist die Überlebensfähigkeit auch bei starker Beeinträchtigung unter Einsatz von Mechanismen für die Überwachung, Erkennung, Isolation und Heilung beeinträchtigter Knoten beziehungsweise Areale und insbesondere für „Notbetrieb“ unterschiedlicher Art. Da Resilienz nur mit einem durchgehenden Konzept – von Hardware über System- zu Anwendungssoftware – sinnvoll erreicht werden kann, ist ein solcher Ansatz erforderlich, der bereits bei der *Planung* des Netzes ansetzt und sich durch alle weiteren Phasen fortsetzt.

*Heute: Steuerung mit Fokus auf Einzelarbeitsplätze:* Unter *Steuerung* verstehen wir insbesondere Mensch-Computer-Schnittstellen, an denen stadtbezogene IKT gesteuert wird, aber auch reine Daten-„Ausgabe“ an den Menschen beispielsweise als Antwort auf Suchanfragen (von diesen Ausgaben wird angenommen, dass sie mittel- bis langfristig ebenfalls die Realität der Stadt beeinflussen, das heißt steuernd wirken) sowie automatisierte vernetzte Steuerung ohne menschlichen Eingriff. Im ersten Fall bildet die Steuerung die Bedienoberfläche für den „Cyber“-Teil des cyberphysikalischen Systems: Obwohl (oder gerade weil) dies das Kerngeschäft der ERP-Anbieter darstellt, beschränken sich existierende und in Entwicklung befindliche Systeme hier

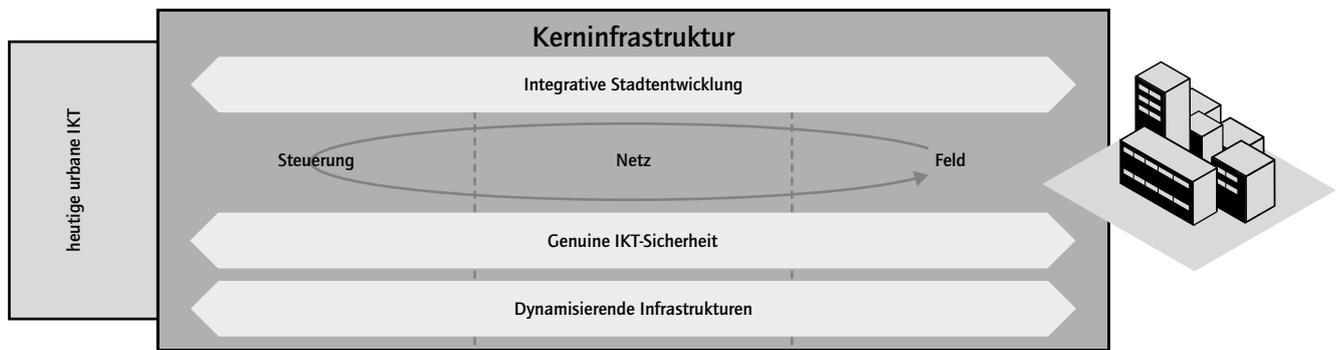
noch zu stark auf Entscheider- oder Mitarbeiter-*Einzelarbeitsplätze* – in der Tradition gängiger Unternehmens-Software.

*Morgen (6): Steuerung mit Fokus auf Nutzer-Befähigung und Teamarbeit:* In den letzten Jahren wurden die Nutzerschnittstellen gängiger Unternehmens-Software mit großem Aufwand weiterentwickelt, weg vom Fokus auf PC-Arbeitsplätze und hin zum *mobilen Zugang* von verschiedenen Endgeräten aus (Smartphone, Tablet etc.). Diese Erweiterungen kamen auch Urban Management-Lösungen zugute.

Auf der einen Seite blieben die vom Nutzer erfahrenen Verbesserungen weit hinter den Möglichkeiten zurück. Das lag vor allem daran, dass eine grundlegende Überarbeitung der Software-Architektur ebenso versäumt wurde wie der Zuschnitt auf spezifische Anwendungsdomänen (hier: Smart-City-spezifische Aufgaben). Ziel einer neuen IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft muss es daher sein, seine Nutzer in unterschiedlichen Nutzungskontexten optimal zu *befähigen*. Unter Nutzungskontext verstehen wir insbesondere Arbeitsabläufe und -situationen einschließlich Aufenthaltsorten, Gesprächspartnern, aktuellen Zielen und Bedarfen, mitgeführten und in der Umgebung angelegten Interaktionsgeräten usw.

Ein zweites Versäumnis war bislang die unzureichende Unterstützung *synchroner* (das heißt zeitgleicher) *Kooperation*. Gerade die hochwertigsten und kritischsten Abläufe der Stadt der Zukunft werden von synchron kooperierenden Teams gesteuert, sei es in Planungssitzungen der Stadtplaner, in der Arbeit von Leitstellen und Einsatzzentralen, bei kreativen Sitzungen oder Ähnlichem. *Asynchrone* Kooperation im Sinne von Geschäftsprozessen wird von heutiger Urban Management-Software unterstützt – sie folgt aber dem tayloristischen, das heißt stark arbeitsteiligen Organisationsmodell des 19. Jahrhunderts. Im Arbeitsalltag moderner Städte nimmt dagegen, wie erwähnt, der Anteil *synchroner* Kooperation deutlich zu, daher muss die IKT-Plattform gerade hier deutliche Fortschritte ermöglichen. Entsprechende Kooperationswerkzeuge sollten beispielsweise folgende Fähigkeiten aufweisen: Sie sollten sich an Spezifika der jeweiligen Teamwork-Situation anpassen (unter anderem durch maschinelles *Lernen* der Situationen plus passender Unterstützung aus realen Sensoren *und* aus Soft-Sensoren für situationspezifische Dokument- und Software-Nutzung etc.), sie sollten synchrone Mehrbenutzer-Arbeit mit guter Nutzererfahrung (User Experience) kombinieren und einen optimalen Mix aus den verfügbaren heterogenen Endgeräten unterstützen (von der interaktiven Wand bis zum elektronischen Kugelschreiber).

Abbildung 2.2: Kerninfrastruktur, Überwindung des Bruchs



Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Eine große Herausforderung liegt in der Integration eher tayloristischer Prozesse, also wohlabgegrenzter und häufig asynchroner Team-Abläufe, mit wenig abgegrenzten, eher synchronen Prozessen. So enthält beispielsweise ein Feuerwehreinsatz wohldefinierte arbeitsteilige Teilprozesse wie zum Beispiel systematisches Ausrücken der Fahrzeuge, Absperren von Gefahrenbereichen, Versorgung der Fahrzeuge mit Löschmitteln usw., andererseits müssen je nach Einsatz im Leitstand ad hoc Prozesse im Team entwickelt und koordiniert werden; diese wiederum haben erhebliche Auswirkungen auf die arbeitsteiligen Prozesse. Analoge Beispiele lassen sich in den Geschäftsprozessen aller Firmen finden. Die Bereitschaft zur Verschlinkung dieser Prozesse und insbesondere zum Übergang zu mehr synchroner Teamarbeit kann deutlich erhöht werden, wenn „dynamikrobuste“ schlanke Firmen den Marktdruck erhöhen<sup>3</sup>.

**Abbildung 2.2** zeigt die Erweiterung heutiger Lösungen (vgl. Abbildung 2.1) in Richtung der *Kerninfrastruktur* einer IKT-Plattform für künftige Städte. Die hervorgehobenen Bestandteile adressieren die beschriebenen Defizite beziehungsweise Herausforderungen. Eine entsprechende substantielle Weiterentwicklung heutiger Ansätze verspricht einen Quantensprung bei IKT-Plattformen für *Städte als cyberphysikalische Systeme*. Um diese hier skizzierte Weiterentwicklung begrifflich fassen zu können, sei die Kerninfrastruktur hier als *dynamisierendes integratives cyberphysikalisches System (DICS)* bezeichnet. Abbildung 2.2 illustriert, dass eine solche DICS-Plattform, wie erläutert, die Kern-Ansprüche

1. *Dynamisierende Infrastrukturen*,
2. *Genuine Sicherheit und*
3. *Integrative Stadtentwicklung*

sowie durch Integration der drei beschriebenen Bereiche

4. *Feld*,
5. *Netz* und
6. *Steuerung*

erreicht. Die diskutierten sechs Herausforderungen werden weiter unten in einzelnen Kapiteln noch weiter vertieft. Sie seien hier nochmals zusammengefasst:

Die Handlungsfelder der Kerninfrastruktur einer integrierenden IKT, entsprechend der Vision eines *dynamisierbaren integrativen cyberphysikalischen Systems* Stadt der Zukunft (DICS), lauten:

1. [DICS]: Dynamisierende Infrastrukturen
2. [DICS]: Genuine Sicherheit
3. [DICS]: Integrative Stadtentwicklung als multidisziplinärer Ansatz
4. [DICS]: *Feld* als integraler Bestandteil der Plattform
5. [DICS]: *Netz* als dedizierte und kritische Infrastruktur
6. [DICS]: *Steuerung* mit Fokus auf Nutzer-Befähigung und Teamarbeit

<sup>3</sup> Vgl. Wohland 2007.

Die Felder (1)-[DICS] bis (3)-[DICS] werden in den Fokuskapiteln 4 bis 6 tiefgehend behandelt. Die Felder (4)-[DICS] bis (6)-[DICS] folgen der bereits in Kapitel 1 eingeführten Triade *Feld-Netz-Steuerung*. Sie werden in den nachfolgenden Unterkapiteln noch näher erläutert.

### 2.3 (4)-[DICS]: Das *Feld* als integraler Bestandteil der Plattform

Die Zukunftsfähigkeit einer urbanen IKT-Plattform hängt wesentlich davon ab, wie eng und „intelligent“ das Feld eingebunden werden kann. Dabei ist der Begriff *Feld* weit umfassender zu verstehen als heute üblich. Er umfasst

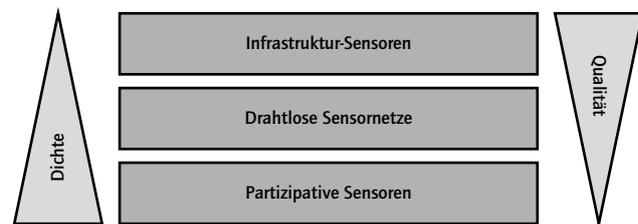
- (i) *Sensoren*, unter anderem zur Überwachung realer Abläufe in der Stadt,
- (ii) *Dinge*, das heißt Maschinen, Geräte, Fahrzeuge, Anlagen etc., sowie
- (iii) *Menschen*, das heißt sowohl Mitarbeiter im *Feld* (die beispielsweise über IKT-Lösungen für Blue Collar Workers einbezogen werden) als auch die Bürger (die beispielsweise über Bürgerdienste einbezogen werden).

Eine umfassende Modellierung und Unterstützung dieser Aspekte erfordert erhebliche F&E-Anstrengungen; aktuelle Forschungsfokusse (Sensornetze, Big Data und andere) müssen erweitert werden. Möglichkeiten zur integrierten Behandlung der Bereiche (i)-(iii) in einer IKT-Plattform sind der Schlüssel für viele innovative Mehrwertdienste. Beispielsweise liefern *Sensoren* in der Verkehrsleitung Daten zu Verkehrsdichten, welche die Ampelsteuerung (*Dinge*) und damit den Verkehrsfluss für die *Menschen* verändern. Innovative intelligente Systeme entstehen durch über alle drei Aspekte rückgekoppelte Systeme. Beispielsweise kann partizipatorische Sensordatenerfassung der Bürger „grüne“, das heißt verbrauchsoptimierte, Routen ermitteln<sup>4</sup>. Eine permanente F&E-Herausforderung besteht darin, Dienstentwicklern offenen Zugang zu immer höherwertigeren Informationen zu ermöglichen, die aus den elementaren Datenspuren über Sensoren, Dinge und Menschen abgeleitet werden.

Aus Konsistenzgründen werden nachfolgend Beispiele aus dem Bereich *Sensoren* gewählt, eine nationale F&E-Strategie sollte aber, wie erläutert, alle drei Bereiche gleichermaßen fokussieren.

*Datenebene*: Wichtiger Fokus künftiger IKT-Plattformen ist die geeignete Datenmodellierung. Die Bereitstellung von Sensordaten als *offene* und *verlinkte* Datenquellen<sup>5</sup> wird dabei weltweit immer wichtiger. Auch in Deutschland laufen entsprechende Initiativen.<sup>6</sup> Allerdings gibt es bis heute keinen weltweiten Standard für offene Daten, der besonders die Dynamik sich verändernder Sensorquellen erfasst, geschweige denn deren probabilistische und fehlerbehaftete Natur. Gerade dynamische Sensoren werden aber künftig die Erfassung städtischer Informationen in Echtzeit ermöglichen. Bei Sensornetzen können sich sowohl die Genauigkeit eines Sensors als auch seine Eigenschaften und sogar seine Fähigkeiten über die Zeit stark verändern. Dies ist mit statischen Standards zur Datenbeschreibung nicht abbildbar. Hier müssen daher neue Standards geschaffen werden.

Abbildung 2.3: Sensor-Datenebenen städtischer IKT



Quelle: I. Schweizer, M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Zudem ist ein besonderes Augenmerk auf die Weiterverarbeitung der Daten zu legen. Daten, die im Feld gesammelt werden, sind von unterschiedlicher Qualität und Datendichte. Dabei lassen sich grob drei Datenebenen unterscheiden (siehe Abbildung 2.3). Als erste und oberste Ebene ist die der sogenannten *Infrastruktur-Sensoren* anzusehen, die in heutigen urbanen Infrastrukturen noch dominiert. Dabei handelt es sich um fest installierte Sensoren mit genormtem Verhalten. Beispiele sind Messpunkte für das Luftmessnetz oder Induktionsschleifen in den Straßen. Die Nachteile hoher Kosten und niedriger Datendichte stehen hier dem Vorteil gesetzlich geregelter, hohen Datenqualität gegenüber. Als zweite Ebene finden *drahtlose Sensornetzwerke*<sup>7</sup> immer mehr kommerzielle Verbreitung. Diese haben das Potenzial, sich als

<sup>4</sup> Ganti et al. 2010.

<sup>5</sup> Berners-Lee 2006.

<sup>6</sup> Vgl. beispielsweise die Webseiten unter folgenden URL: <http://apps4deutschland.de>, <http://www.offenedaten.de> [Stand: 15.4.2014].

<sup>7</sup> Akyildiz et al. 2002.

mittlere Ebene städtischer Datensammlung zu etablieren. Entsprechende Sensorknoten verursachen deutlich geringere Kosten und die Netze lassen sich typischerweise bis zu Tausenden von Knoten hochskalieren. Kosten, Datendichten und Datenqualität liegen in dieser mittleren Ebene allesamt zwischen denen der darüber- und der darunterliegenden Schicht. *Partizipative Sensoren*<sup>8</sup> bilden die dritte Ebene, quasi als Beteiligung von Bürgern als Sensoren. Bei flächendeckender Beteiligung der Bürger werden Datendichte und (zentrale) Investitionskosten optimal, Nachteil ist die geringe Datenqualität bis hin zu absichtlichen Verfälschungen, zudem kann die Dichte (schwer beeinflussbar) schwanken.

Durch Vernetzung und Korrelation der Daten auf allen drei Ebenen<sup>9</sup> in der IKT-Plattform kann die Messwert-Dichte und insbesondere -Qualität mathematisch verbessert werden. Unterstützt beispielsweise durch Methoden des maschinellen Lernens und der Servicekomposition entsteht so die bestmögliche Echtzeit-Sensordatenbasis.

*Kommunikationsebene:* Die heutige urbane IT-Infrastruktur ist oft kabelgestützt mit einem Rechenzentrum der Stadt verbunden. Künftig wird die Anbindung verschiedener Datenquellen über einen Mix verschiedener Technologien erfolgen. Smartphones als Sensoren sind beispielsweise über GPRS, 3G, WiFi oder 4G/LTE angebunden, andere Sensoren verwenden Technologien wie Zigbee, NFC, Bluetooth oder WiFi. Die Entwicklung geht dabei allgemein weg von kabelgestützten hin zu drahtlosen Netzen. Die individuelle Struktur der Städte stellt hohe Herausforderungen an koordinierte Ansätze mit dem Ziel, Datenrate und -reichweite zu verbessern und mit der gegebenen Heterogenität umzugehen. Beispiele weiterer Ziele sind die Nutzung bestehender Infrastruktur (beispielsweise offene WiFi Access Points<sup>10</sup>) und die Weiterentwicklung drahtloser Technologien mit dem Ziel höherer Datenrate, Reichweite und Energieeffizienz zur Unterstützung innovativer Anwendungen.

Die IKT-Plattform der Zukunft muss alle genannten Datenquellen integrieren. Teilweise ist eine unmittelbare Anbindung an die Plattform technisch unsinnig oder unmöglich, in diesem Fall sind Gateways und spezielle Dienstanbieter zu unterstützen als Bindeglied zwischen Sensorik und Plattform. Deren Zusammenspiel mit der Plattform hängt stark mit den in Kapitel 4 diskutierten

Formaten zusammen. Gleichzeitig ergibt sich die Frage der Bewertung und des Geschäftsmodells dieser Anbieter untereinander und miteinander. Idealerweise schirmt die Plattform auch diese Art von Heterogenität von den Anwendern (in Feld und Steuerung) ab. Damit wird die Plattform aber auch noch stärker zur kritischen Infrastruktur, was die Bedeutung des Bereichs (5)-[DICS] unterstreicht.

*Anwendungsebene:* Anwendungen im Feld können sich auf beliebige Kombinationen von Sensoren, Dingen und Menschen beziehen. In jeder Kombination bietet sich eine Benutzeroberfläche für Menschen im Feld an. Daher ist (es ähnlich wie im Bereich *Steuerung*, vgl. (6)-[DICS]) eine wichtigste F&E-Herausforderung die Erschließung der – allgemein in der IT stattfindenden – großen Fortschritte bei innovativen Endgeräten (Datenbrillen, roll- und faltbare Displays etc.) und Interaktionskonzepte für die Stadt der Zukunft. Dies betrifft vor allem innovative Bürgerdienste (siehe (8)-[WBI] Kapitel 3) und die Anbindung von Mitarbeitern. Zweites wichtiges Beispiel für den F&E-Bedarf ist der Privatsphären-Schutz für Teilnehmer im Feld und deren Daten in der Weiterverarbeitung.

#### 2.4 (5)-[DICS]: Das Netz als dedizierte und kritische Infrastruktur

Die hier diskutierte Herausforderung ist auf den ersten Blick ein allgemeines Phänomen des Internet, welches immer mehr Bereiche erfasst und durchdringt: Einerseits stellt das Internet im Sinne eines digitalen Kommunikationsnetzes inzwischen selbst eine kritische Infrastruktur dar, andererseits wird es zunehmend zum steuernden Rückgrat anderer kritischer Infrastrukturen (Telefonnetz, Energieversorgungsnetze, Mobilitätsinfrastrukturen, ...). Wenn IKT-Plattformen für Städte der Zukunft wie skizziert künftig ebenfalls deren Rückgrat bilden, dann werden auch diese Plattformen kritische Infrastrukturen. Auf den zweiten Blick ergeben sich im urbanen Kontext *spezielle* Anforderungen und auch Möglichkeiten wie beispielsweise eine hohe Dichte an privater IT-Hardware als potenzieller „Notbetrieb“.

Vieles weist darauf hin, dass die zunehmende IT-Vernetzung hin zu kritischen Infrastrukturen ohnehin unaufhaltsam ist. Aktuell betrifft sie insbesondere Netze zur Anlagensteuerung<sup>11</sup>. So erfordert beispielsweise der gegenwärtige Wandel der Energieversorgung hin zu regenerativen Energien eine weitere Vernetzung des

<sup>8</sup> Christin et al. 2011.

<sup>9</sup> von Rickenbach/Wattenhofer 2004.

<sup>10</sup> Vgl. Panitzek et al. 2012.

<sup>11</sup> Dzung et al. 2005.

Energiesektors<sup>12</sup>. Nur mit IT-Einsatz kann gezielt und zeitgenau der aktuelle Energiebedarf an allen Stellen im Energienetz in enger „intelligenter“ Schleife mit den – zunehmend dezentralen (ggf. privaten) – Energieerzeugern und dem Verteilnetz abgeglichen werden<sup>13</sup>. Aus Kostengründen wird vornehmlich Internet-Technologie eingesetzt, was – selbst bei Isolation der Netze vom restlichen Internet – Angriffe erleichtert.

Wie in (4)-[DICS] diskutiert, nehmen Sensoren in Städten eine immer wichtigere Rolle ein; darauf aufbauend etablieren sich zahlreiche neue Dienste. Um diesen die Sensordaten zugänglich zu machen, ist auch für die Sensorfelder eine stärkere Anbindung an bestehende Netzinfrastrukturen nötig<sup>14</sup>. Je nach Anwendungsfall kann es zudem nötig werden, problemspezifische Algorithmen auf solchen Sensorfeldern zu installieren, was bidirektionale Kommunikation mit dem Netz erfordert und so die Anfälligkeit für böswillige Angriffe steigert.

Partielle Störungen des Internets und resultierende Wechselwirkungen mit anderen kritischen Infrastrukturen können dramatische Auswirkungen haben bis hin zum Verlust von Menschenleben. Bei Planung, Vernetzung und Betrieb kritischer Infrastrukturen ist dies zu berücksichtigen. Hauptziel muss es somit sein, eine *resiliente* Netz-Infrastruktur zu schaffen (wie in 2.2.2 erläutert), die Ausfälle durch natürliche, technische oder physische menschliche Eingriffe ebenso toleriert wie böswillige Angriffe auf Soft- und Firmware. Dazu sind zunächst innovative Ansätze der IT-Sicherheit nötig, um böswillige Angriffe möglichst abzuwehren. Da aber Ausfälle (zumal durch physischen Schaden) nie ausgeschlossen werden können, versucht Resilienz, deren Auswirkungen zu begrenzen. Bereits installierte Systeme lassen sich nur begrenzt resilient machen, weshalb zwei Phasen unterstützt werden sollten:

*Die Planungsphase* muss bereits greifen, *bevor* eine resiliente Infrastruktur aufgebaut wird: Resilienz-Konzepte müssen in Entwurf und Aufbau der Netze eingreifen und beispielsweise Hard- und Software-Monokulturen ausschließen sowie Redundanz und Isolationsmechanismen systematisch in die Struktur einbauen.

*Die Betriebsphase* greift bei Teilausfällen und gliedert sich in drei Schritte:

1. *Erkennung*: Im Betrieb gilt es in einem ersten Schritt, Angriffe zu erkennen. Dafür kommen beispielsweise Systeme zur Anomalie-Erkennung<sup>15</sup> infrage.
2. *Einleitung von Gegenmaßnahmen*: Anschließend sollten Angriffe weitestgehend isoliert werden. Dies kann beispielsweise über die gezielte Abschottung kritischer physischer Infrastrukturen inklusive nachfolgender Notbetriebslösungen erfolgen<sup>16</sup>. Daran schließen sich die systematische Analyse der Ursachen und die Planung von weiteren Gegenmaßnahmen an.
3. *Heilung*: Im letzten Schritt sind die Auswirkungen des Angriffs möglichst automatisch zu heilen<sup>17</sup>. Wiederholungen sind durch Rückkopplung bis zurück zur Planungsphase weitestgehend auszuschließen oder in der Wirkung zu dämpfen.

Für die vernetzte Stadt sind solche Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Netzes als kritische Infrastruktur unverzichtbar, der F&E-Bedarf in diesem Bereich ist erheblich.

*Netz-interne Verarbeitung*: Eine weitere wichtige Herausforderung entsteht durch die wachsenden Datenmengen, die im Netz erzeugt werden. Für deren systematische Analyse haben sich die Schlagwörter *Big Data* und *Data Analytics* eingebürgert; die für *Big Data* benötigten Speicher- und Verarbeitungskapazitäten führten zur Forderung nach leistungsfähigeren Backend-Systemen und insbesondere nach geeigneten Cloud-Computing-Ansätzen. Allerdings wächst die Zahl der Forscher, die bei einer überwiegenden Verarbeitung in Backend- oder Cloud-Systemen unlösbare Beschränkungen sehen hinsichtlich *Datenmengen* und Latenz im Netz. Das *Datenmengen*-Problem stellt sich nicht kurzfristig, weil viele Daten aus dem Feld (wie Messwerte) sehr kompakt sind. Die unbeschränkte Menge von Entitäten sowie „gefährlichere“ Sensoren wie z.B. Kameras drohen städtische Netze aber mittelfristig zu überlasten. Das *Latenz*-Problem entsteht entlang der nicht-lokalen Verarbeitungsschleife

<sup>12</sup> Farhangi 2010.

<sup>13</sup> Potter/Archambault 2009.

<sup>14</sup> Chong/Kumar 2003.

<sup>15</sup> Chandola et al. 2009.

<sup>16</sup> Vgl. Gonzalez et al. 2011.

<sup>17</sup> Gosh et al. 2007.

Feld-Netz-Verarbeitung-Netz-Feld, die aufgrund der verwendeten Internet-Technologie schwerlich unter strengen Realzeitanforderungen operieren kann.

Als Lösung dieses Problems muss offensichtlich die Verarbeitung näher ans Feld herangeführt werden. Seit Jahren wird an Verarbeitung im Netz geforscht (active networks, in network processing), die Ansätze setzten sich aber aus diversen Gründen (Knotenheterogenität, ISP-Hoheit, Konkurrenzdruck beim Datendurchsatz, ...) nicht allgemein im Internet durch. Die wachsende Bedeutung virtueller Netzwerke und von Cloud-Computing auf Basis virtueller Maschinen ermöglichen nun neue Ansätze, um Cloud-basierte verteilte Anwendungen – nicht zuletzt im Bereich Big Data/Data Analytics – näher ans Feld zu bringen: die Verarbeitung kann über Feld, Netz und Backend bzw. Cloud „verschmiert“ werden, Feld-nahe Bestandteile können außerdem mit mobilen Entitäten im Netz (Menschen, Fahrzeuge) „mitwandern“. Microsoft Research hat entsprechende Konzepte unter dem Schlagwort *Cloudlets* propagiert<sup>18</sup>, Cisco verwendet den Begriff *Fog Computing*<sup>19</sup>. Für die IKT der Stadt der Zukunft bieten solche Ansätze einerseits die erwähnten Vorteile; sie sind andererseits lohnenswert, weil sie eine hervorragende Grundlage bilden, um im Sinne der Resilienz Konzepte zu fördern, die im Schadensfall auf (zumindest behelfsmäßig) autonome Verarbeitungs-Inseln in Feld-nahen Netzbereichen umzusteigen.

## 2.5 (6)-[DICS]: *Steuerung mit Fokus auf Nutzer-Befähigung und Teamarbeit*

Die Belange der Benutzer, insbesondere der Blue Collar Workers, werden in heutigen cyberphysikalischen Systemen noch nicht hinreichend fokussiert. Dieses Defizit galt bereits für klassische Anwendungsgebiete cyberphysikalischer Systeme im Geschäftsprozess-Umfeld (Realtime Enterprise). Bei Lösungen für die Stadt der Zukunft muss dies verhindert werden.

Um dieser Herausforderung zu begegnen, ist F&E auf verschiedenen Ebenen erforderlich. Zunächst müssen die jüngsten Innovationen im Bereich der Interaktionsgeräte für Urban Management nutzbar gemacht werden. Dies schließt Technologien ein, die in anderen Wirtschaftszweigen schon weit verbreitet sind (beispielsweise Smartphones mit Bewegungssensoren, GPS und Spracherkennung), aber auch vielversprechende neuere Entwicklungen

wie alltagstaugliche Video- und AR-Brillen sowie 3D-Darstellungen, insbesondere in Kombination mit sogenannten Tangible Interfaces und Paperlike Displays; diese haben beispielsweise für stadtplanerische Anwendungen großes Potenzial<sup>20</sup>. Für den Einsatz dieser Technologien sind durch Forschung im Bereich Interaktionsdesign geeignete Interaktionskonzepte zu erarbeiten<sup>21</sup> und auf die speziellen Anforderungen der Stadt der Zukunft zuzuschneiden. Auf der technischen Ebene müssen geeignete Architekturen und Plattformen entwickelt werden, die den Einsatz dieser Technologien wirtschaftlich machen. Existierende kommerzielle Benutzerschnittstellen-Plattformen sind nicht ausreichend flexibel, existierende Lösungsansätze aus dem akademischen Umfeld, etwa COMETS<sup>22</sup>, gehen nicht hinreichend auf die Fähigkeiten der neuesten Interaktionsgeräte ein. Gerade im Zusammenhang mit der zunehmenden Verbreitung von Web-Techniken mit HTML5 besteht aktuell Förderungsbedarf, damit zukünftige Standards auch die Bedürfnisse der Stadt der Zukunft berücksichtigen.

Wie mehrfach diskutiert, ist bei Anwendungen für die Stadt der Zukunft von einem wachsenden Anteil an synchroner Kollaboration auszugehen. Um diese geeignet zu unterstützen, sind ebenfalls erhebliche F&E-Anstrengungen erforderlich. Existierende IKT-Lösungen und Plattformen zur Realisierung synchroner Kollaboration sind im Allgemeinen auf eine bestimmte Anwendungsart beschränkt und zudem proprietär (vgl. Skype, Google Hangouts). Aus freien und flexiblen Plattformen aus dem akademischen Umfeld<sup>23</sup>, kann eine Reihe von F&E-Erfordernissen abgeleitet werden, die zu verfolgen sind.

Zusätzlich sollte die proaktive Interaktion mit Urban Management-Anwendungen vorangebracht werden. Hier sind heute nur vergleichsweise einfache regelbasierte Ansätze verbreitet (vgl. bei Smartphones und Tablets das übliche automatische Umschalten von Quer- in Längsansicht beim Kippen des Geräts). Durch den Einsatz statistischer Methoden und maschinellen Lernens lassen sich intelligente Bedienschnittstellen realisieren, die den Nutzer bei der Erreichung seiner Ziele aktiv unterstützen, etwa durch Anzeige relevanter Informationen auf Grundlage beobachteter Ereignisse<sup>24</sup>. Hier sind sowohl neue Algorithmen als auch neue Einsatzgebiete und Anwendungen existierender Algorithmen zu erforschen und nutzbar zu machen.

<sup>18</sup> Satyanarayanan et al. 2009.

<sup>19</sup> Bonomi et al. 2012.

<sup>20</sup> Sareika/Schmalstieg 2007.

<sup>21</sup> dies haben beispielsweise in Huber et al. 2010 für die schnelle Navigation in großen Video-Datenbeständen auf Mobilgeräten gezeigt.

<sup>22</sup> Demeure et al. 2008.

<sup>23</sup> Beispielsweise De Alwis et al. 2009; Aitenbichler et al. 2007.

<sup>24</sup> Bao/Dietterich 2011.

## 3. WETTBEWERBS- UND BÜRGERORIENTIERTE INFRASTRUKTUR

AUTOREN: MAX MÜHLHÄUSER, INA SCHIEFERDECKER  
BEITRAGENDE: STEPHAN BORGERT, STEPHAN SCHIFFNER

### 3.1 DIE SCHLÜSSELROLLEN VON WETTBEWERB UND BÜRGERBETEILIGUNG

In Kapitel 2 wurde die Stadt der Zukunft als cyberphysikalisches System betrachtet, welches die städtischen Organe und verbundene Institutionen beziehungsweise Unternehmen (beispielsweise der Ver- und Entsorgung) im Fokus hat. Auch die Verbindung zum *Feld* wurde unter diesen Fokus gestellt und die mit der DICS-Vision verbundenen neuen Herausforderungen und geforderten Lösungen folgen diesem Fokus.

Das vorliegende Kapitel legt den Schwerpunkt auf die Wirtschaft und die Bürger einer Stadt – ohne den Blick auf die DICS-Vision zu verlieren. Dieser Standpunktwechsel fußt auf der Grundannahme, dass es für eine erfolgreiche Stadt der Zukunft unverzichtbar ist, ihre Wirtschaft und Bürger weit stärker als bisher *konstruktiv* in ihre Anstrengungen einzubeziehen, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern. Da dieser nicht-technische Gesichtspunkt substantielle Auswirkungen auf die zugrunde zu legende IKT-Plattform hat, muss er zwingend in das vorliegende Dokument einbezogen werden. Tatsächlich folgt schon allein aus der Betrachtung der Kosten, die mit der Bewältigung der immensen städtischen Herausforderungen verbunden sind, dass Stadtentwicklung künftig mehr denn je im engen *Schulterschluss mit der Wirtschaft* vorangetrieben werden muss statt wie bisher (fast) ausschließlich durch die Vergabe von Aufträgen an die Wirtschaft. Ebenso muss *Bürgerbeteiligung* im Sinne einer Balance aus *Mitbestimmung und Mitverantwortung* gedacht werden. Es braucht beides: optimalen Zuschnitt auf die Bedarfe der Bürger und aktive Mitarbeit derselben. Beide haben volkswirtschaftlichen Nutzen (Kostenreduktion, Qualitätsverbesserung, Attraktivität in der Konkurrenz der Städte). Drei Ansätze können substantiell dabei helfen, diese Ziele zu erreichen:

1. *Intrastädtischer Wettbewerb*: Wenn es insbesondere bei den *Transforming Cities* gelingt, eine gesunde Konkurrenz der Städte um Bürger zu etablieren, wird sich das Leistungsangebot einer Stadt an diesen (heutigen und künftigen, das heißt „anzulockenden“) Bürgern orientieren. Ohne diesen Wettbewerb ist zu befürchten, dass sich Städte zu sehr in der eingangs beklagten Rückwärts-Orientierung erschöpfen werden (vgl. Status quo als Ausgangspunkt für Forderung

(1)-[DICS]), wobei allzu oft bürokratische Strukturen und Verwaltungsakte, politische Vorgaben und Rechtsrahmen im Vordergrund stehen würden, aber zu wenig die Bedürfnisse der Bürger. IKT muss den Städten helfen, unter anderem wünschenswerten Zuzug in Richtung auf ihre Stadt zu befördern – beispielsweise durch Stärkung von „Attraktoren“ der Stadt.

2. *Wettbewerblich gestaltete Innovation*: Erhebliche Teile einer gewünschten Stadtentwicklung werden künftig nicht aus den öffentlichen Haushalten finanzierbar sein. Daher muss ein Nährboden geschaffen werden, auf dem Wirtschaftstreibende zur Stadtentwicklung beitragen können. Dazu müssen diese allerdings die erforderlichen Investitionen als lohnend erkennen können. Die Stadt muss dazu eine (IKT-) Plattform anbieten, auf der neue Dienste schnell eine große Verbreitung finden können und durch Nutzung vorhandener Basisdienste mit geringem Entwicklungsaufwand bereitgestellt werden können. Die Schaffung von höherwertigen aus einfacheren Diensten im Sinne der Wertschöpfung muss ebenfalls befördert werden.
3. *Bürgerbeteiligte Aufgabenbewältigung*: Eine neue Qualität der Solidarität unter den Bürgern einer Stadt kann substantiell dabei helfen, die enormen Herausforderungen beispielsweise in der Versorgung und Integration eingeschränkt leistungsfähiger Mitbürger aller Art zu meistern, wenn diese steigenden Bedarfe durch ein ganzes Spektrum von (ehrenamtlichen, freundschaftlichen, aber auch freiberuflichen oder von Ämtern oder Dienstleistern organisierten und vergüteten) Angeboten reflektiert werden – ergänzend zu etablierten städtischen Leistungen.

### 3.2 IKT-SEITIGE UMSETZUNG

Als Konsequenz aus dem in Unterkapitel 3.1 Dargelegten sind aus technischer Sicht informations- und kommunikationstechnische Voraussetzungen zu schaffen, um Stadt, Wirtschaftstreibende und Bürger (als potenzielle Dienst-Nehmer) in einer offenen Plattform unter Wettbewerb zusammenzubringen. In dieser Hinsicht hat die IKT-Forschung in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte in drei Bereichen gemacht:

1. *Offene Informationsplattformen*, welche Stadt, Wirtschaft und Bürgern kontrollierten und semantisch hochwertigen Zugriff auf teilweise immense und hochdynamische Datenmengen (Big Data) ermöglichen; in diesem Sinne ist eine *offene urbane Daten-Plattform* als Kern der IKT-Plattform zu entwerfen.
2. *Dienste-Plattformen* im Sinne des „Internet der Dienste“ (Internet-of-Services) haben ebenfalls essenzielle Konzepte hervorgebracht. Diese Konzepte sind für eine IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft auf die Bedürfnisse eben dieser künftigen Städte hin weiterzuentwickeln. Wir verwenden nachfolgend für eine solche Dienste-Plattform als Teil der IKT-Plattform (einschließlich vorzuhaltender Basisdienste) und für die darauf angebotenen höherwertigen Dienste den Begriff *Smart-City-Dienstplattform*.
3. *Soziale Medien (soziale Online-Netze)* sind weltweit bei der Bevölkerung im Einsatz und werden auch im Kontext der Selbstorganisation in Städten verwendet. Um mehr Bürger zu erreichen, gezieltere und leistungsfähigere Angebote zu ermöglichen und alle Stakeholder (auch die Stadtverwaltung) einbinden zu können, ist aus IKT-Sicht die schnelle Bereitstellung zugeschnittener und funktional angereicherter *sozialer Netze* erforderlich. Hierauf wird weiter unten unter dem Begriff *Bürgernetz-Baukasten* detaillierter eingegangen.

*Offene urbane Daten-Plattform:* Eine solche Daten-Plattform bietet (städtischen und privatwirtschaftlichen) Unternehmen, Organisationen und Bürgern der Stadt einen vertrauenswürdigen Zugriff auf städtische und öffentliche Daten zur gemeinsamen Gestaltung der städtischen Prozesse und Abläufe in der Stadt der Zukunft. Es werden aktuell und kontextsensitiv sowohl Basisdaten über die Infrastrukturen und die Ressourcen der Stadt der Zukunft als auch akkumulierte Informationen bereitgestellt, um die Situation in der Stadt transparent zu machen und Entscheidungen zu ermöglichen beziehungsweise nachvollziehen zu können. Die urbane Plattform bietet Werkzeuge, mit deren Hilfe Daten und Informationen über Dienste und Applikationen durch verschiedene Akteure bereitgestellt werden können, so dass ein neuartiges Ökosystem zur Stadtsteuerung und zur eigenverantwortlichen Arbeit mit den Daten und Informationen im Interesse der Stadt der Zukunft entsteht.

*Smart-City-Dienstplattform:* Eine der größten Herausforderungen künftiger Smart Cities ist wie vorstehend skizziert die

Schaffung einer digitalen Dienste-Infrastruktur. Diese kann von einer engen Kopplung mit der bisher beschriebenen IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft erheblich profitieren, weil dann die angebotenen Dienste auf Funktionen und Daten des dynamisierenden integrativen cyberphysikalischen Systems (DICS) zurückgreifen können: das (*City*-)Internet der Dienste wird dann insbesondere mit dem (*City*-)Internet der Dinge gekoppelt. *Smart City Services* werden sinnvollerweise als bürgernahe Dienstleistungen *mobil* im Netz zugänglich gemacht. Über den IKT-gestützten Zugang können dabei sowohl vollständig nicht-materielle als auch materielle Dienste angefordert werden. Das hier diskutierte Themenfeld wird zwar in einigen Smart Cities-Projekten berührt, jedoch mit deutlich geringerem Anspruch: Fast immer entsteht eine vorab geplante Menge von Diensten ohne Anspruch auf freie Kombinierbarkeit beispielsweise mit Basisdiensten verschiedener Wettbewerber. Grundgedanke von *Smart City Services* ist dagegen ein hochdynamischer *Dienste-Markt* im ökonomischen Sinn eines freien Marktes. Wesentlich sind deshalb folgende Charakteristika:

- *Verfügbarkeit einer möglichst vollständigen Sammlung sinnvoller Basisdienste* – insbesondere solcher, die für digitale *urbane Bürgerdienste* spezifisch sind; dazu gehören (kontrollierter) Zugriff auf Daten und Funktionen von *Feld* und *Netz*, Einbindung magistratseigener (zum Beispiel hoheitlicher) Dienste, Zugang zu stadtspezifischen Datenbeständen usw., jeweils mit offengelegten und ohne Verwaltungsakt im Netz zugreifbaren Schnittstellen; darüber hinaus sind Dienste für Plattform-Betrieb, -Erhalt und -Verbesserung erforderlich, zum Beispiel für Dienstsuche und -beschreibung (Software-as-a-Service), zudem Zahlungs-, Versicherungs-, Bewertungsdienste usw.
- *Skalierungseffekte durch (Quasi-)Standards* wie beispielsweise gemeinsame Ontologien. Beispielsweise muss es möglich sein, Dienste derselben Klasse von verschiedenen Anbietern ohne Anpassungsaufwand alternativ zu nutzen, sowohl innerhalb einer Bürgerdienst-Plattform als auch zwischen Plattformen verschiedener Städte.
- *Unterstützung benutzerfreundlich herzustellender Kompositionen von Diensten zu Mehrwertdiensten.* Dienstekomposition ist die Voraussetzung, um komplexe Prozessabläufe überhaupt erst realisieren zu können; leichtgewichtige Kompositionsmechanismen fördern erheblich die Innovationsfähigkeit und werden idealerweise unterstützt durch Matchmaking, das heißt automatische Verknüpfung von Diensteangebot und

Dienstleistung vor und während der Laufzeit und durch Methoden des Geschäftsprozess-Managements über Organisationsgrenzen hinweg.

- *Freier Zugang für Anbieter.* Das heißt Verhinderung/Beseitigung von Zugangshemmnissen oder gar von Auftragsvergaben durch den Magistrat ist auch gerade während der Initialisierung des Marktes von entscheidender Bedeutung, um diesen ohne weitere Anreize oder Zwänge florieren lassen zu können.

Die IKT-Plattform sorgt hierbei als offene Daten- und Dienstleistungs-Plattform für freien und einheitlichen Zugang, und zwar für Großunternehmen, KMU und (teil-)selbstständige Einzelpersonen gleichermaßen, so dass auch kleine neue Dienste unmittelbar die Skalierungseffekte der gesamten Plattform nutzen können im Sinne von Kombinierbarkeit und Kompatibilität.

*BürgerNetz-Baukasten:* Für den hier behandelten Aspekt sei ein Moment lang über den Tellerrand der Thematik „Stadt der Zukunft“ hinaus gesehen. In jüngerer Zeit findet weltweit eine Entwicklung statt, bei der die Wirtschaft sukzessive *soziale Netzwerke* als integralen Bestandteil der Unternehmens-Infrastruktur zu positionieren versucht. Im Fokus stehen bei dieser Entwicklung nicht mehr die großen *Social Media*-Anbieter wie Facebook™, sondern beliebige Wirtschaftstreibende, die sich Wettbewerbsvorteile zu sichern suchen. Netze wie Facebook™ haben bei dieser Entwicklung quasi dieselbe Funktion wie das Internet bei Mail- oder Filesharing-Diensten usw.: Sie bilden die – im Prinzip austauschbare – unterliegende Infrastruktur, auf der sich spezifische (hier: soziale) virtuelle Teilnetze und zugehörige Software-Anwendungen herausbilden. Während die Wirtschaft soziale Netze zum Teil erst entdeckt und sich noch auf Themen wie Kundenbeziehungsmanagement im Sinne der Schadensbegrenzung (Abwenden negativer Meinungstrends) konzentriert oder soziale Netze als wertvolle Datenquelle sieht, beispielsweise zur Analyse von Kundenverhalten und für Ähnliches, entwickeln Vorreiter-Firmen weit kreativere Social-Media-Angebote und -Mehrwerte für sich und ihre Kunden.

Diese Entwicklung birgt ganz erhebliches Potenzial für die Städte der Zukunft, insbesondere wenn es darum geht, größere Teile der Bürgerschaft zu verbinden. Verschiedene Klassen sozialer Netze sind denkbar und wünschenswert:

- Selbsthilfe-Netze, die von der Einbeziehung der städtischen „Autorität“ profitieren – sei es, dass die Stadt als

vertrauenswürdiger Bürge einspringt, dass sie spezifisch entwickelte Social Media-Anwendungen auf ihrer Plattform öffentlichkeitswirksam lanciert oder was auch immer;

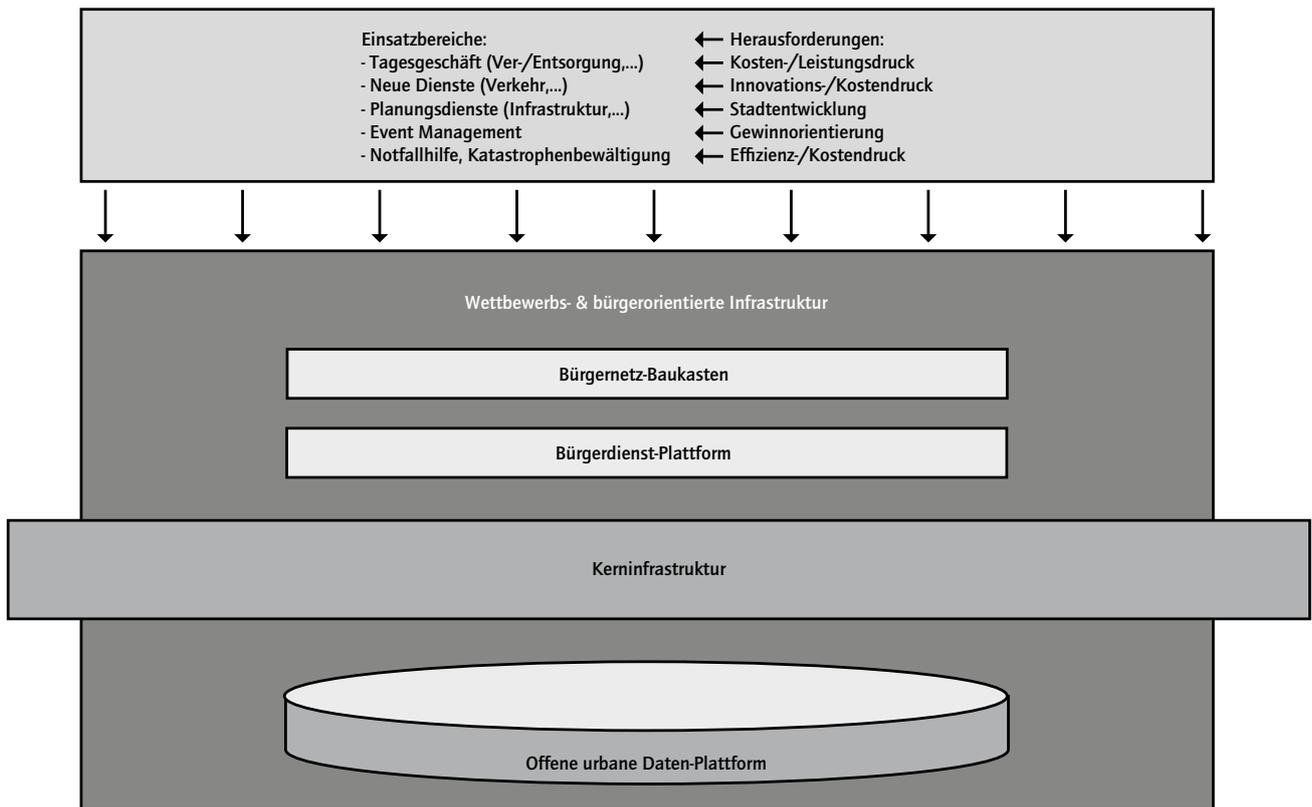
- soziale Netze für vergütete Dienste, mit denen die Stadt beispielsweise Sozialleistungen kleinteilig an jeweils dienstbereite Bürger „outsourcen“ kann und trotz Vergütung signifikant Kosten reduzieren kann;
- „Börsen“ beispielsweise für Mikrojobs, worauf die Stadt als vertrauenswürdiger Broker kleinste Dienstleistungen ortsspezifisch vermittelt, wie beispielsweise Einkäufe, Botengänge und viele andere;
- sonstige Angebote, bei denen i) die räumliche Beschränkung auf eine Stadt als Vor- und nicht als Nachteil ausgenutzt werden kann (beispielsweise weil physisches Zusammentreffen im Nachgang zur Begegnung im Cyberspace mit geringem Aufwand möglich ist) und/oder ii) die Stadt als vertrauenswürdiger Mediator oder Garant eine wichtige Funktion erfüllt.

Beispielhafte Einsatzbereiche beziehungsweise Anforderungen und die drei zentralen Komponenten der wettbewerbs- und bürgerorientierten Infrastruktur sind in Abbildung 3.1 illustriert. Es soll nochmals betont werden, dass es nicht um Konkurrenz zu Netzen wie Facebook™ geht, sondern im Gegenteil um deren *Nutzung* im Sinne zugeschnittener Anwendungen und logischer Sub-Netze. Das entspricht dem Trend, dass sich in etlichen basalen sozialen Netzen jeweils sogenannte App Economies (ähnlich den iPhone-Apps) entwickeln. Zunehmend ist zu erwarten, dass sich diese Apps vom basalen Dienst unabhängig machen, dass sie also beispielsweise für Twitter™, GooglePlus™ usw. ebenfalls angeboten werden und sogar diese Basisnetze zu überbrücken gestatten.

Aus Sicht einer IKT-Plattform sind in diesem Zusammenhang geeignete Software-Entwicklungswerkzeuge wünschenswert sowie Basisdienste, die oberhalb der (austauschbaren, siehe oben) basalen sozialen Netze wie Facebook™ und unterhalb spezifischer Anwendungen angesiedelt sind. Solche Basisdienste sind so zu gestalten, dass sie von vielen Apps verwendbar sind, das heißt eingebunden werden können und den Entwicklungsaufwand für diese Apps deutlich reduzieren.

Allgemein gesprochen müssen neue Bürgerdienste Plattformen sein, auf denen sich Zusammenhalt und gegenseitige Hilfe genauso wie neue Geschäfte und Dienstleistungen entwickeln.

Abbildung 3.1: Wettbewerbs- und Bürgerorientierte Infrastruktur



Quelle: M. Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Telekooperation

Dabei darf die Stadt nicht als ‚umfassender Dienstleister‘ auftreten, sondern sie muss technischer und ökonomisch-sozialer ‚Katalysator‘, das heißt Mittler und/oder Vertrauter, sein.

### 3.3 VIER KATEGORIEN DIGITALER ARTEFAKTE

Die hier beschriebene eigentliche IKT-Plattform muss

- umgesetzt werden können als Föderation von Software-Komponenten verschiedener Hersteller, da eine „Alles-aus-einer-Hand-Lösung“ in vielen Städten nicht möglich, sinnvoll oder erwünscht sein wird – aus technischen (Heterogenität vorhandener Altsysteme) oder aus politischen Gründen;
- den bereits thematisierten kostendämmenden Ansatz fördern, bei dem die Stadt selbst nur eine Basis-Plattform

verantwortet, während Mehrwertdienste, Bürgernetze, Daten-Nutzung usw. durch Unternehmen und Bürger geleistet werden;

- klare Grenzen und Festlegungen zwischen den Stakeholdern ermöglichen (Bürger, Stadt, Wirtschaft), beispielsweise wenn es bei (Sensor-)Daten um Eigentumsfragen und Nutzungsbestimmungen geht, um die Bereitstellung von Marktplätzen als Basis für kostensenkende Konkurrenz oder von digitalen Basis-Artefakten (Daten, Diensten,...) zur Weiterverwendung in Mehrwert-Angeboten usw.

Die genauere Analyse der Grundkomponenten der IKT-Plattform ergibt vier Kategorien solcher digitaler Artefakte. Diese Verteilung stellt eine geeignete Grundlage für Format-, Prozedur-, Schnittstellen- und Rechte-Festlegungen zwischen allen Stakeholdern einer Stadt der Zukunft dar:

1. *Daten*: Diese werden im Wesentlichen in der skizzierten *offenen urbanen Daten-Plattform* verwaltet und umfassen insbesondere sensorbasierte, manuell (beispielsweise via Formular) erfasste oder automatisch per Software erfasste Artefakte.
2. *Dienste*: Für Bürgerdienste ist ein modularer Ansatz unerlässlich, der es erlaubt, aus (städtischen) Basisdiensten, Cloud-Diensten und anderen Basisdiensten spezifische Mehrwertdienste zu komponieren – diese Wertschöpfungskette muss aus Sicht von Wirtschaftsunternehmen attraktiv gestaltet werden und aus Sicht der Stadt wettbewerbsfähig (Kostenreduktion) und so weit wie möglich lukrativ (beispielsweise durch Lizenzierung der Basisdienste).
3. *Communities*: Hierunter seien Blaupausen zweckbezogener Online-Bürgerdienste verstanden; beispielsweise könnten Gemeinschaften für die häusliche Zustellung von Waren oder für häusliche Dienstleistungen entstehen – entweder ehrenamtlich oder gewerblich; die Blaupausen für Hauszustellung und Hausdienstleistung könnten dann wesentliche Rollen und Kommunikationsfunktionen für entsprechende Bürgernetze bereits beinhalten, sie müssten nur noch auf den spezifischen Zweck zugeschnitten werden.
4. *Prozesse*: Die Festlegung und systematische Behandlung wiederkehrender Abläufe ist in allen größeren Organisationen strukturbildend und aus Effizienz- und Transparenzgründen unerlässlich – so auch in Städten der Zukunft; sie stellen daher eine wichtige vierte Kategorie digitaler Artefakte dar. Insbesondere spiegeln sich darin Best Practices einer Stadt als Abläufe (gegebenenfalls mit Bezugnahme auf Ausprägungen der anderen drei Kategorien) und eindeutige Kontrakte zwischen den Stakeholdern.

Abbildung 3.2: Vier Kategorien digitaler Artefakte als Schnittstelle der IKT-Plattform nach außen

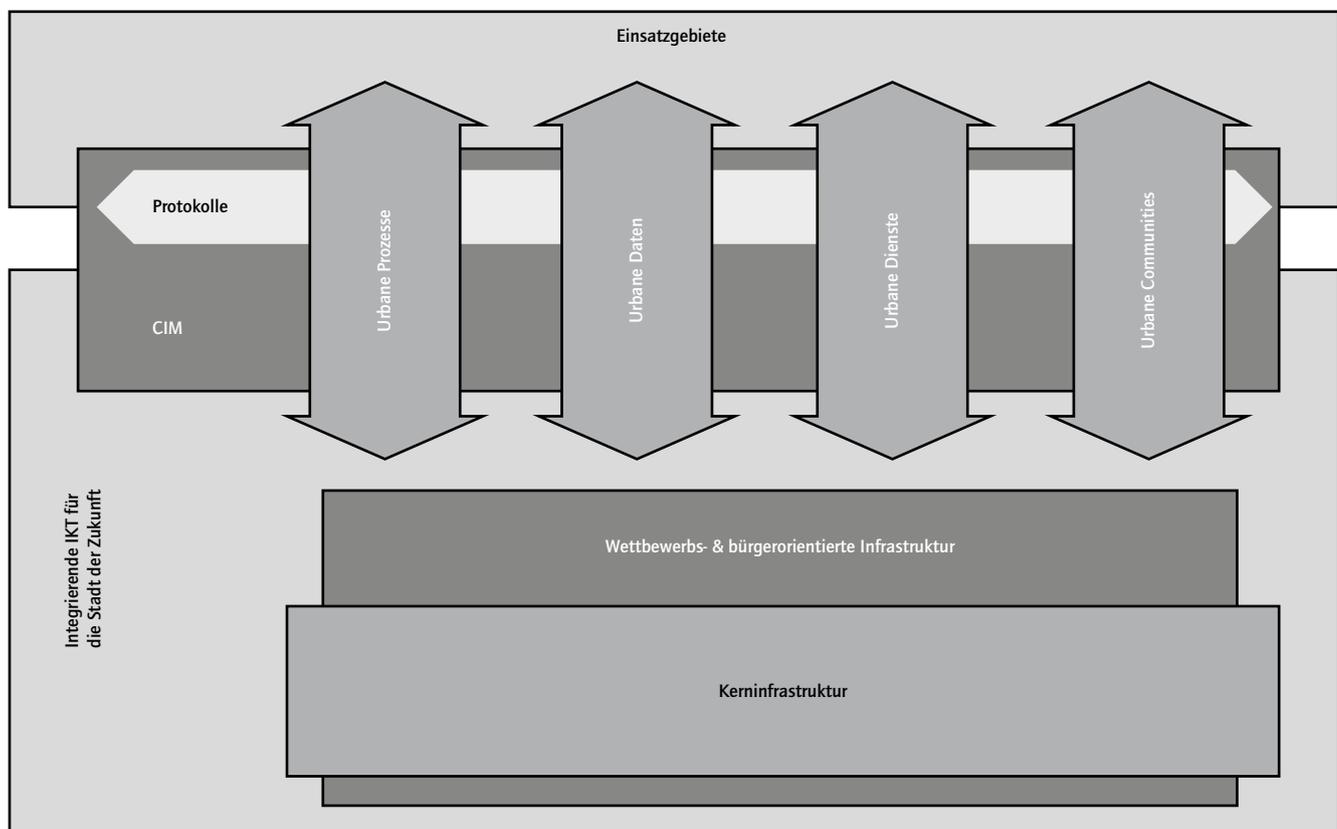


Abbildung 3.2 illustriert diese vier Klassen digitaler Artefakte in ihrer Funktion als *Schnittstellen*-Kategorien zwischen der IKT-Plattform (Kerninfrastruktur plus wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur) und ihren Einsatzbereichen – und damit auch zwischen der Stadt einerseits und Bürgern, Wirtschaft, privaten Organisationen usw. andererseits. Die Illustration zeigt auch zwei Aspekte auf, die quer zu den Artefakt-Klassen die Schnittstelle charakterisieren:

- Für alle Instanzen der vier Artefakt-Klassen müssen jeweils auch Protokolle standardisiert werden, worin Ablaufdetails des Zugangs und Zugriffs zu den Basis-Daten, -Prozessen, -Diensten beziehungsweise -Communities der integrierten IKT-Plattform festgelegt werden.
- Die Standardisierung aller Artefakt-Instanzen sollte unter dem Konzept eines *City Information Model (CIM)* erfolgen, worunter ein Modell zu verstehen ist, das nicht nur syntaktisch definiert (als Menge von Datenstrukturen) definiert ist, sondern semantisch ausformuliert, konsistent, redundanzfrei und das gesamte von außen zugängliche Stadt-Konzept' umfassend (siehe Kap. 6).

### 3.4 RESULTIERENDE HANDLUNGSFELDER

Im vorliegenden Dokument wurde zunächst darauf abgehoben, dass derzeit laufende Urban Management-Projekte und -Angebote der großen Softwarehersteller einen Wandel anstreben: vom bisherigen Angebot einer an *Spezifika der Städte adaptierten Unternehmenssoftware* (ERP-Systeme für Urban Management) zur *Stadt als cyberphysikalisches System*.

In Kapitel 2 wurde beleuchtet, inwieweit diese entstehenden cyberphysikalischen Systeme im Kern noch Defizite aufweisen und welcher Handlungsbedarf sich hieraus ergibt. Das führte zur Empfehlung, die Forschung und Entwicklung auf dynamisierende Infrastrukturen, genuine Sicherheit, integrative Stadtentwicklung sowie substanzielle Verbesserungen in der Triade *Feld-Netz-Steuerung* hin auszurichten. Dazu wurde der Begriff *dynamisierendes integratives cyberphysikalisches System Stadt der Zukunft (DICS)* geprägt und in die Felder (1)-[DICS] bis (6)-[DICS] verfeinert.

Als zweite grundlegend wichtige Entwicklungsachse der IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft wurde hier in Kapitel 3 eine Abkehr angemahnt von der stadtverwaltungsgetriebenen Sicht

hin zu einer bürger- und wirtschaftsgetriebenen Sicht, bei der die Stadt nur noch die notwendigen Katalysatoren bereitstellt. Der technische Teil dieser Katalysatoren wird als *wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur WBI* bezeichnet, drei essenzielle Bestandteile wurden herausgearbeitet:

- eine *offene urbane Daten-Plattform*, die nicht nur im geschlossenen „Ökosystem“ städtischer Dienste genutzt werden kann, sondern (kontrollierten) Zugriff von Wirtschaftstreibern und Bürgern ermöglicht;
- eine *Plattform* für wettbewerbliche Bereitstellung und Komposition von *Bürgerdiensten* und
- Unterstützung sozialer *Bürgernetze* durch Bereitstellung eines *Baukastens*.

Darüber hinaus wurden vier Kategorien digitaler Artefakte identifiziert, deren spezifische Ausgestaltung die digitale Schnittstelle zwischen Plattform und Einsatzbereichen (Anwendungen) realisiert.

Diese Herausforderungen, die im bisherigen Verlauf von Kapitel 3 herausgearbeitet wurden, seien hier analog zur Vorgehensweise in Kapitel 2 mit Kürzeln versehen zusammengefasst; dabei wird die Nummerierung von Kapitel 2 (DICS) fortgesetzt, zur Unterscheidung wird aber das Kürzel WBI verwendet:

- Wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur (WBI):
- (7)-[WBI]: *Offene urbane Daten-Plattform*
- (8)-[WBI]: *Bürgerdienst-Plattform* für wettbewerbliche Bereitstellung und Komposition
- (9)-[WBI]: *Baukasten für soziale Bürgernetze*
- (10)-[WBI]: *Schnittstellenfestlegung anhand von Prozessen-Daten-Diensten-Communities*

Nachfolgend wird auf die Handlungsfelder (7)-[WBI] bis (9)-[WBI] näher eingegangen. Handlungsfeld (10)-[WBI] wird in den Kapiteln 7 und 8 aufgegriffen, welche je eine vertikale Domäne behandeln und dabei besonders auf Prozesse und Daten (Kapitel 7) beziehungsweise Dienste und Communities (Kapitel 8) näher eingehen. Zudem sei nochmals darauf hingewiesen, dass das in Kapitel 6 diskutierte *City Information Model* die *semantische* Schnittstelle zwischen Plattform und Anwendungen bildet; die IKT-seitige Realisierung alles nachfolgend Diskutierten ist also einerseits auf Daten, Prozesse, Dienste (Funktionalität) und Communities (sowie jeweils auf zugehörige Zugriffs-Protokolle) abzubilden, andererseits in das CIM zu integrieren gemäß (10)-[WBI].

### 3.5 (7)-[WBI]: OFFENE URBANE DATEN-PLATTFORM

Bereits heute werden Daten, wie zum Beispiel Wirtschafts-, Verkehrs- und Umweltdaten, über internetbasierte Marktplätze elektronisch gehandelt<sup>25</sup>. Die Open Data-Bewegung<sup>26</sup> verfolgt die Öffnung und Nutzung von wissenschaftlichen und gemeinschaftlichen Daten, zunehmend auch von Regierungen und Öffentlicher Hand<sup>27</sup>, wodurch zunehmend umfangreiche Daten breit verfügbar gemacht werden. Als Vorreiter in Deutschland hat Berlin im September 2011 städtische Daten über ein offenes Datenportal zugänglich gemacht. Dies war ein Startpunkt für die weitere Nutzung urbaner Daten: Maschinen und/oder Personen werten diese aus, stellen Situationsberichte und Bewertungen bereit und bieten Dienste und Applikationen für eine bedarfsgerechte und/oder echtzeitfähige Steuerung in der Stadt. In der Bereitstellung, systematischen Zusammenführung, anschaulichen Darstellung und prozessorientierten Analyse historischer und aktueller Daten und Informationen liegt ein großes Potenzial für die strategische, taktische und operative Handlungsfähigkeit in der Stadt der Zukunft. Die *offene urbane Daten-Plattform* ermöglicht es, vorhandene Datenbestände und -angebote zu sichten und davon inspiriert neuartige Anwendungen zu erfinden. Entscheidend ist hier die Verschiebung der Innovation: Die „Besitzer“ der Daten stellen diese über ihren genau bestimmten Zweck hinaus zur Verfügung, so dass weitere Ideen für deren Einsatz ausgeführt werden können<sup>28</sup>. Mit der zunehmenden Durchdringung von Informationstechnik in die verschiedensten Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft treten Informationen als Gut in das Zentrum der Betrachtung. Daten und Informationen sind als Rohstoffe beziehungsweise Ressourcen einer Stadt der Zukunft zu verstehen. Bis dato sind Daten aber in der Hoheit Einzelner und damit nicht zugreifbar für andere, so dass integrierte Anwendungen und Dienste nicht realisiert werden können.

Für das Anbieten und die Integration sind technische, administrative und gegebenenfalls politische Hindernisse zu überwinden. Beispielsweise liegen Daten verteilt auf Endgeräten und Servern – zentralisierte Ansätze zur Bereitstellung der Daten verbieten sich auch aufgrund von technischen Fragen (wie Skalierbarkeit) und

aufgrund datenschutzrechtlicher Argumente. Ihr Verlust stellt für Bürger wie für Unternehmen und Institutionen ein großes Risiko dar, so dass die Daten geeignet vor Verlust oder Manipulation geschützt werden müssen. Für übergreifende Anwendungen ist zudem die Gewährleistung einer adäquaten Informationsqualität relevant, mit der je nach Anwendungsfall die erforderliche Aktualität und Verlässlichkeit überprüft werden kann. Zudem ist die Datensicherheit entsprechend der Eigentümer-/Nutzer-Verhältnisse und rechtlicher Bestimmungen zu gewährleisten.

Darüber hinaus stellen eine geeignete Filterung und Aggregation verteilter Daten und das Management von Rohdaten und aggregierten oder anderweitig vorverarbeiteten Daten technische Herausforderungen<sup>29</sup> bzgl. Ressourcenoptimierung, Servicequalität, Konsistenz und Qualitätssicherung an alle beteiligten Akteure<sup>30</sup>.

Die urbane Daten-Plattform und ihre Nutzung erfordern neben der Beherrschung ihrer technischen Komplexität auch ihre organisatorische Einbettung und Steuerung. Zum einen muss zur Vermeidung schwerwiegender Probleme das Verständnis der Zusammenhänge in der Daten-Plattform organisationsübergreifend transparent gehalten werden. Zum anderen ist die Vielfalt der Informationen sinnvoll zu aggregieren und entscheidungsunterstützend verständlich darzustellen, sowohl für professionelle Leitstellen und strategische Entscheidungen als auch für den einzelnen Bürger, und zwar für unterschiedliche Endgeräte und Verwendungsorte. Dies erlaubt die Informationsverwendung in sich stetig ändernden Lebens- und Geschäftsprozessen und ermöglicht die dynamische spontane Erfindung flexibler und intelligenter Alternativen zum vorgegebenen Schema sowie Chancen auf ein aktives Mitwirken am urbanen Leben (Open Innovation, gesellschaftliche Integration).

Eine zentrale Herausforderung besteht zudem darin, das Zusammenspiel der vielen Akteure zu organisieren. Welche Aufwände und welche Nutzeneffekte entstehen für welchen der beteiligten Partner? Wer übernimmt Verantwortung für die Lauffähigkeit, Leistungsfähigkeit und Interoperabilität von Systemen? Mit welchen Geschäftsmodellen und Dienstleistungskonzepten wird die Zusammenführung und Verwendung

<sup>25</sup> Wanner et al. 2011.

<sup>26</sup> Lapi et al. 2012.

<sup>27</sup> Sunlight Foundation 2010

<sup>28</sup> Barnickel et al. 2010.

<sup>29</sup> Both/Schieferdecker (Hrsg.) 2012.

<sup>30</sup> Maali et al. 2010.

von (Echtzeit-)Informationen gefördert und ermöglicht? Wesentliche Herangehensweisen hierfür stellen Stakeholder-Analysen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, die Gestaltung flexibler und kollaborativer Geschäftsprozesse sowie die Modellierung und Simulation von Handlungsoptionen in Stadtsystemen dar.

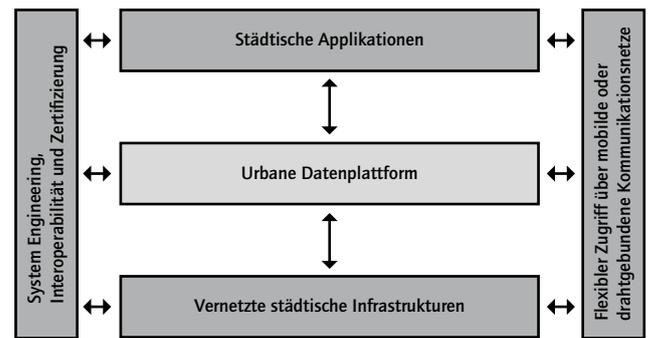
Die weitgehend statischen Stadtinfrastrukturen werden durch Sensorik, Vernetzung und Mobilkommunikation dynamisiert. Sie werden beobachtbar und bewertbar und können durch Analyse und Optimierung der Nutzungsszenarien effizienter genutzt werden. Die Stadt von morgen wird hierbei verstanden als eine Stadt mit

1. einer intelligenten Infrastruktur zur effektiven Unterstützung von Entscheidungen für Ereignisse/Prozesse in der Stadt,
2. einer integrierten Infrastruktur zur zuverlässigen Steuerung des Informationsflusses zur aussagekräftigen Interpretation von städtischen Daten und
3. einer vernetzten Infrastruktur zur Nutzung von IKT-Technologien für sichere und effiziente Dienstleistungen für den Bürger, die Wirtschaft und die Stadt<sup>31</sup>.

Wie in Abbildung 3.3 dargestellt, umfassen die Hauptkomponenten dieser neuartigen städtischen Infrastrukturen

1. Online-, mobile und kontextspezifische Applikationen basierend auf adaptiven Regelkreisen,
2. offene Plattformen zur sicheren und robusten Bereitstellung und Weiterverarbeitung von städtischen Daten und Informationen,
3. integrierte und vernetzte städtische Infrastrukturen,
4. flexible und skalierbare Zugangsnetze zu den städtischen Infrastrukturen, Daten und Informationen und
5. Entwicklungsmethoden für den Entwurf, die (Weiter-)Entwicklung und Wartung dieser IKT-basierten Systeme, Dienste und Anwendungen.

Abbildung 3.3: Daten-zentrierte Sicht der IKT-Infrastruktur einer Stadt der Zukunft



Quelle: I. Schieferdecker, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

Darauf aufbauend haben intelligente Städte insbesondere die Fähigkeit, Erkenntnisse und Modelle von sich selbst, ihren Komponenten und ihrer Umgebung durch Beobachtungen und Analyse zu generieren und zu nutzen. Diese Modelle dienen der produktiven Lösung neuer Probleme unter unerwarteten Bedingungen.

### 3.6 (8)-[WBI]: WETTBEWERBSORIENTIERTE BÜRGERDIENST-PLATTFORM

Heutige Urban Management-Plattformen folgen quasi einem planwirtschaftlichen Paradigma: Bürgerdienst-Angebote werden im Auftrag der Stadt entwickelt. Der große Schritt zu wettbewerblichen Bürgerdiensten beruht auf zwei radikalen Schritten: *angebotsseitig* ist ein „Ökosystem“ zu schaffen sowie Basisdienste und Werkzeuge als Teil einer offenen Plattform, die die schnelle und kostengünstige Entwicklung innovativer Bürgerdienste durch beliebige Teilnehmer aus der freien Wirtschaft (Innovation unter Konkurrenz in einem offenen Markt) und sogar aus der Bürgerschaft (Mikrounternehmen, Selbst- und Nachbarschaftshilfe etc.) ermöglicht; *nutzungsseitig* muss der Zugang für jeden Interessenten aus dem *Feld* möglich werden. Für den Erfolg der IKT-Plattform der Stadt der Zukunft ist es also nötig, sowohl im Bereich der effektiven Dienstsoftware-Entwicklung (inkl. offenem Zugang zu Basisdiensten) als auch im Bereich Benutzerfreundlichkeit erhebliche Fortschritte zu erzielen. Der zweitgenannte Bereich wurde insbesondere in (6)-[DICS] bereits thematisiert, deshalb sei nachfolgend die Entwicklungsunterstützung fokussiert. Entsprechende

<sup>31</sup> Schieferdecker 2010.

Systeme zielen heute auf Fachkräfte aus IT-Abteilungen beziehungsweise Softwareentwickler. Dieser Befund soll im folgenden Abschnitt noch substantiiert werden.

Was beispielsweise prozessbezogene Standards angeht, so halten größere Firmen die folgenden für relevant<sup>32</sup>: BPMN (60 %), ISO 9000 (39 %), CMM/CMMI (17 %), UML (14 %) und EPC (14 %). Davon sind BPMN, UML und EPC grafenbasiert, haben also Potenzial für einfache Nutzer, jedoch sind UML und EPC nicht automatisch in brauchbare Software überführbar und selbst BPMN<sup>33</sup> (inzwischen mit Ausführungsemantik versehen) ist aus mehreren Gründen grundsätzlich problematisch als Implementierungsbasis<sup>34</sup>. Dass deutlich einfachere, gleichzeitig eindeutig und plattformunabhängig ausführbare Modellierungsmethoden möglich sind, zeigt der Erfolg des sogenannten subjektorientierten Geschäftsprozessmanagements (S-BPM<sup>35</sup>), das bereits kommerziell verfügbar ist und dem sich inzwischen eine eigene Konferenz widmet<sup>36</sup>. Das Beispiel zeigt, dass solche sehr einfachen, alltagsnutzertauglichen Ansätze mit formalen Semantiken<sup>37</sup> gekoppelt werden können, wodurch ein hoher Automatisierungsgrad (beispielsweise für die Kopplung von Prozessfragmenten verschiedener Kleinstunternehmer, für den automatischen Einbau von Sicherheitsrichtlinien usw.) möglich werden. Ähnliche Ziele verfolgen Baukastenansätze für von Endnutzern erstellte Kompositionen<sup>38</sup>; diese unterstützen umfangreichere Dienstekomposition und Abweichungen vom idealen Prozessdurchlauf allerdings erst unzureichend.

Durch die leichtgewichtige Einbindung der breiten Bevölkerung und von Kleinstunternehmen als ernst zu nehmender Bestandteil des Wirtschaftslebens entstehen der Stadt wichtige Vorteile:

- Der Nutzungsgrad der IKT-Infrastruktur im Feld wird wesentlich erhöht.
- Die Nutzung von Fähigkeiten und Talenten im Feld wird verbessert.
- Das Verkehrsaufkommen wird durch Lokalisierung reduziert.
- Die Wertschöpfung im Feld wird erhöht durch die Erzeugung regionaler Kreisläufe.

- Neue und effektive Geschäftsmodelle und (beispielsweise C2C-)Wirtschaftsformen entstehen.
- Das Verantwortungsbewusstsein für die Infrastruktur im Feld wird genutzt.

Eine hochdynamische Service-Kultur kann nur dann entstehen, wenn Dienstanbieter ihre Dienstleistungen schnell und einfach beschreiben können, aber dennoch ein formaler Rahmen eingehalten wird, welcher die Automatisierung von Dienstkompositionen in komplexeren Zusammenhängen erlaubt. Automatisierte Komposition erfordert aber eine formale Semantik der Dienstbeschreibungen; gerade diese ist aber für Menschen schwer zu erzeugen und zu lesen. Bestehende Lösungen haben hier bisher den besten Kompromiss deutlich verfehlt: Sie waren entweder zu technisch oder zu plakativ. Im ersteren Fall müssen Experten zwischengeschaltet werden, im zweiten Fall wird die automatisierte Komposition verhindert.

Für das sogenannte Matchmaking zwischen Dienstanbieter und -nutzer ergibt sich ein sehr ähnliches Bild. Der technologische Standard, nämlich der Einsatz formaler Ontologien, ist tendenziell zu komplex für Endbenutzer; an einer maschinenlesbaren Beschreibung führt aber auch hier kein Weg vorbei, weil für Automation und damit simple Handhabung eindeutige Semantik erforderlich ist. Darüber hinaus müssen nicht nur die funktionalen und nichtfunktionalen Eigenschaften der Dienste klassifiziert werden können, sondern auch das Kommunikationsverhalten der Dienste<sup>39</sup>. Darunter versteht man das Protokoll, welches quasi spezifiziert, welche Nachricht wann gesendet beziehungsweise empfangen wird. Bestehende Ansätze decken hier entweder nicht alle konzeptionellen Anforderungen vollständig ab oder/und sind wiederum nur von Experten handhabbar.

Neben geeigneten Beschreibungen werden auch Verfahren benötigt, welche die Benutzer dabei unterstützen, aus bestehenden Diensten Mehrwertdienste zu komponieren. Eine erfolgreiche Plattform wird nicht nur eine große Menge an Diensten anbieten können; es werden für viele Dienste auch Varianten verfügbar sein. Dadurch können Kompositionsmöglichkeiten sehr schnell sehr komplex werden und Benutzer müssen dabei

<sup>32</sup> Wolf/Harmon 2012.

<sup>33</sup> Object Management Group 2011.

<sup>34</sup> Börger 2011.

<sup>35</sup> Fleischmann 2010; Fleischmann et al. 2011.

<sup>36</sup> Zum Tagungsband für 2014 siehe Nanopoulos/Schmidt 2014.

<sup>37</sup> Börger 2012; Borgert et al. 2011.

<sup>38</sup> Beispielsweise Ro et al. 2008.

<sup>39</sup> Agarwal 2007.

unterstützt werden, diese zu handhaben. Dazu wird zunächst eine deklarative Kompositionssprache benötigt, um mit einer Unterspezifikation für Kompositionen beginnen zu können. Des Weiteren muss es Aufgabe des Verfahrens sein, diese Beschreibungen auswerten zu können, unbrauchbare Lösungen auszuwählen und iterativ und approximativ durch Interaktion mit dem Benutzer diesen zur gewünschten Lösung zu führen.

### 3.7 (9)-[WBI]: BAUKASTEN FÜR SOZIALE BÜRGERNETZE

Spätestens seit dem Erfolg von Facebook™ ist die Digitalisierung zwischenmenschlicher sozialer Beziehungen fester Bestandteil von Gesellschaft und IKT-Landschaft. Soziale Online-Medien und -Netze (engl. Online Social Networks, OSN) treten derzeit in eine zweite Phase, in der die Netzbetreiber nach Diversifikation und Generalisierung streben und die Geschäftswelt OSN nicht nur als Werbeträger und Datenpool sieht, sondern gemäß ihrem Primärzweck kommerziell zu nutzen sucht.

*Generalisierung:* Systeme wie Facebook™ oder GooglePlus™ entwickeln sich zu umfassenden „Walled Gardens“, das heißt zu in sich geschlossenen (ggf. externe Inhalte „logisch“ vereinnahmenden) Plattformen, die vormalig getrennte, aber austauschbare Internet-Dienste aus einer Hand anbieten: Web-Suche, Mail und Instant Messaging (Chat), mediale Inhalte (Video, Musik), Diskussionsgruppen, Blogs und zunehmend auch Kollektionen sogenannter Apps wie von Smartphones bekannt – einschließlich Spielen. Die Kopplung sozialer Beziehungen mit Software-Funktionalität erlaubt dabei eine neue Qualität nutzerspezifischer, nicht zuletzt sozialer Anwendungen<sup>40</sup>.

*Kommerzialisierung:* Während etablierte Unternehmen und Organisationen noch die Nutzung von OSNs für gezielte Werbung, Reputationsüberwachung und einfaches Kundenbeziehungsmanagement erobern, erkennen innovative Firmen weltweit bereits erheblich weitergehendes Potenzial für netzbasierte Dienste der Zukunft<sup>41</sup>. Zukunftsweisende IKT-Plattformen für Städte sollten sich an dieser unternehmerischen Avantgarde orientieren, indem OSNs eine zentrale Rolle zugewiesen wird, die über die Rolle als Feigenblatt für das Reizthema „Bürgerpartizipation“ hinausgeht. Sie sollten die Speerspitze innovativer Konzepte

bilden, mit denen die großen Herausforderungen der Stadt der Zukunft angegangen werden.

Dabei ist es essenziell, den großen und weltweit verbreiteten OSNs keine Systeme gegenüberzustellen, die das Rad neu erfinden, sondern innovative Lösungen auf die weit verbreiteten OSNs *aufzusetzen*. Nach dem (technischen) Innovationsgrad seien drei Stufen sozialer Bürgernetze unterschieden. Stufe 1 ist dabei keineswegs „erledigt“, reicht aber als Zukunftsvision auch nicht aus.

*Stufe 1: Soziale Online-Bürgernetze als Vehikel für gewünschte soziale Bürgernetze:* Bei wirtschaftlich, politisch oder gesellschaftlich wünschenswerten Formen des Zusammenschlusses von Bürgern einer Stadt oder zwischen Bürgern und städtischer Politik/Wirtschaft können Online-Plattformen vielfältige Schranken zu überwinden (Distanz, Zeit, Alter, soziale Schicht, Herkunft usw.) und viele Abläufe zu vereinfachen und zu beschleunigen helfen. Diese erste Stufe ist weltweit – auch für die Stadtentwicklung – in vielen Projekten schon im Fokus. Defizite bestehender Ansätze sind am ehesten in der Bedienbarkeit, im Schutz der Privatsphäre<sup>42</sup> und im Grad des Zuschnitts auszumachen (generische Netze mit Zuschnitt rein durch die ausgetauschten Inhalte versus „digitaler Zuschnitt“ durch geeignete Apps, Semantik-Unterstützung, domänenspezifische Basisdienste etc.).

*Stufe 2: Stadtplanerisch veranlasste Makrodienste:* Für viele Dienste und Dienstleistungen im Zusammenspiel zwischen Stadt, Wirtschaft und Bürgern können speziell zugeschnittene soziale Online-Bürgernetze unter Zuhilfenahme dedizierter Apps und Daten-Plattformen künftig die Plattform der Wahl sein. Das schließt auch Dienste des herkömmlichen eGovernment ein, die sich bislang häufig nicht in der erhofften Breite und Funktionalität durchsetzen. Niedrige Eintrittsschwellen für Nutzer, leichte Bedienbarkeit unter anderem durch Vorkenntnisse der Nutzer aus den Basisplattformen (GooglePlus™, Facebook™ usw.), gute Medienunterstützung und Eignung für von breiten Bevölkerungsschichten akzeptierte Endgeräte (Smartphones, Web-Tablets) sind nur einige der Gründe, warum hier Fortschritte zu erhoffen sind. Außerdem können bisherige Dienste um Aspekte sozialer Netze erweitert werden, beispielsweise neue Dienste, welche kleine oder große Nutzergruppen zum Gegenstand haben, können entstehen. Prominentes Beispiel für letztere ist

<sup>40</sup> Nazir et al. 2008.

<sup>41</sup> Duschaneck 2012.

<sup>42</sup> Zheleva/Getoor 2009.

das zunehmend verbreitete Participatory Sensing, wobei Bürger „Zustände“ in der Stadt mittels mobiler Endgeräte erfassen und zur Auswertung bereitstellen. Vielfach kann die Zustandserfassung sensorbasiert weitgehend automatisch erfolgen. In vielen Städten erstellen Bürger auf diese Weise aktuelle Informationen über Lärmbelastung, Verkehrsfluss und vieles mehr. Vielfältige Innovationen sind auf diesem Feld denkbar – ein einfaches Beispiel sei zur Veranschaulichung hier gegeben: Mittels GPS- und Bewegungssensoren könnten Bürger künftig vollautomatisch auf Basis neuartiger Apps Daten über schlechten Straßenzustand melden (schlechtes Verhältnis horizontaler Beschleunigungen zu vertikaler Geschwindigkeit, Aufenthaltsort laut GPS).

*Stufe 3: Freier Markt von auf sozialen Netzen basierten Mikrodiensten:* In der dritten Stufe ist ein offener Markt anzustreben, bei dem Innovationen weniger durch das Nadelöhr stadtplanerischer Initiative begrenzt als durch wirtschaftliche und soziale Anreize getrieben werden. Als erste Näherung stelle man sich ein simples Szenario vor, das weitgehend durch heutige soziale Online-Netze schon unterstützt werden könnte: *Alice plant ein Fest gehobenen Stils, um ihr berufliches und soziales Ansehen zu heben; ihre finanziellen Mittel sind begrenzt. Sie hat weder die Zeit, die Einladungen ansprechend zu gestalten, noch den Platz, um die erhofften Gäste aufzunehmen; auch ihre Ansprüche an die gastronomische Qualität kann sie nicht selbst erfüllen. Sie sucht daher in ihrer Stadt einen Grafiker für die Einladungen, einen geeigneten Raum und das Catering.* Ausgehend von diesem Szenario sind vielfältige Möglichkeiten denkbar, um von „zufälligen“, unstrukturierten textbasierten Netzdiensten zu einer verlässlichen und vorhersagbaren Durchführung des Vorhabens zu kommen. Viele ergänzende Dienste sind dann denkbar. Als Beispiel denke man an ein Mikrounternehmen, das Dienste zur umfassenden Planung, Organisation und Durchführung von Veranstaltungen wie Parties, Jubiläen etc. anbietet und seinerseits ein soziales Netz zur Abwicklung von Unteraufträgen verwendet. Viele Aspekte kommerzieller Unternehmens-Software, wie Geschäftsprozesse, Finanztransaktionen und Bewertungsdienste zur Ermittlung der Zuverlässigkeit unbekannter Dienste, müssen in einer solchen IKT-Plattform für soziale Online-Bürgernetze in einer besonders leichtgewichtigen, für Durchschnittsbürger zumutbaren Variante angeboten werden. Aufbauend auf solchen Basisdiensten kann die Stadt vielfältige Impulse setzen, um in der Stadt neue Formen der Bürger-Vernetzung untereinander und mit der lokalen Wirtschaft und Verwaltung zu fördern.

Vier Fragestellungen seien hier noch aufgeführt als Beispiele untersuchenswerter Themen einer nationalen Förderung, die auf soziale Online-Bürgerdienste und insbesondere zugehörige Mikrodienste abzielt:

1. *Wie können Mikroservices geeignet beschrieben werden?* Einerseits muss eine solche Beschreibungsmethode wie erwähnt den technisch nicht versierten Gelegenheitsnutzern entsprechen, andererseits muss das Resultat maschinell verarbeitet werden können im Hinblick auf die nächste Frage:
2. *Wie kann die Komposition elementarer Mikrodienste zu Mehrwertdiensten leichtgewichtig unterstützt werden (Stichwort: Mashup)?* Ausgehend von maschinenlesbaren Beschreibungen (vgl. 1.) sind hier neue und automatische Ansätze denkbar.
3. *Wie kann Qualität berücksichtigt werden?* Im Zusammenhang mit Sensordaten stellt sich beispielsweise die Frage nach deren Qualität hinsichtlich Sensorgüte, Messverfahren usw. Bei Software-Diensten reicht Qualität beispielsweise von IT-Sicherheit über Privatsphärenschutz usw. bis zur Qualität der dahinter stehenden Dienstleistung.
4. *Wie ist eine wiederverwendbare Zwischenschicht zwischen spezifischen sozialen Bürgernetzen und konkret zugrunde gelegten allgemeinen OSNs zu gestalten?* Diese Schicht sollte maximale Unabhängigkeit vom zugrunde liegenden OSN schaffen und Mehrwerte (Basisdienste, Entwicklungswerkzeuge) bieten, die die Entwicklung spezifischer Bürgernetze deutlich vereinfachen.

Aus eher nichttechnischer Sicht lohnt es auch zu untersuchen, welche Arten von sozialen Bürgernetzen

- die räumliche Beschränkung auf eine Stadt als Vor- statt Nachteil nutzen können (beispielsweise weil physisches Zusammentreffen im Nachgang zur Begegnung im Cyberspace mit geringem Aufwand möglich ist) und/oder
- die Stadt als vertrauenswürdiger Mediator oder Garant eine wichtige Funktion erfüllt. Dabei sei nochmals betont, dass OSNs wie Facebook™ nicht ersetzt, sondern genutzt werden sollen, beispielsweise im Sinne spezifischen Zuschnitts von Anwendungen und der Unterstützung virtueller Sub-Netze.

Aus Sicht einer IKT-Plattform sind in diesem Zusammenhang vor allem Entwicklungswerkzeuge wünschenswert sowie Basisdienste, die oberhalb der (austauschbaren, siehe oben) basalen OSNs, aber auch unterhalb spezifischer Anwendungen

angesiedelt sind. Solche Basisdienste sind so zu gestalten, dass sie von vielen Anwendungen (Apps) verwendbar sind (das heißt eingebunden werden können) und den Entwicklungsaufwand für letztere deutlich reduzieren.

## 4. DYNAMISIERENDE INFRASTRUKTUREN

**AUTORIN:** INA SCHIEFERDECKER

**BEITRAGENDE:** MAX MÜHLHÄUSER, WALTER MATTAUCH, ARMIN WOLF, BERND BOCHOW, SEBASTIAN WAHLE, ROBERT KLEINFELD, LENA-SOPHIE MÜLLER

### 4.1 RAHMENBEDINGUNGEN

In Erweiterung der technikzentrierten Behandlung des Themas *IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft* wird zusätzlich zu den bereits diskutierten soziotechnischen beziehungsweise ökopolitischen Gegensatzpaaren Exploding City versus Transforming City und Nutzer-Deutschland versus Anbieter-Deutschland nun das politotechnische Gegensatzpaar *Optimierung* bestehender Infrastrukturen versus *Schaffung* neuer Infrastrukturen diskutiert:

Urbane Infrastrukturen sind für die *Versorgung* der Bewohner und Bewohnerinnen, der Arbeiter und Arbeiterinnen, der Angestellten, Beamten und Selbstständigen als auch der Touristen und Touristinnen und Besucher und Besucherinnen einer Stadt und ihres Umlands mit *Waren und Gütern* wie Strom, Wasser, Lebensmittel, Gas und Treibstoff wie auch mit *Diensten und Angeboten* wie Mobilität, Bildung, Kunst und Kultur etc. zuständig. Die dazu gehörende Entsorgung der entlang des Konsums der Waren/Güter und der Dienste/Angebote entstehenden Reste und Abfälle ist gleichsam zu lösen. Die dafür entwickelten Infrastrukturen wie Straßennetz, Schienennetz, Energienetz etc. sind überwiegend statischer Natur. Jedoch können die statischen Strukturen durch den Einsatz von IKT in ihrer Nutzung dynamisiert und optimiert werden. Neben der Optimierung bestehender städtischer Infrastrukturen ist die Schaffung neuer Infrastrukturen in der Stadt der Zukunft wesentlich. Einerseits können *breitbandige Festnetze und mobile Kommunikationsnetze* in heutigen und zukünftigen urbanen Regionen bereits als Selbstverständlichkeit angesehen werden. Andererseits erfordern die zu entwickelnden integrierten Prozesse und Regelkreise einer Stadt von morgen über System- und Administrationsgrenzen hinweg neue grundlegende Infrastrukturen wie *Sensornetze und Maschine-zu-Maschine-Kommunikation* zur Erfassung und Weiterleitung von Basisdaten zur Umwelt, Ver- und Entsorgungslage in einer urbanen Region, *City Data Clouds* zur Zusammenführung und Weiterverarbeitung der Daten und Informationen einer urbanen Region wie auch ein *neues Verständnis von Dienst- und Applikationsangeboten* an die verschiedenen Akteure in einer Stadt von morgen. So werden neben den Websites einer urbanen Region auch die Dienste und Applikationen auf dem digitalen Marktplatz der Stadt der Zukunft ein zentrales Element der städtischen Angebote werden.

Die vorstehenden Überlegungen motivieren den Fokus des vorliegenden Kapitels: Während in den vorausgegangenen Kapiteln neue, ergänzende IKT-Infrastrukturen einer Stadt von morgen diskutiert wurden, konzentriert sich das vorliegende auf die *Dynamisierung bis dato eher statisch verstandener Infrastrukturen* in einer Stadt von morgen *mit Hilfe* von IKT.

Die Vision integrierter, dynamisierter städtischer Infrastrukturen ist entlang einer Strategie zur Erweiterung und Wandlung bestehender Regularien, Prozesse und technischer Infrastrukturen sowie zur Förderung und Einbeziehung notwendiger Forschung in den technischen, soziotechnischen und politik- und verwaltungsorientierten Wissenschaften zu entwickeln.

#### 4.1.1 Einbeziehung technikzentrierter Aspekte

Als horizontales Fokuskapitel reflektiert das vorliegende Kapitel die in Kapitel 1 bis 3 dargelegten grundlegenden Anforderungen an IKT für die Stadt der Zukunft. Das betrifft insbesondere die Kerninfrastruktur (dynamisierbares integratives cyberphysikalisches System, DICS) gemäß Kapitel 2, aber auch die wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur (WBI). Insbesondere wird nachfolgend der Aspekt (1)-[DICS] *Dynamisierende Infrastrukturen* vertieft.

Das Konzept dynamisierender Infrastrukturen muss darüber hinaus auf dem Stand bekannter technik-zentrierter Anforderungen und Lösungen aufbauen, die quasi als Vorstufen der Dynamisierbarkeit einzubeziehen sind. Dabei sind im Kontext des vorliegenden Berichtes vor allem die folgenden herkömmlichen Anforderungen zu nennen, über welche die hier vorgeschlagene Dynamisierbarkeit wie später erläutert hinausgeht<sup>43</sup>.

*Heterogenität:* Der IKT-Plattform der Stadt der Zukunft kommt zentrale und erfolgskritische Bedeutung zu. Über die Plattform werden vielfältige Dienste realisiert, beispielsweise sicherheitskritische Dienste (Koordination von Einsatzkräften, Katastrophenmanagement<sup>44</sup>), die Infrastruktur betreffende Dienste wie Verkehrsüberwachung<sup>45</sup>, Verwaltungsdienste und Dienstleistungen von kommerziellen Anbietern<sup>46</sup>. Die Verschiedenartigkeit der erforderlichen Dienste führt zu hohen Anforderungen an die Plattform, die teilweise zueinander in Konflikt

<sup>43</sup> Vertiefend siehe auch Schieferdecker (Hrsg.) 2011; Schieferdecker 2010.

<sup>44</sup> Wiedenhöfer et al. 2011.

<sup>45</sup> McCullough et al. 2012.

<sup>46</sup> Cardoso et al. 2009.

stehen, beispielsweise bezüglich Ausfallsicherheit, Leistungsfähigkeit (Durchsatz etc.), Heterogenität („Multi-Vendor“-Ansatz), Offenheit usw.

*Skalierbarkeit/Modularität:* Vor dem Hintergrund des starken Wachstums der Exploding Cities in Entwicklungsländern<sup>47</sup> und aufgrund der Veränderungen der Transforming Cities ist es wichtig, dass sich die Plattform den sich verändernden Anforderungen anpassen kann. Um eine breite Streuung an Städten von der kleinen Gemeinde bis zur Mega-City zu unterstützen, ist es daher sinnvoll, die Architektur in jeder Dimension modular zu gestalten, so dass die jeweils benötigten Infrastruktur-Elemente städtespezifisch zu einer Gesamtlösung kombiniert werden können. Auf diese Weise sollte es auch möglich werden, urbane Aufgaben vertikal oder horizontal zu delegieren bis hin zum dynamischen Outsourcing<sup>48</sup>.

*Cloud versus lokale Systeme:* Eine logische Konsequenz der Forderung nach Skalierbarkeit ist offensichtlich die Nutzung von Cloud-basierten Lösungen<sup>49</sup>. Allerdings werden einige der Datenschutz-, Verfügbarkeits- und sonstigen Anforderungen der Stadt der Zukunft von den Cloud-Anbietern teilweise oder sogar durchgehend unzureichend erfüllt<sup>50</sup>. Daher sind Multi-Cloud-Ansätze vorzusehen sowie hybride Lösungen, bei denen Teilaufgaben in die Cloud ausgelagert sind, während Operationen auf anderen (beispielsweise sensitiven) Daten lokal abgearbeitet werden<sup>51</sup>.

*Urbaner virtueller Marktplatz:* Insbesondere die lokale Wirtschaft sollte einen Zugang zur Plattform erhalten, da dies vielfältige Chancen für die regionale Wertschöpfung eröffnet. Hierfür bietet sich ein urbaner virtueller Marktplatz an (Anregungen siehe<sup>52</sup>). Zum einen kann die Stadt über einen solchen Marktplatz Dienstleistungen (beispielsweise Verwaltung und Bürgerpartizipation<sup>53</sup>) anbieten; zum anderen können lokale Unternehmen hier ihre digitalen und physischen Dienstleistungen anbieten. Dabei sind die Dienste so zu beschreiben, dass diese automatisch und intelligent verknüpft und ersetzt werden können (siehe Handlungsfeld (8)-[WBI]).

*Interoperabilität/Offene Standards:* Die Entwicklung und Nutzung offener Standards ist wichtig für die Beschreibung sowohl der Dienste der Plattform als auch der ausgetauschten Daten. Dies kommt mehreren Zielen zugute:

1. Die Entwicklung von Diensten wird erleichtert, insbesondere dann, wenn der Standard eine weite Verbreitung findet und sich so eine hinreichende Entwicklergemeinschaft bildet.
2. Offene Standards erleichtern es Unternehmen, ihre Dienste auf verschiedenen, interoperablen Marktplätzen anzubieten.
3. Weiterhin erleichtern offene Standards die Integration von existierender, proprietärer Software, die bereits Teil der städtischen Verwaltungsstruktur ist.

#### 4.1.2 Stand der Regularien, Prozesse, Technik und Forschung

*Heute: Separierte Steuerungssysteme in der Stadt.* Die Digitalisierung der Steuerungssysteme einer Stadt hat zu leistungsstarken Lösungen in ausgewählten Bereichen wie für die Steuerung des Individualverkehrs und des öffentlichen Personennahverkehrs oder zur Versorgung einer Stadt mit Gas, Wasser, Strom, Information oder Kommunikationsmöglichkeiten geführt. Bislang wurden diese Systeme jedoch auf den jeweiligen Bereich ausgelegt. Bereichsübergreifende Szenarien, wie die Anpassung des Individualverkehrs bei Bauarbeiten in der Stadt oder die Bereitstellung einer größeren Strommenge bei Großereignissen, erfordern derzeit manuelle Arbeiten in Abstimmung mit vielen Beteiligten. Ein einfacher, automatisierter Zugriff auf die Daten und Informationen anderer Systeme ist nicht möglich beziehungsweise mit großem Aufwand verbunden.

*Morgen (1.1): Integriertes System von Systemen.* In der Stadt der Zukunft werden Steuerungssysteme der Stadt neben ihrer robusten und sicheren Ausführung auch über eine Integrations- und Informationsaustauschebene verfügen, die die Gestaltung automatisierter, bereichsübergreifender Abläufe in der Stadt ermöglicht. Dazu ist die Festlegung von gemeinsamen Informationsstrukturen, Formaten und Schnittstellen nötig. Eine wesentliche Grundlage für die Integration der Systeme ist – neben wohldefinierten

<sup>47</sup> Cohen 2004.

<sup>48</sup> Kriegel et al. 2004.

<sup>49</sup> Tcholtchev et al. 2012; Khan 2012.

<sup>50</sup> Mather et al. 2009.

<sup>51</sup> Montero et al. 2009.

<sup>52</sup> Cardoso et al. 2009.

<sup>53</sup> Erhazakis et al. 2011.

Formaten, Schnittstellen und Diensten – ein Informationsraum mit jeweils geschützten Informationsbereichen; diese sogenannte *City Data Cloud* kann von urbanen Steuerungssystemen mit Daten beliefert werden oder als Plattform zur Bereitstellung von Informationsdiensten genutzt werden.

*Heute: Proprietäre, oftmals statische Zustandsinformationen der Steuerungssysteme einer Stadt.* Möchte man sich heute beispielsweise über die Umweltlage oder die Wasserversorgung in Berlin informieren, so muss man verschiedene Informationsquellen nutzen wie die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, die verschiedenen Umweltämter der Stadtbezirke oder aber das Messnetz der Freien Universität Berlin. Die dort verfügbaren Informationen liegen größtenteils in proprietären Formaten vor. Zudem werden nur ausgewählte Informationen in Echtzeit zur Verfügung gestellt.

*Morgen (1.2): Echtzeit-Informationen in standardisierten offenen Formaten.* In der Stadt der Zukunft wird es wichtig sein, dass sich innerhalb Deutschlands Gemeinden, Städte und ihre Stadtteile, Länder und ihre Landkreise und der Bund auf standardisierte, möglichst offene Formate zur Beschreibung der verschiedenen Aspekte der technischen und sozialen Infrastrukturen einer Stadt einigen und als offene Formate konsequent einsetzen, um die Weiterverwendung von Informationen über Bereichs- und Administrationsgrenzen hinaus zu maximieren.

*Heute: Statische Planungsprozesse für Auf- und Ausbau städtischer Infrastrukturen.* Infrastrukturprojekte sind komplexen Prozessen unterworfen, die sich über Jahre, gar Jahrzehnte ziehen. In mehrstufigen Verfahren werden durch eine Vielzahl von Akteuren Planungen und Genehmigungen erarbeitet. Schwierigkeiten bereiten dabei die Verfolgbarkeit der Regularien, Entscheidungen und Entscheidungsträger von Projektanfang bis -ende. Strukturorientierte (CAD-, GIS- und 3D-) Planungsmethoden zur Erstellung entsprechender Spezifikationen werden genutzt. Jedoch fehlen dynamische Analysen bzgl. Menschen-, Versorgungs-, Entsorgungsströmen usw. in der Stadt, so dass unter Umständen am Bedarf vorbei geplante Infrastrukturen realisiert werden.

*Morgen (1.3): Simulative Planungsprozesse für städtische Infrastrukturen.* In der Stadt der Zukunft wird die Entscheidungsfindung beim Auf- und Ausbau städtischer Infrastrukturen mittels verhaltenorientierter Modellierung, simulativer Analyse und

Bewertung von Entwicklungsalternativen unterstützt. Dazu sind Modellierungstechnologien und -werkzeuge für die dynamischen Abläufe und Prozesse in einer Stadt nötig, die durch historische beziehungsweise Trendanalysen zur erwarteten Entwicklung der Stadt (beispielsweise bzgl. Bevölkerungsentwicklung, wirtschaftliche Entwicklung etc.) parametrisiert werden. Die Bewertung und die Formulierung von Entscheidungsoptionen erfordern interdisziplinäre Expertise, umfangreiches Daten- und Planungsmaterial wie auch tiefgreifendes Verständnis der natürlichen, technischen, organisatorischen und rechtlichen Bedingungen in einer Stadt, die geeignet in den Modellen zu reflektieren sind.

*Heute: Aufwendige Feedback-Prozesse zu Stand, Anforderungen und Vorschlägen bezüglich städtischen Infrastrukturen für die Akteure in einer Stadt.* Großprojekte wie der Berliner Flughafen, der Stuttgarter Hauptbahnhof oder die Hamburger Elbphilharmonie waren in jüngerer Vergangenheit der Auslöser für das Bedürfnis der Öffentlichkeit nach mehr Mitbestimmung. Bei Projekten der öffentlichen Verwaltung möchten die Bürgerinnen und Bürger immer häufiger sowohl in die Planungs- und Entscheidungsprozesse als auch in die Phase der Ausgestaltung nach der Umsetzungsentscheidung eingebunden werden. Initiativen in Deutschland wie *Frag den Staat*<sup>54</sup> oder Konzepte wie *liquid democracy*<sup>55</sup> sind Ausdruck der zunehmenden Digitalisierung von Informationsabläufen und transparenter, interaktiver und schnellläufiger Beteiligungsprozesse, die sich auch auf Städte anwenden lassen.

*Morgen (1.4): Partizipative Instrumente zu Makro- und Mikroplanungen urbaner Infrastrukturen.* Die Stadt der Zukunft wird konsequent im Miteinander von Bürgerschaft, Politik, Verwaltung und Wirtschaft weiterentwickelt werden. Schnellere Planungsverfahren und Beteiligung bedingen einander. Dazu sind IKT-basierte Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung neuer Formen nachhaltiger Einigungsprozesse und zur Kommunikation von Infrastrukturprojekten zu erarbeiten.

*Heute: Manuelle und/oder Einzelsteuerung von Infrastrukturen.* In Städten wie Berlin gibt es bereits heute Lösungen zur Verkehrslenkung entsprechend der aktuellen Verkehrslast – so werden Richtungen von Fahrspuren auf Hauptverkehrswegen stadteinwärts beziehungsweise -auswärts geschaltet. Auch die Straßenbeleuchtung wird teilweise sensorbasiert auf die Lichtverhältnisse in der Umgebung angepasst. Jedoch können aus darüber hinaus gehenden Informationen – wie

<sup>54</sup> Vgl. die Webseite, URL: <https://fragdenstaat.de/> [Stand: 15.4.2014]

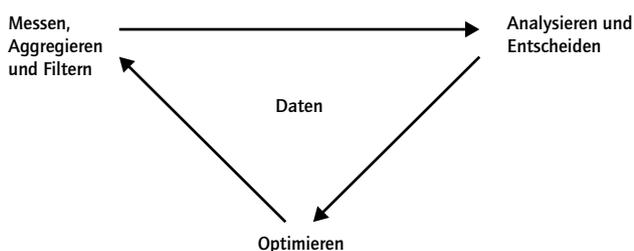
<sup>55</sup> Vgl. die Webseite, URL: [http://campaigns.wikia.com/wiki/Liquid\\_Democracy](http://campaigns.wikia.com/wiki/Liquid_Democracy) [Stand: 15.4.2014]

beispielsweise zu Großereignissen in einer Stadt – noch nicht automatisch die Erfordernisse an die Infrastruktur-Steuerung abgeleitet werden, beispielsweise im Hinblick auf eine spezielle Verkehrslenkung sowie eine spezielle Lichtgestaltung an dem Ort/den Orten des Großereignisses wie auch an den Zuführungen (im Individual- und Nahverkehr). Auch erfolgt die Steuerung für derartige Sondersituation, wenn überhaupt, manuell.

*Morgen (1.5): Automatisierte Echtzeitsteuerung in der Stadt der Zukunft.* In der Stadt der Zukunft werden Echtzeit-Daten über aktuelle Status in der Stadt und Analyseergebnisse und Hochrechnungen zur automatisierten Flexibilisierung der Konfigurationen städtischer Infrastrukturen in Echtzeit genutzt. So gelingt es, bestehende städtische Infrastrukturen effizient für eine erhöhte Mobilität, stabile Energieversorgung etc. zu nutzen.

Die zunehmende Dynamisierung bis dato vorrangig statisch genutzter urbaner Infrastrukturen ist ein wesentliches Element bei der Entwicklung der Städte von morgen. Kern einer Dynamisierung städtischer Infrastrukturen ist die Realisierung systemspezifischer und systemübergreifender Steuerkreise, wie in Abbildung 4.1 dargestellt.

Abbildung 4.1: Datenbasierter Regelkreis für die Beobachtung, Analyse und Optimierung städtischer Infrastrukturen



Quelle: I. Schieferdecker, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

#### 4.1.3 IKT-Werkzeuge für die Steuerung dynamisierter Infrastrukturen

Die Einschätzungen zum Stand der Steuerungsmöglichkeiten in heutigen Städten und zu den Erfordernissen in der Stadt der Zukunft zur Realisierung solcher Regelkreise führen zu fünf Handlungsfeldern für die IKT-basierte Integration und Dynamisierung städtischer Infrastrukturen (IDSI-Handlungsstränge): Da diese Handlungsfelder wie in 4.1.1 ausgeführt

dem Handlungsfeld (1)-[DICS] zuzuordnen sind, werden sie als Unterpunkte von Punkt 1 eingereiht:

#### IKT-basierte Integration und Dynamisierung städtischer Infrastrukturen [IDSI]:

(1.1)-[IDSI]: *Systemübergreifende Integration der Steuerungssysteme*

(1.2)-[IDSI]: *Echtzeit-Informationen zu städtischen Infrastrukturen*

(1.3)-[IDSI]: *Simulation städtischer Infrastrukturen*

(1.4)-[IDSI]: *Partizipative Makro- und Mikroplanung*

(1.5)-[IDSI]: *Automatisierte Echtzeit-Steuerung*

#### 4.1.4 Auslöser für die Rekonfiguration von Infrastrukturen

Die Steuerung der städtischen Infrastrukturen wird durch drei Klassen von Ereignissen ausgelöst:

- *Technische Ereignisse:* Einzelereignisse, multiple Ereignisse beziehungsweise Ereignisketten
- *Organisatorische Ereignisse:* Prozesserfordernisse
- *Politische Ereignisse:* Bürgerwillen, parlamentarische Entscheidungen, Gesetzeslage auf deutscher, europäischer oder internationaler Ebene

Dabei sind ein Vokabular und eine Menge an Mustern zu entwickeln, die die Ereignisse zur Steuerung in der Stadt fachlich erfassen und in Relation zueinander stellen. Die Vielfalt der Steuerungsebenen, Akteure und Aktionsmuster führt zu einem weiteren IDSI-Handlungsstrang, um Strukturen, Prozesse und Rekonfigurationsoptionen methodisch und bereichsübergreifend erfassen zu können:

(1.6)-[IDSI]: *Modellierung der Prozesse und dynamischen Abläufe in der Stadt*

#### 4.1.5 Optionen für die Steuerung dynamisierter Infrastrukturen

Städtische Infrastrukturen können in verschiedenen zeitlichen Reaktionsstufen dynamisiert werden, wobei es bei dieser Betrachtung unerheblich ist, ob die Steuerung manuell oder automatisiert erfolgt:

- Rückblickende Bewertungen unter Nutzung von Echtzeit-Monitoring und Post-mortem-Analysen
- Echtzeit-Bewertungen und vorausschauende Infrastruktur-Rekonfiguration mittels Echtzeit-Analyse

- Echtzeit- Infrastruktur-Rekonfiguration mittels Echtzeitsteuerung

Die Auswahl einer passenden Reaktionsstufe hängt von der zu dynamisierenden Infrastruktur ab, insbesondere von der zeitlichen Granularität der Steuerung dieser Infrastruktur und der Kritikalität derselben ab. Beispielsweise kann der öffentliche Nahverkehr ortsbezogen bei Großereignissen stündlich, bei Reparatur- und Umbauarbeiten täglich bis wöchentlich und bei Sommer-Winter-Wechseln monatlich angepasst werden. Eine Sammlung von Lösungsmustern für die Dynamisierung von städtischen Infrastrukturen sollte erarbeitet werden, so dass Lösungen für andere Städte weiterverwendet werden können.

(1.7)-[IDSI]: *Sammlung von Lösungsmustern für die Dynamisierung städtischer Infrastrukturen*

## 4.2 DETAILS ZUR DYNAMISIERUNG STÄDTISCHER INFRASTRUKTUREN

Im Nachfolgenden werden die identifizierten Handlungsstränge für dynamisierte städtische Infrastrukturen näher erläutert. Die optimierte Nutzung dynamisierter Infrastrukturen erfordert die Entwicklung einer öffentlichen IT zur Beobachtung, Analyse, Bewertung und Optimierung der Infrastrukturen. Diese ist das Rückgrat für die Integration und Vernetzung städtischer Infrastrukturen und der Stadtssysteme. So formulierte Emer Coleman, Director of Digital Projects, London, im Oktober 2011: „Cities need a digital infrastructure to drive innovation in services and the economy.“<sup>56</sup>

### 4.2.1 (1.1)-[IDSI]: Systemübergreifende Integration der Steuerungssysteme für städtische Infrastrukturen

Für die systemübergreifende Integration von Steuerungssystemen in der Stadt werden neben den organisatorischen und legislativen Rahmenbedingungen standardisierte urbane Maschinen-zu-Maschinen-Plattformen (M2M) benötigt, wie sie unter anderem bei ETSI<sup>57</sup> konzipiert werden. Eine generische M2M-Plattform soll als Vermittler zwischen verschiedenen

Steuerungssystemen agieren und ein nahtloses Kommunikationsmanagement zwischen öffentlicher IT, Endgeräten, Sensoren und Aktuatoren ermöglichen. Hierdurch entstehen neue Möglichkeiten für die Nutzung von zuvor isolierten Systemen und Anwendungen, die nun die Grundlage für neue Geschäftsmodelle bilden. So können zum Beispiel Umweltdaten mit aktuellen Messwerten innerhalb von Gebäuden kombiniert werden, um eine effiziente und automatische Steuerung von Heiz- und Lüftungssystemen zu gewährleisten. Mit einer einheitlichen M2M-Kommunikationsinfrastruktur sind solche und viele andere Anwendungen sowohl für den privaten als auch für den industriellen Sektor realisierbar. Technologie-, Protokoll- und Systemheterogenität werden dabei mittels Gateways beziehungsweise Network Interworking Proxies überwunden. Auf den höheren Ebenen der Dienste und Anwendungen ist die Semantik der Funktionen und Informationen relevant. Das Mapping auf konkrete Infrastrukturen und ihre Technologie übernehmen Adaptionen in der M2M-Plattform.

### 4.2.2 (1.2)-[IDSI]: Echtzeit-Informationen zu städtischen Infrastrukturen

Wie in Abbildung 4.2 gezeigt, nimmt die Wertschöpfungskette in der Stadt der Zukunft ihren Anfang mit der Bereitstellung von Live-Daten über Sensoren, die an die offene urbane Daten-Plattform angeschlossen sind<sup>58</sup>. Die Sensoren können dabei in den städtischen Infrastrukturen platziert sein, aber ebenso virtuelle Sensoren in sozio-technologischen Infrastrukturen sein. Aufbauend auf den Basisdaten werden Daten semantisch erfasst (Linked Data), aggregiert, fusioniert und ausgewertet (Smart Data Analytics), Ereignisse erkannt und weiterverarbeitet (Complex Event Processing).

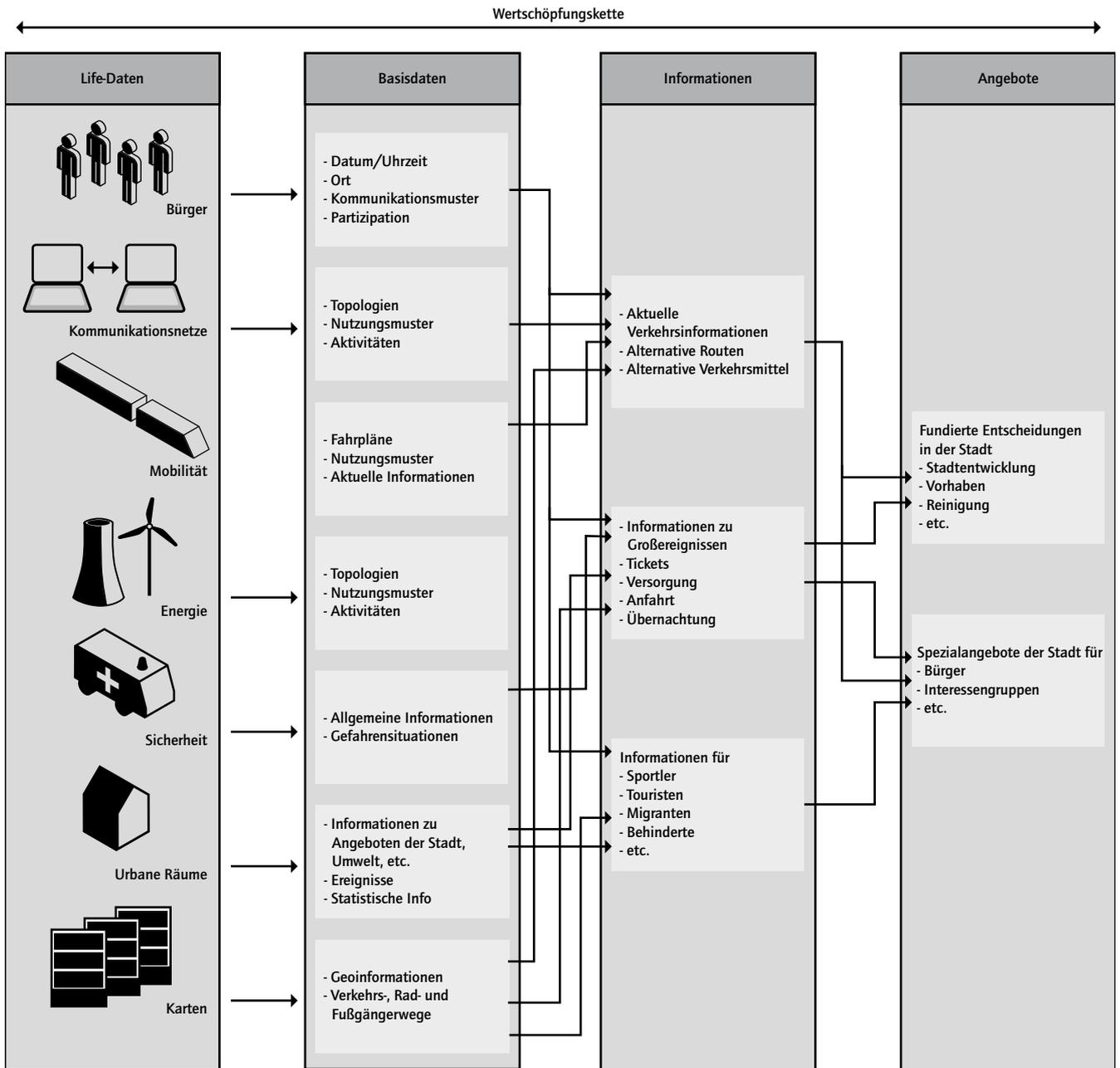
So werden viele verschiedene vertikale Anwendungsbereiche in der Stadt der Zukunft, wie Facility Management, Logistik, Traffic Management etc., mit aktuellen, zielgerichteten Informationen versorgt. Offene und standardisierte Formate und Schnittstellen unterstützen dabei Entwickler und Integratoren beim Zugriff auf zentrale und verteilte Informationen zur Verwertung in Anwendungen.

<sup>56</sup> The Climate Group 2011, S.30.

<sup>57</sup> Vgl. ETSI Technology Cluster M2M: Machine to Machine Communications, URL: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/m2m> [Stand: 15.4.2014].

<sup>58</sup> Vgl. The Climate Group 2011, S. 31ff.

Abbildung 4.2: Wertschöpfungskette bei ‚Real-Time Rome‘



Quelle: I. Schieferdecker, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

#### 4.2.3 (1.3)-[IDSJ]: Simulation städtischer Infrastrukturen

Die Steuerungssysteme der städtischen Infrastrukturen sind an sich komplex und miteinander vielfältig verknüpft, so dass Änderungen an einer Stelle wesentliche, wenn nicht gar

katastrophale Auswirkungen an anderer Stelle haben können. Die dahinter stehenden Fragen der mehrdimensionalen Optimierungen erfordern Abwägungen zu den Zielfunktionen und Prioritäten der Steuerungssysteme wie auch ein tiefgreifendes

Verständnis der Strukturen, Abläufe und Abhängigkeiten der Steuerungssysteme. Dazu passende Metriken sind zu entwickeln.

Im internationalen Umfeld wurden umfangreiche, ausgefeilte und miteinander verflochtene Indikatoren erarbeitet.<sup>59</sup> Deren Umfang und Verflechtung deuten auf den Bedarf nach bereichsübergreifenden Simulationen und Optimierungen im öffentlichen Raum hin. Auf einer ganzen Reihe von Web-Seiten werden Simulationsmodelle – zum Teil als Bestandteil von Serious Games oder Datenvisualisierungs- und Entscheidungsfindungssystemen – mehr oder minder ausschließlich vor dem Hintergrund komplexer Problemstellungen der Stadt der Zukunft vorgestellt<sup>60</sup>. Ihre Notwendigkeit lässt sich am Beispiel der Energieversorgung gut erläutern: Durch die Förderung alternativer Energieversorgungssysteme und die Regionalisierung der Energieerzeugung nehmen Wettbewerb und Flexibilität zu. Verbraucher erreichen mehr Unabhängigkeit und erhebliche Kostenersparnis, wenn es gelingt, Energie effizienter zu nutzen und selbst Energie zu erzeugen: private Haushalte werden – durch das Einspeisen von selbst erzeugtem, überschüssigem Strom in das intelligente, europaweit vernetzte Stromnetz – zu Energieproduzenten. Wie auch bei der Kommunikation, erlebt der Energiesektor somit einen Evolutionsschub durch die Einbeziehung der Bürger und regionalen Unternehmen und den damit einhergehenden Wandel vom passiven Verbraucher zum aktiven Partner bis hin zum Energieerzeuger. Für die integrierte Optimierung von Erzeugung, Speicherung, Transport und Verbrauch – insbesondere zum Angleich von Energieproduktion und Bedarf, werden derzeit Simulationsumgebungen entwickelt. Sie sind mit Analysen zur eMobilität, Verkehrsführung, Nachhaltigkeit etc. zu kombinieren.

#### 4.2.4 (1.4)-[IDS]: Partizipative Makro- und Mikroplanungen

Bei Partizipation geht es darum, dass Verwaltungen die Beteiligung der Gesellschaft an öffentlicher Arbeit und Entscheidungsprozessen durch verschiedene Methoden und Werkzeuge verbessern. Werden Ideen und Hinweise aus dem Kreis der Gesellschaft aufgenommen und für die Verwaltungsarbeit genutzt, kann dies zu einer Verbesserung der Entscheidungen und Dienstleistungen von Regierungen und Verwaltungen führen. Ein Kulturwandel findet statt, wenn Regierungen und Verwaltungen sich bewusst für die Aufnahme neuer Ideen, Anregungen und das Wissen der

Öffentlichkeit öffnen<sup>61</sup>. Dass Bürger und weitere Akteure von öffentlichen Stellen in Prozesse einbezogen werden, geschieht teilweise bereits seit Jahrzehnten, gerade in Verwaltungsbereichen mit formell gestalteten Beteiligungsverfahren. Die Form der Mitwirkung kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein: von einer Befragung der Bürger in Form einer (E-)Konsultation zu einem Themenbereich (zum Beispiel einem Gesetzgebungsvorhaben) über eine Mitgestaltung der Haushaltsaufstellung im Rahmen sogenannter Bürgerhaushalte bis hin zur Übernahme der Entscheidungsverantwortung durch Bürger z. B. im Rahmen von Quartiersmanagementfonds (solche werden beispielsweise in Berlin eingesetzt)<sup>62</sup>.

Effizienzvorteile durch eine bessere Zusammenarbeit können dann gehoben werden, wenn Geschäftsprozesse und Verfahren ganzheitlich von Anfang bis zu Ende gedacht werden, das heißt beispielsweise von der Antragstellung bis zur Erstellung des Bescheids, und dieser Prozess elektronisch unterstützt und womöglich automatisiert wird, um Aufwände zu reduzieren. Medienbruchfreie Prozessketten zwischen Verwaltungseinheiten wie auch zu Bürgern und Unternehmen zu realisieren, ist immer noch eine Herausforderung, da die IT-Systeme in den Verwaltungen sehr heterogen und häufig in sich geschlossen sind und oft keine offenen Schnittstellen bereitstellen. Teilweise sind Prozesse gar überhaupt noch nicht digitalisiert.

Eine wesentliche technische Herausforderung ist daher der Aufbau entsprechender prozessorientierter Infrastrukturen, die unterschiedliche, rechtlich selbstständige Verwaltungen sowie private Akteure und deren IT-Systeme miteinander verbinden können und sowohl einen einfachen Daten- und Informationsaustausch als auch die Interaktion und Beteiligung auf lokaler, regionaler und überregionaler Ebene für die benötigten Mikro- und Makroplanungen ermöglichen.

#### 4.2.5 (1.5)-[IDS]: Echtzeit-Steuerung in der Stadt der Zukunft

Sobald Rekonfigurationen urbaner Steuerungssysteme entschieden sind, sollten sie zeitnah umgesetzt werden. Der Übergang von heutigen im Wesentlichen semi-automatisierten Einzelsteuerungen zu integrierten bereichsübergreifenden Steuerungssystemen erfordert aufgrund der damit möglichen

<sup>59</sup> Vgl. [http://ww2.unhabitat.org/programmes/guo/guo\\_indicators.asp](http://ww2.unhabitat.org/programmes/guo/guo_indicators.asp), <http://www.archive.iclei.org/index.php?id=801>, <http://cityindicators.org/> [Stand jeweils: 15.4.2014].

<sup>60</sup> Vgl. <http://www.urbansim.org/Main/WebHome>, <http://www-01.ibm.com/software/solutions/soa/innov8/cityone/>, <http://www.connectedurbandevelopment.org/toolkit>, <http://dt.asu.edu/> [Stand jeweils: 15.4.2014].

<sup>61</sup> Beispiele und Ansätze siehe Klessmann et al. 2012; Lee/Kwak 2012.

<sup>62</sup> Vgl. die Webseite, URL <http://www.quartiersmanagement-berlin.de/Quartiersfonds.2741.0.html> [Stand: 15.4.2014].

und nötigen Regelungsgüte die Umstellung der Steuerungssysteme auf erheblich höhere Rechenleistungen, Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit als bisher und absehbar möglich ist. Die dafür nötige systemübergreifende Steuerungslogik wird vom Menschen entworfen und kontrolliert und ermöglicht die Automatisierung als übergreifenden und integralen Bestandteil der Stadt der Zukunft (Smart City Automation).

#### 4.2.6 (1.6)-[IDS]: Modellierung der Prozesse und dynamischen Abläufe in der Stadt

Für die prinzipielle Lösung der Dynamisierungsherausforderungen städtischer Infrastrukturen sind nicht nur das gemeinsame Verständnis und die Interpretation der Daten (Formate und Inhalte), der Schnittstellen und Dienste der offenen urbanen Daten-Plattform und der urbanen Steuerungssysteme nötig. Darüber hinaus sind Modellierungskonzepte, -methoden und -werkzeuge für die Erfassung, Dokumentation, Analyse und Bewertung städtischer Infrastrukturen erforderlich. In Analogie zu Open Distributed Computing (ODP, einem Framework für verteilte, vernetzte Systeme) oder SysML (System Modelling Language, einem Framework für eingebettete und cyberphysikalische Systeme) ist ein Framework für die Modellierung urbaner Strukturen, Prozesse und Entscheidungen notwendig<sup>63</sup>.

Für die Modellierung der städtischen Infrastrukturen ist eine über die einzelnen Fachlichkeiten hinausgehende Modellierungsmethodik zu entwickeln, die die Darstellung der Schnittstellen der städtischen Infrastrukturen, der Abläufe in diesen und die Abhängigkeiten untereinander wie auch die Stellgrößen, (mögliche) Konfigurationen und Ereignisse und Bedingungen, die zu einer Rekonfiguration führen können, ermöglicht. Zudem sind qualitative und quantitative Bewertungsmöglichkeiten (Metriken, Muster, Smells) zu erarbeiten, um Verifikation und Validierung dieser Modelle zu ermöglichen.

Diese integrierten IT-Modelle der Stadt der Zukunft sind eine wesentliche Grundlage für die Verarbeitung von Informationen zur Dynamisierung der städtischen Infrastrukturen. Auch wenn derzeit proprietäre Modelle für ausgewählte Einzelaspekte genutzt werden, da eine integrierte Betrachtung die Modellierungs- und Berechnungsmöglichkeiten übersteigt, so muss doch das Ziel einer integrierten städtischen Modellierung (CityDNA<sup>64</sup>) angegangen werden.

#### 4.2.7 (1.7)-[IDS]: Sammlung von Lösungsmustern für die Dynamisierung von städtischen Infrastrukturen

Städte wie auch ihre jeweiligen Good und Bad Practices bei der Dynamisierung von städtischen Infrastrukturen unterscheiden sich. Dennoch gibt es Charakterisierungen und Klassifikationen von Städten und urbanen Infrastrukturen, die Vergleiche und Analogiebetrachtungen zulassen. Um die Erfahrungen anderer nutzen zu können, müssen sie codifiziert und ausgetauscht werden. So sind Vorlagen/Muster für die Beschreibung und Bewertung der Lösungen nötig, um die Erfassung und Übertragung von Lösungen auf andere Städte zu erleichtern.

### 4.3 DYNAMISIERTE STÄDTISCHE INFRASTRUKTUREN: BEISPIELE

In diesem Unterkapitel werden ausgewählte Beispiele für die Dynamisierung städtischer Infrastrukturen diskutiert.

#### 4.3.1 Dynamisierung von Energienetzen – Energiemanagement für Smart Cities

Die Energiewende und die ambitionierten Ziele zur CO<sub>2</sub>-Reduktion stellen gerade die Wohnwirtschaft in urbanen Strukturen vor die große Herausforderung, ihren Wohnungsbestand möglichst energieeffizient und dabei kostengünstig aus- beziehungsweise aufzurüsten. Diese Aufgabe ist meist nur beim Neubau von Wohnanlagen ideal zu erfüllen, da die Maßnahmen des Dichtens und Dämmens aufeinander abgestimmt sein müssen, um effektiv zu sein (zum Beispiel Vermeidung von Schimmelbildung). Bei den großen Altbeständen – insbesondere solchen, die unter Denkmalschutz stehen – sind entsprechende Maßnahmen meist nur eingeschränkt realisierbar, so dass insbesondere hier über eine bessere „intelligente“ Energieversorgung nachzudenken ist, die einerseits die CO<sub>2</sub>-Emission verringert und die Netzstabilität nicht gefährdet.

Neben der Erhöhung der Energieeffizienz schlummern gerade in urbanen Strukturen hohe Potenziale zur effektiveren Nutzung von Energie, bei der insbesondere thermische, aber auch elektrochemische Speicher eine wesentliche Rolle spielen können, so dass letztlich die energetischen Lasten in Haushalten besser auf die stark schwankende Erzeugung

<sup>63</sup> Floch 2011.

<sup>64</sup> Fink 2011.

gerade erneuerbarer Energien abgestimmt sind. Neben dezentralen Ansätzen, in denen Wohnanlagen als „Micro-Grid“ von „Prosumern“ zumindest einen Teil ihres Energiebedarfs selbst erzeugen, sind zentrale Ansätze möglich, in denen die Energielieferanten zu Servicedienstleistern zum Beispiel für die Klimatisierung von Gebäuden werden. So können beispielsweise die heutigen Lieferanten von Fernwärme, die gegenwärtig die Bereitstellung bestimmter Kontingente von warmem Wasser für ihre Vertragspartner garantieren und die Temperaturregelung den Nutzern überlassen, zukünftig zu Servicedienstleistern werden, die die Regelung der Temperatur durch Nutzung von Sensorik und IKT-Infrastrukturen für ihre Kunden übernehmen. Vorteil dieses Vorgehens ist, dass ein solcher „Klimadienstleister“ auf Grundlage von Prognosedaten für Energie-Verbrauch und -Erzeugung die adäquate Erzeugung von Wärmeenergie besser optimieren kann, weil er auf mehr Stellgrößen Einfluss hat. Lastspitzen lassen sich insbesondere durch Nutzung thermischer Speicher besser vermeiden, Lasten können auf Tageszeiten verschoben werden, in denen vermehrt erneuerbare Energie zur Verfügung steht.

Bei dezentralen Ansätzen kann eine Wohnanlage insbesondere durch Kombination lokal erzeugter erneuerbarer Energie mittels Solar- und Photovoltaik(PV)-Anlagen oder Vertikal-Windrädern mit energetischen und thermischen Speichern, aber auch mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Wärmepumpen zumindest einen Teil ihres Energiebedarfs decken und somit Bedarf, Erzeugung und Pufferung durch Einsatz guter Prognosen und eines IKT-gestützten Managements optimal aufeinander abstimmen und dynamisch anpassen. Dabei kann der Bezug von externer Energie, aber auch die Einspeisung lokal erzeugter Energie auf die Dynamik der externen Energienetze so abgestimmt werden, dass die Netzstabilität gewährleistet bleibt – gemäß dem Motto „think global, act local“.

Dies zeigt, dass man nur mit geeigneten Prognoseverfahren und adaptiven Managementsystemen bei zentralen, aber auch bei dezentralen Ansätzen zur Energieversorgung der Dynamik gerade durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energie in komplexen urbanen Strukturen gerecht werden kann und sich damit die Nutzung fossiler Energie und folglich der CO<sub>2</sub>-Eintrag reduzieren lässt.

#### 4.3.2 Dynamisierung von Verwaltungsdiensten im eGovernment

Unter eGovernment wird allgemein die elektronische Unterstützung von Informationen und Prozessen in und zwischen öffentlichen Verwaltungen und Organen (den Kommunen, Landkreisen, den Ländern und dem Bund) sowie zwischen diesen Verwaltungen beziehungsweise Organen und Bürgern, Unternehmen und anderen Organisationen (zum Beispiel Vereinen) verstanden. Das Ziel des eGovernment ist die „*Abwicklung geschäftlicher Prozesse im Zusammenhang mit Regieren und Verwalten (Government) mit Hilfe von IKT.*“<sup>65</sup> Hinter dieser Definition verbirgt sich eine Vielzahl unterschiedlicher elektronischer Verwaltungsdienste, deren gemeinsames Ziel es ist, Beiträge zur Modernisierung der Verwaltung und zum Bürokratie-Abbau, aber auch zu höherer Bürger-Partizipation und zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu leisten. Die über den Status quo hinausgehenden Möglichkeiten einer Dynamisierung des eGovernment sollen nachstehend entlang der üblichen Kategorisierung der Dienste in Informationsdienste, Kommunikationsdienste, Transaktionsdienste und Integrationsdienste dargestellt werden.

*Dynamisierung von eGovernment-Informationsdiensten:* Die heutigen eGovernment-Informationsdienste bieten grundlegende oder spezifische Informationen aus dem Verwaltungsbereich über das Web, angefangen von Öffnungszeiten und Telefonverzeichnissen der Behörden bis hin zu Protokollen von Ausschuss-Sitzungen, die zum Download bereitgestellt werden. Die bereitgestellten Daten sind in der Regel statisch und entsprechen einer restriktiven Auswahl, wobei ein stärkeres Ausmaß an Informationszugängen schon seit Langem zu den politischen Anforderungen an das eGovernment gehört<sup>66</sup>. Die jüngeren Ansätze, über die Entwicklung und Umsetzung von Open Government-Strategien<sup>67</sup> ein möglichst breites Spektrum an Daten der öffentlichen Verwaltung Dritten zur Weiterverwendung zur Verfügung zu stellen, scheinen gute Aussicht auf Erfolg zu haben. Damit soll nicht nur der Datentransparenz besser Genüge getan werden, sondern es soll vor allem eine weitergehende Nutzung der Daten stimuliert werden, was auch den Verwaltungen eine höhere Effizienz und eine erweiterte Nutzung verspricht. Andererseits müssen an die Bereitstellung von Daten durch die öffentliche Verwaltung zahlreiche Qualitätskriterien gestellt werden, so beispielsweise ein

<sup>65</sup> von Lucke/Reinermann 2000, S. 1.

<sup>66</sup> Deutscher Gewerkschaftsbund 2004.

<sup>67</sup> Both/Schieferdecker (Hrsg.) 2012.

möglichst direkter Zugriff auf die Rohdaten. Dies wiederum erfordert die Realisierung spezifischer Sicherheitskonzepte in den Systemen. Perspektivisch sind aber eine Vielzahl neuer nützlicher Dienste für Bürger und Unternehmen und ein deutlich höheres Maß an Transparenz über die städtischen Angelegenheiten zu erwarten, beispielsweise über aktuelle Informationen zu öffentlichen Bau- und Reparaturvorhaben oder Informationen über die Binnenbewegungen und andere Entwicklungen in der Stadt.

Eine zweite Möglichkeit zur Dynamisierung der eGovernment-Informationendienste wird zukünftig darin bestehen, die in den städtischen Infrastrukturen über IKT-Komponenten neu gewonnenen Echtzeit-Daten auszuwerten und darauf aufbauende Dienste zu generieren. In der Verknüpfung des „Internet der Dinge“ mit dem eGovernment lässt sich eine Vielzahl neuer Szenarien zur Information von Bürgern entwickeln. Erste Beispiele in diese Richtung sind etwa Informationen zur aktuellen Parksituation (Transfer und Mashup von Parkhausdaten) oder zur Katastrophenwarnung<sup>68</sup>.

*Dynamisierung von eGovernment-Kommunikationsdiensten:* Diese Dienste entlasten das reguläre (analoge) Kommunikationsaufkommen zwischen Bürger und Verwaltung insbesondere bei einfachen Vorgängen, indem beispielsweise Antragsformulare heruntergeladen, manuell ausgefüllt und dann unterschrieben abgegeben werden. Eine wesentliche Barriere für die Kommunikation zwischen Bürgern beziehungsweise Unternehmen und Verwaltung war bisher die Absicherung der Rechtsgültigkeit in der Kommunikation. Hier konnten durch die Entwicklung von eIdentity-Verfahren wichtige Fortschritte erzielt werden. Mit Hilfe von elektronischen Signaturen (Authentifizierung) und Verschlüsselungstechnologien (Sicherung des Kommunikationskanals) ist jetzt die Online-Authentifizierung mit dem neuen Personalausweis (nPA<sup>69</sup>) oder das rechtssichere Versenden von E-Mails (zum Beispiel über De-Mail) möglich. Für eine bruchfreie Integration solcher Lösungen in den Alltag der Bürger und in die Organisation der Behörden sind aber noch weitere Entwicklungsschritte nötig.

Insbesondere ist zu erwarten, dass zukünftig die Nutzung von Kommunikationsdiensten durch soziale Communities und

Web 2.0-Technologien für ein erhebliches Dynamisierungspotenzial im eGovernment sorgt<sup>70</sup>. Ein eindrucksvolles Beispiel für die Potenziale dynamischer Kommunikationsdienste ist das kooperative Anliegen- und Beschwerdemanagement (zum Beispiel „FixMyCity“). Vergleichbare Lösungen können zukünftig auch für Ideen-Wettbewerbe (zum Beispiel zur Nachnutzung freier werdender Flächen), für die Organisation von Bürgerbegehren, für die Realisierung von „Bürgerhaushalten“ oder für andere partizipative Anwendungsszenarien genutzt werden und zu neuen Formen der alltäglichen Kommunikation zwischen Bürger und Amt führen.

*Dynamisierung von eGovernment-Transaktionsdiensten:* Transaktionsdienste ermöglichen eine komplette Automatisierung von Amtsvorgängen, wobei der Dienst dabei jeweils einen konkreten Prozessschritt abdeckt. Die Transaktionsdienste sind durchaus heterogen und reichen von formularbasierten Interaktionen (wie zum Beispiel bei der elektronischen Steuerklärung ELSTER) über die automatische Zustellung elektronischer Bescheide, Lizenzen und Genehmigungen bis hin zu eCommerce-Lösungen. Transaktionsdienste haben damit ein erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung, sowohl für Bürger und Unternehmen, vor allem aber auch für die Verwaltungen.

Zwar werden heute bereits für eine Vielzahl an Lebenslagen eGovernment-Lösungen angeboten, aber nur die wenigsten davon lassen sich bereits über Transaktionsdienste bedienen. Referenzarchitekturen für die Realisierung von Transaktionsdiensten sind bereits vor einigen Jahren beschrieben worden<sup>71</sup>, eine Dynamisierung dieses Bereiches ist nun in erster Linie in der schrittweisen Transformation bisheriger Fachverfahren in webfähige Dienste und deren Bereitstellung über Service-Plattformen zu sehen. Voraussetzung für den Einsatz von Transaktionsdiensten sind prozessorientierte Architekturen und die mühevoll definierten Prozesse in den Verwaltungen sowie an deren Schnittstellen zu Wirtschaft und Gesellschaft. Beispielsweise wird im Projekt „GoBerlin“ ein auf Cloud-Technologien basierender sicherer und vertrauenswürdiger Dienste-Marktplatz entwickelt. Auf dieser Service-Plattform sollen die Dienste aber nicht nur von den Behörden erbracht werden, sondern auch Unternehmen können Transaktionsdienste entwickeln und als Leistung über die Plattform anbieten.

<sup>68</sup> Fraunhofer-Gesellschaft 2011.

<sup>69</sup> Fromm/Höpner 2010.

<sup>70</sup> Charalabidis et al. 2011.

<sup>71</sup> Vgl. frühe Versionen des unten diskutierten SAGA-Standards: Bundesministerium des Innern (Hrsg.) 2003.

Transaktionsdienste lassen sich andererseits zukünftig auch durch RFID-Chips, Sensoren und andere Technologien des Internet der Dinge realisieren. So wird derzeit im EU-Projekt OUTSMART an einer Lösung für die städtische Abfallbeseitigung der Zukunft gearbeitet, wobei die Müllcontainer ihren Füllungsstatus an das System melden und diese Informationen die Entsorgungspläne der Stadtreinigung mit steuern.

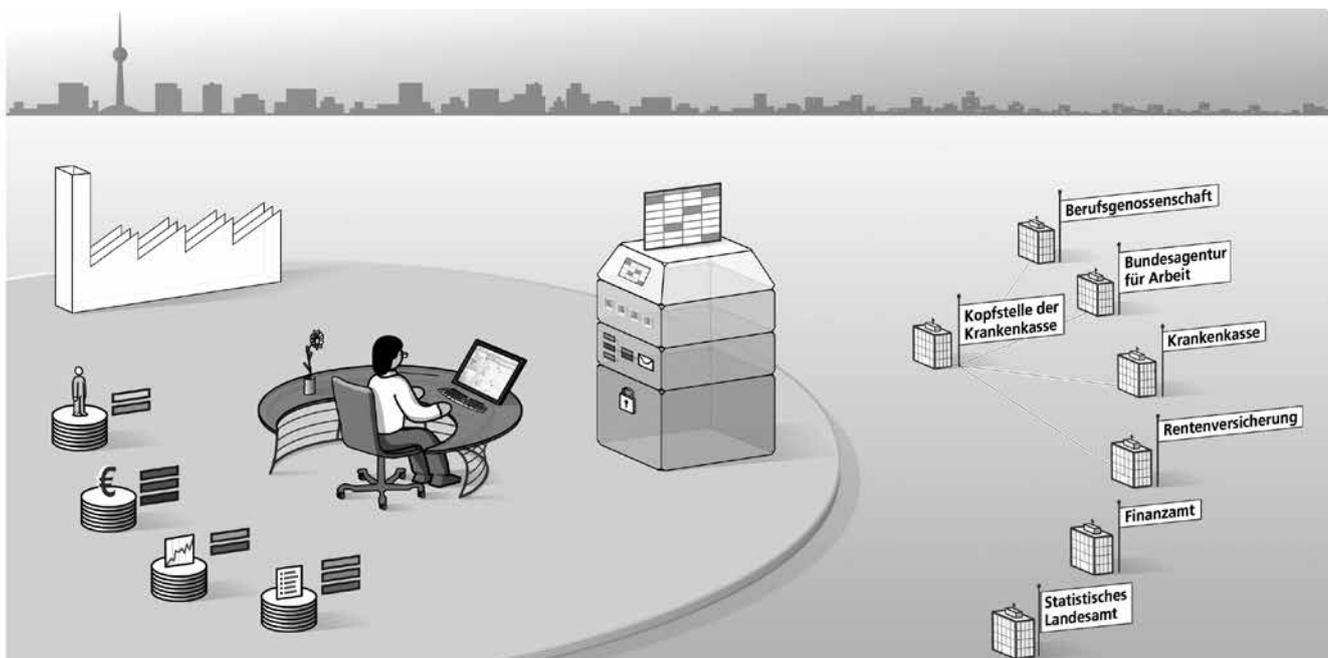
*eGovernment-Integrationsdienste* gehen noch einen Schritt weiter, indem sie einzelne Transaktionsdienste modular zu Prozessketten verknüpfen. Die Interaktion der Dienste erfordert einen hohen Grad an Interoperabilität auf der Daten- und auf der Prozessebene. Beispielsweise ermöglichen eGovernment-Integrationsdienste einen konsistenten Zugriff auf Datenbanken oder eine Konsistenzprüfung von Angaben. Sie regeln aber auch die Kommunikation zwischen der Behörde und ihrer Außenwelt. Eine wichtige Voraussetzung für eGovernment-Integrationsdienste sind Standards für Speicherung, Sicherheit und Datenaustausch. Solche Standards sind für Bundesbehörden in SAGA<sup>72</sup> für die Entwicklung von Software-Systemen verbindlich spezifiziert. Die

Anbindung beziehungsweise Vernetzung kann über eine vertrauenswürdige Middleware erfolgen, auf der die Prozessketten dann ablaufen. Dieses Prinzip liegt beispielsweise dem Prozesskettenbeschleuniger P23R<sup>73</sup> zugrunde (siehe Abbildung 4.3).

P23R unterstützt Unternehmen dabei, ihre gesetzlichen Informations- und Meldepflichten über das Internet zu erfüllen. Die entwickelten Prozessketten basieren dabei auf den gesetzlichen Grundlagen (hier zum Beispiel die Informationspflichten der Wirtschaft gegenüber der Öffentlichkeit), die bei einer Änderung der Gesetzeslage relativ einfach zentral angepasst werden können. P23R generiert für die Unternehmen die erforderlichen Meldungen und stellt sie den zuständigen Behörden ordnungsgemäß zu.

Mit Spezifikationen wie SAGA und modularen Lösungsansätzen wie P23R sind die Grundlagen für unterschiedlichste Szenarien der Zusammenarbeit zwischen Behörden und der Wirtschaft gelegt, so dass aufbauend auf diesem Stand jetzt ein breites Spektrum an konkreten Lösungen und Diensten entwickelt werden kann.

Abbildung 4.3: Integration der Prozessketten von Wirtschaft und Verwaltung mit P23R



Quelle: W. Mattauch, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

<sup>72</sup> Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (Hrsg.) 2011.

<sup>73</sup> Nentwig et al. 2012; siehe auch die Webseite mit dieser URL: <http://mf.p23r.de/modul-7-it-rahmenarchitektur-fuer-pdb/#c503> [Stand: 14.4.2014].

### 4.3.3 Dynamisierung von Verkehrsinfrastrukturen

Individuelle Mobilität ist zu einem entscheidenden Faktor für Lebensqualität, Wirtschaftswachstum und Wohlstand geworden. In Städten stößt die individuelle Mobilität jedoch vermehrt an ihre Grenzen und wird limitiert durch eine zunehmende Verkehrsdichte, notwendige Maßnahmen zur Reduktion von Lärm-, CO<sub>2</sub>- und Feinstaubemissionen sowie durch zeitweise Einschränkungen des öffentlichen Personennahverkehrs.

Diesen Herausforderungen kann in ihrer Gesamtheit nur durch die intelligente Vernetzung von Echtzeit-Verkehrsinformationen und verschiedener Verkehrsmitteln begegnet werden. Zusammen mit der aktiven situationsbezogenen Vermittlung von individuellen Transportkapazitäten (zum Beispiel spontane Mitfahrgelegenheiten) werden damit vorhandene Ressourcen und Transportkapazitäten besser und effizienter nutzbar.

Ein entscheidender Faktor dabei ist die Bereitstellung entsprechender vernetzter Informations- und Vermittlungsdienste über mobile Endgeräte. Bürgerinnen und Bürger können auf diese Weise ohne Vorausplanung, das heißt direkt in der Bedarfssituation, intelligente Entscheidungen hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl treffen.

*Dynamisierung von Verkehrsinformations- und Vermittlungsdiensten:* Die Vernetzung von Verkehrsinformations- und Vermittlungsdiensten über mehrere Verkehrsmittel hinweg ermöglicht multimodale Mobilität *on Demand*. Unter multimodalem Verkehr wird allgemein der Transport eines Gutes oder einer Person mit zwei oder mehr unterschiedlichen Verkehrsträgern wie Schiene, Straße, Binnen-/Seeschiff, Flugzeug oder Pipeline verstanden. Die mobile Nutzung dieser Dienste führt zu einer sofortigen Rückkopplung in das Verkehrssystem. Für Städte ist multimodale Mobilität damit ein Ansatz für die Lösung drängender Mobilitätsprobleme und ein Schritt in Richtung eines effizienten selbstregulierenden innerstädtischen Verkehrssystems. Für Bürgerinnen und Bürger bedeutet sie kostensparende individuelle Mobilität von Tür zu Tür.

Die Grundidee besteht darin, dass durch die Kombination der Verkehrsträger ein individueller Mobilitätsdienst realisierbar ist, der in Echtzeit mithilfe von mobilen Endgeräten direkt in der Bedarfssituation genutzt werden kann. Dazu werden die Fahrplaninformationen und Live-Daten des ÖPNV mit Echtzeit-Informationen zu innerstädtischen Ad-hoc-Mitfahrgelegenheiten und Car-Sharing-Angeboten kombiniert. Dabei werden die Mitfahr-Angebote von Autofahrern vor Fahrtbeginn über deren mobile Endgeräte

an das System übermittelt. Auf diese Weise ermöglicht der multimodale Mobilitätsdienst, dass zum Beispiel eine erste Teilstrecke mit dem ÖPNV zurückgelegt wird. Dort wo keine günstige ÖPNV-Verbindung direkt zum Ziel besteht, kann dann unter Berücksichtigung verschiedener Haltestellen eine passende Mitfahrgelegenheit oder ein Car-Sharing-Angebot in Echtzeit vermittelt werden, welche direkt zum Ziel führen. Die Idee multimodaler Mobilität *on demand* hat damit zum Ziel, die bereits vorhandene Infrastruktur zu erweitern und durch die Integration von ÖPNV und Individualverkehr einen neuartigen multimodalen Mobilitätsdienst zu entwickeln, der durch die Kopplung der Verkehrsträger einen wesentlichen Beitrag zur intelligenten und ressourcenschonenden innerstädtischen Mobilität beitragen kann.

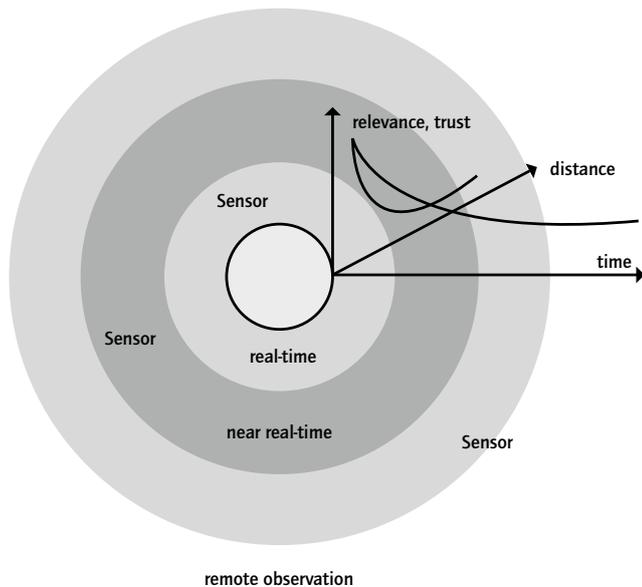
### 4.3.4 Dynamisierung von Sensornetzen und Maschinen-zu-Maschinen-Kommunikation (M2M)

Netzwerke von Sensoren und Aktuatoren (hier kurz: Sensornetze) sind seit geraumer Zeit im praktischen Einsatz insbesondere in der industriellen Automatisierung, der Gebäude- oder Heimautomatisierung, in der Medizin, der Umweltüberwachung, der Überwachung kritischer Infrastruktursysteme, der Wetter- oder Verkehrsbeobachtung usw., um nur einige prägnante Beispiele zu nennen. Allen gemeinsam ist dabei ihre Unterschiedlichkeit. Die Heterogenität von Sensornetze ergibt sich somit aus

- deren Einsatzgebiet (zum Beispiel den zu messenden oder steuernden physikalische Größen, ihrer Einsatzumgebung),
- der erforderlichen Zuverlässigkeit (zum Beispiel der Genauigkeit, Auflösung, Lebensdauer),
- der erforderlichen Reaktionsgeschwindigkeit (zum Beispiel Messdauer und Verzögerung im Vergleich zur Änderungsgeschwindigkeit der betrachteten physikalischen Größen) und
- ihren Mobilitätsanforderungen (zum Beispiel bestimmt durch den Einbau in Gebäudekonstruktionen oder in Fahrzeuge).

Aufgrund dieser physikalischen Randbedingungen sind Sensornetze meist in ihrer räumlichen (zum Beispiel geografischen) und zeitlichen (zum Beispiel Messdauer, Abtastrate) Ausdehnung begrenzt, wobei beide Dimensionen eng zusammenhängen wie in Abbildung 4.4 visualisiert. Ein Sensornetz mit großer geografischer Ausdehnung kann somit nur sich langsam ändernde physikalische Größen zuverlässig erfassen oder muss aus in der räumlichen Ausdehnung beschränkten lokalen Sensornetzen

Abb. 4.4: Relevanz und Vertrauenswürdigkeit in Sensornetzen abhängig von der räumzeitlichen Distanz zwischen Ereignis und Messung



Quelle: B. Bochow, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

bestehen, die untereinander über eine breitbandige Kommunikation verbunden sind. Für diese ist dann auch die räumliche Dichte der Sensoranordnung in weiten Grenzen variierbar und kann durch lokale Datenfusion oder Entscheider-Funktionalität unterstützt werden.

Die Dynamisierung städtischer Sensornetze kann somit über zwei unterschiedliche Ansätze realisiert werden:

- durch die Verwendung vielseitiger oder weniger spezialisierter Sensoren, die mehrere physikalische Größen gleichzeitig erfassen und damit mehrfach verwendet werden können, oder
- durch die Vernetzung mehrerer geografisch überlappender, spezialisierter Sensornetze, die bei Bedarf einer spezifischen Aufgabe dynamisch zugeordnet werden können.

Obwohl Ersteres zunächst eine Verteuerung in Ausrüstung und Betrieb vermuten lässt, kann durch eine größere Herstellerunabhängigkeit und Wiederverwendbarkeit einzelner Installationen über mehrere unterschiedliche Anwendungsbereiche hinweg eine insgesamt kostengünstigere Lösung erreicht werden.

Der zweite Ansatz ermöglicht dagegen die Wiederverwendung bestehender Installationen, die Erhöhung der Zuverlässigkeit durch partielle Redundanz und eine sukzessive Erweiterung der Funktionalität durch die Verknüpfung mehrerer räumlich überlappender Sensornetze zu einem für den jeweiligen Verwendungszweck optimierten Verbundsystem.

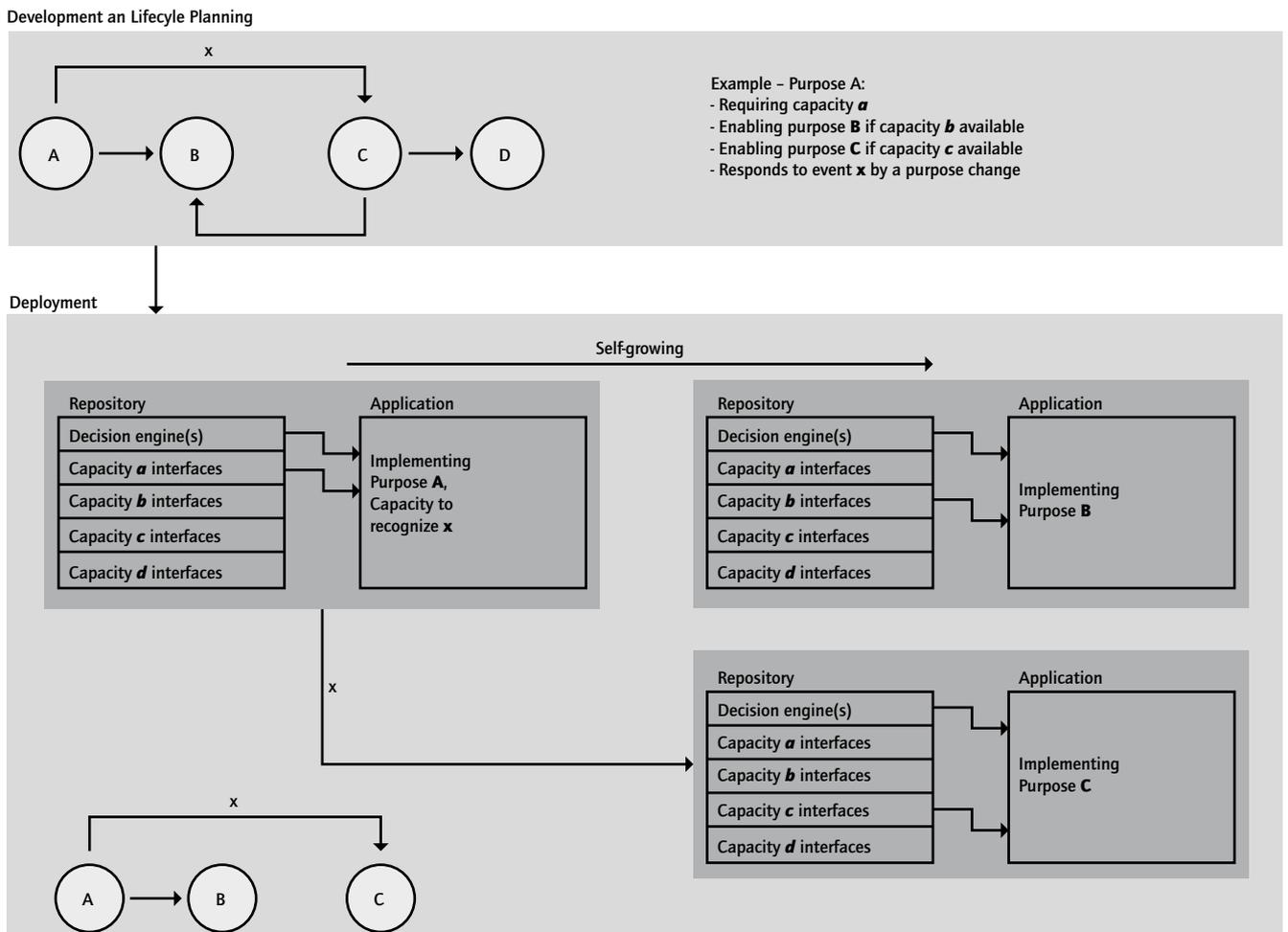
Verschiedene Konzepte der Selbstorganisation von Kontrollsystemen wurden in den letzten Jahren untersucht, wobei das EU-Projekt CONSERN im Besonderen einen „System of Systems“-Ansatz verfolgt, bei dem der angestrebte Verwendungszweck die dynamische Konfiguration solcher Verbundsysteme und das Verhalten des resultierenden Systems in Reaktion auf ein beobachtetes Ereignis bestimmt<sup>74</sup>. Diese als „Self-Growing“ bezeichnete Eigenschaft eines Systems erfordert, vorab mögliche Verwendungszwecke (zum Beispiel realisierbare Funktionen und Anpassungsformen) und mögliche Entscheidungswege (in einer konkreten Ausprägung als „Life-Cycle“ bezeichnet) formal zu beschreiben, während die Entscheidung, welche der vorgesehenen Optionen tatsächlich realisiert wird, während des Betriebs lokal in Reaktion auf das Erkennen bestimmter Ereignisse getroffen wird. Eine damit verbundene Rekonfiguration ist nicht auf Sensornetze beschränkt, sondern kann auch beinhalten, dass logisch benachbarte Funktionseinheiten (zum Beispiel Kommunikations- oder Steuerungssysteme) zur Realisierung eines Verwendungszwecks mit eingebunden werden. Abbildung 4.5 stellt diesen Vorgang schematisch dar.

Unter Maschinen-zu-Maschinen(M2M)-Kommunikation versteht man im Allgemeinen eine durchgehende Kommunikation zwischen Maschinen ohne menschliche Interaktion mit dem Ziel, IT-ferne Objekte an eine IT-Infrastruktur anzuschließen.

Viefach geht es dabei darum, Daten über sogenannte IT-ferne Objekte zu sammeln und auszuwerten, um entweder automatisiert oder durch menschlichen Eingriff Entscheidungen zu treffen. Ein Beispiel ist ein Frachtcontainer auf dem Weg nach Südafrika, für welchen Daten über die aktuelle Temperatur, den Standort sowie den Zeitpunkt seiner letzten Öffnung erfasst werden sollen, um Aussagen oder Entscheidungen in Bezug auf die weitere Logistik zu treffen. Das Beispiel macht deutlich, dass für die Kommunikation solcher Informationen viele verschiedene Komponenten im Zusammenspiel funktionieren müssen. Auch bei urbanen Anwendungsfällen, wie zum Beispiel einer flächendeckenden Versorgung von intelligenten Verbrauchsmessungs-, Parkplatz- oder Verkehrsüberwachungssystemen, trifft diese Aussage zu.

<sup>74</sup> Bochow/Emmelmann 2011; Emmelmann et al. 2012

Abbildung 4.5: Selbstorganisation eines städtischen Sensornetzes in Reaktion auf ein Ereignis



Quelle: B. Bochow, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

Die hohe Komplexität von verteilten Sensor- und M2M-Systemen macht diese in Anschaffung und Wartung kostspielig. Andererseits wird ihr Betrieb gerade dadurch gerechtfertigt, dass durch den flächendeckenden Einsatz solcher Systeme an verschiedenen Punkten entstehende Kosten erheblich gesenkt werden können. Als Beispiel sei die Optimierung logistischer Prozesse oder die Regelung von Heiz- und Lüftungsanlagen genannt, um Folgekosten und Ressourcenverschwendung einzudämmen.

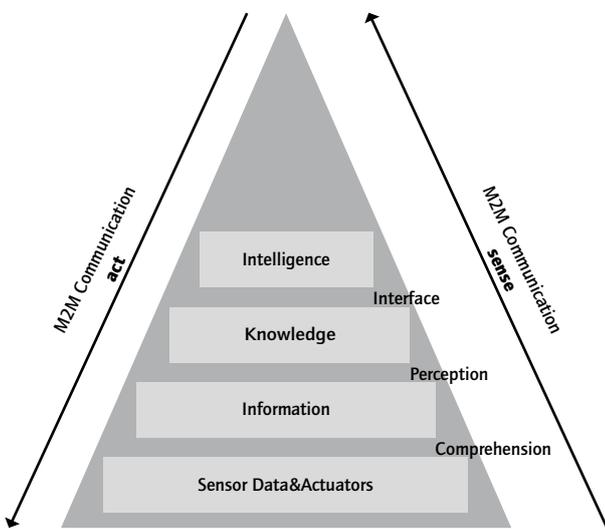
Durch die Automatisierung von Routineprozessen lassen sich daher eine Steigerung der Effizienz und die Senkung von Kosten

erreichen. Sensorik, Aktuatorik und M2M-Kommunikation greifen dabei wie in Abbildung 4.6 dargestellt ineinander und bilden einen Regelkreis.

Für die Dynamisierung einer urbanen M2M-Infrastruktur ist es unabdingbar, die jeweilige Logik zur Steuerung und Kontrolle urbaner Prozesse schnell und mittels neuester Programmier-techniken definieren und in die Systeme einspielen zu können. Auch die Möglichkeiten zur dynamischen Entwicklung nutzerfreundlicher, intuitiver Applikationen basierend auf den von der M2M-Infrastruktur bereitgestellten Daten und ihrer semantischen

Interpretation sowie die Abstraktion und Optimierung der mobilen und drahtgebundenen Transportnetze sind ein wesentlicher Aspekt der aktuellen Forschung im Bereich M2M und Internet der Dinge mit hoher Relevanz für die Städte der Zukunft.

Abbildung 4.6: M2M-Regelkreis und Kommunikation



Quelle: S. Wahle, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

#### 4.3.5 Dynamisierung städtischer Informationen

Aktuelle Studien gehen von einer weiter ansteigenden Anzahl mobiler Geräte aus, aber auch statische Objekte wie Haushaltsgeräte werden zunehmend vernetzt sein und über Datennetze kommunizieren. Dieser Trend begründet die Vision eines allumfassenden Internet der Dinge.

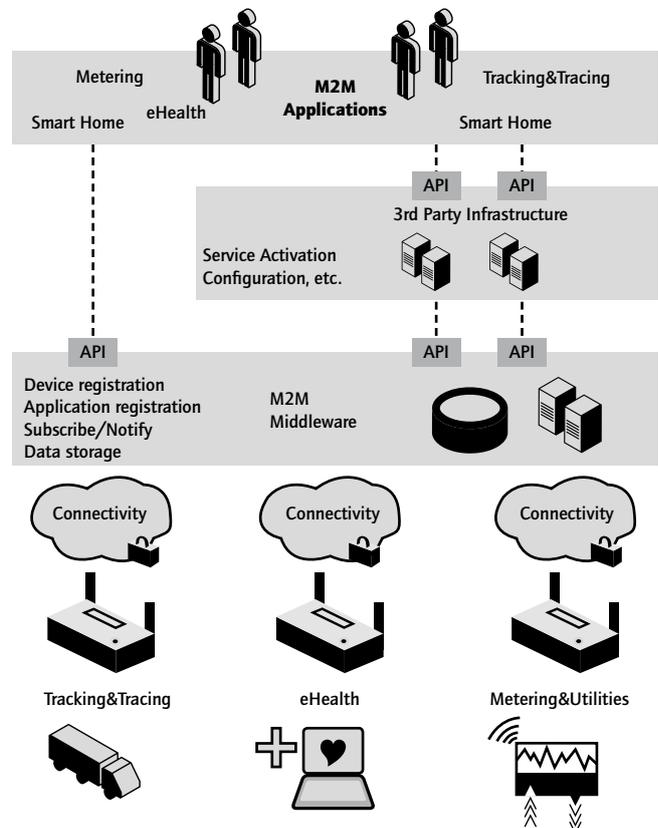
Eine einheitliche Abstraktion von Daten verschiedenster Quellen und deren dynamische Bereitstellung im Sinne der Stadt der Zukunft erfordern standardisierte urbane M2M-/Daten-Plattformen mit offenen Programmierschnittstellen (APIs). Es ist zu erwarten, dass die Datenquellen im Sinne der IoT-Vision hochgradig heterogen und verteilt sein werden. Dabei spielt neben Sensornetzwerken und Maschinenkommunikation auch der Mensch eine entscheidende Rolle. Die Nutzung von Smartphones und von über an diese angeschlossene Sensorik gesammelten Daten (Helligkeit, Aufenthaltsort, Geschwindigkeit, Geräuschpegel etc.) erlauben bereits heute, Echtzeit-Informationen bereitzustellen, die sich nur schwer mittels fest installierter Sensorik erfassen lassen. Die Dynamisierung

solcher Daten wird oft mit den Begriffen „Crowdsourcing“ oder „Crowdsensing“ bezeichnet.

Auf der anderen Seite bedeutet die Anhäufung von Daten eine erhebliche Herausforderung für die Speicherung und insbesondere die Verwaltung und Auffindbarkeit von Informationen. Skalierbarkeit und Elastizität sind daher von größter Wichtigkeit für eine urbane Plattform, die Daten für verschiedene Anwendungsfelder und Applikationen bereitstellt.

Abbildung 4.7 zeigt die Wertschöpfungskette und die verschiedenen Ebenen einer urbanen M2M-Plattform, die mittels offener Programmierschnittstellen (APIs) die dynamische Bereitstellung von Daten für verschiedene Anwendungsfelder ermöglicht. Durch die Zusammenführung von Daten verschiedener und vorher isolierter Quellen lassen sich völlig neue Erkenntnisse gewinnen und weitere Effizienzsteigerungen durch Automatisierung erreichen.

Abbildung 4.7: M2M-Wertschöpfungskette und Geräte-/Datenabstraktion mittels APIs



Quelle: S. Wahle, Fraunhofer-Gesellschaft München, FOKUS-Institut Berlin

#### 4.3.6 Dynamisierung von Kommunikationsressourcen

Die Dynamisierung urbaner Infrastrukturen stellt erhebliche Ansprüche an die unterliegende Kommunikationsinfrastruktur, wobei der drahtlosen Mobilkommunikation im Besonderen eine tragende Rolle zufällt. Kabel- oder Glasfaserverlegung ist in vielen Fällen selbst für urbane Ballungszentren, insbesondere aber für deren Randbereiche zu kostenintensiv und erfordert langfristige Planung, existierende Geschäftsmodelle und etablierte Marktteilnehmer, wodurch möglicherweise auch eine neuerliche Monopolisierung der Infrastruktur aufgrund ihrer hohen Anlaufkosten unterstützt wird. Die drahtlose Kommunikation kann demgegenüber Kommunikationsressourcen auf Anforderung innerhalb sehr kurzer Zeit und in der erforderlichen Nähe zum Bedarf zur Verfügung stellen.

Im Bereich der drahtlosen Mobilkommunikation besteht aber momentan noch das Problem eng begrenzter Ressourcen in Form der erforderlichen Radiofrequenzen. Breitbandige Mobilkommunikation (notwendig zum Beispiel für das Erreichen kurzer Übertragungsdauer und -verzögerung) und die Unterstützung hochmobiler Anwendungen (notwendig zum Beispiel zur Unterstützung einer hochmobilen Transport-Infrastruktur) erfordert große und zusammenhängende Frequenzblöcke (typisch 20...80 MHz Bandbreite), die aufgrund der historisch gewachsenen Frequenzregulierung nicht zur Verfügung stehen. Weiterhin sind insbesondere in den ausbreitungstechnisch günstigen Frequenzbereichen (zum Beispiel im Bereich < 1 GHz) die Kosten für Funkfrequenzen (in €/MHz/Nutzungsdauer) in der Vergangenheit extrem gestiegen, wie die Resultate der Frequenzauktionen aus den Jahren 2000 bis 2010 deutlich gezeigt haben.

Im Bereich der städtischen Entwicklung erscheint es daher sinnvoll, Frequenzressourcen wie jede andere natürliche Ressource zu behandeln und als Mittel sowohl des Ausbaus und der Dynamisierung städtischer Infrastrukturen als auch zur gezielten wirtschaftlichen Stadtentwicklung einzusetzen.

Dass die künstliche Verknappung von Frequenzressourcen ein wesentliches Hemmnis für die Weiterentwicklung der Mobilfunknutzung darstellt und insbesondere für Markteinsteiger sowie für kleine und mittlere Unternehmen unüberbrückbare Markteintrittsbarrieren aufbaut, wurde bereits frühzeitig erkannt und hat in den Jahren nach 2004 zunächst unter dem

technischen Titel „Cognitive Radio“ eine Diskussion gestartet, die mittelfristig eine Liberalisierung und Dynamisierung der weltweiten Frequenzregulierung hin zur Unterstützung von „Dynamic Spectrum Access“ und „Shared Spectrum Use“ zur Folge haben wird. Im Mai 2012 schätzte das „President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)“ in den USA. unter Bezugnahme auf Studien aus Europa, dass die Freigabe von 400 MHz Frequenzspektrum für die dynamische und wahlfreie Nutzung durch Mobilfunkdienste einem Wirtschaftsförderungsvolumen von 800 Mrd. US-Dollar äquivalent wäre<sup>75</sup>.

Bestimmte Frequenzbereiche, in denen beispielsweise mit geringer Sendeleistung große Reichweiten erzielt werden können, bleiben aber weiterhin eine knappe Ressource. Diese Frequenzbänder werden unter anderem genutzt für terrestrischen –Rundfunk- und Fernsehen (DTT, DVB-T), drahtlose Mikrofone (PMSE, Program Making and Special Events) und Einsatzkräfte mit Sicherungsaufgaben (Public Safety). Hier wird momentan eine weltweite Harmonisierung angestrebt, die den Schutz vor Störungen durch Mehrfachnutzung (Co-existence) zum Ziel hat. Die derzeitigen Inhaber der Frequenznutzungsrechte (Incumbents) werden dabei administrativ oder durch Anreize angeregt, eine räumlich und zeitlich begrenzte Mehrfachnutzung von Frequenzbändern mit zu ermöglichen (zum Beispiel „TV White Spaces“).

Erste Resultate des Paradigmenwechsels der Frequenzregulierung wurden 2010 mit der Neuverwendung der Frequenzbänder von 790...860 MHz in Deutschland weithin sichtbar, die unter dem Titel „Digitale Dividende“ durch die Digitalisierung des terrestrischen TV-Rundfunks verfügbar wurden. Weltweit wird zurzeit die weitere Freigabe von Frequenzbändern in sogenannten „Co-existence Scenarios“ angestrebt. In Europa legt dazu das „EU Radio Spectrum Policy Programme (RSPP)“ die regulativen Maßnahmen fest, die die Mitgliedsstaaten seit Anfang 2013 weiter umsetzen werden<sup>76</sup>. Ein weiterer wesentlicher Schritt wird 2015 im Gefolge der WRC'15 (World Radiocommunication Conference 2015) erwartet.

Die Bereitstellung von Funkfrequenzen in einer dynamischen urbanen Kommunikationsinfrastruktur ermöglicht damit mittelbar eine Beschleunigung der Entwicklung anderer Teile städtischer Infrastrukturen. Als repräsentative Beispiele wären hier zu nennen:

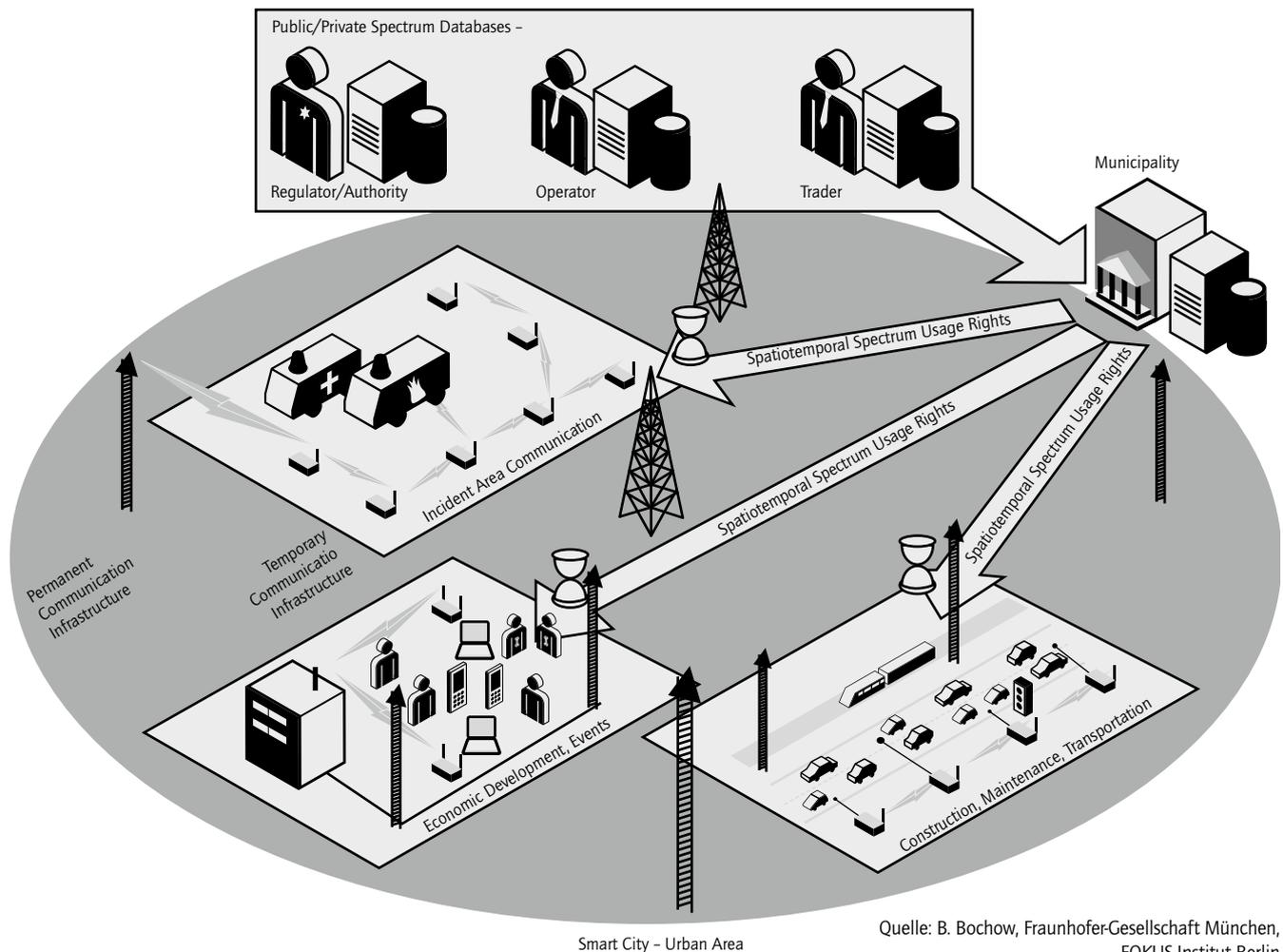
<sup>75</sup> PCAST 2012, S.47.

<sup>76</sup> European Commission 2012.

- die kurzfristige Bereitstellung von Kommunikationsinfrastruktur oder Bandbreite für Großereignisse, Notfallsituationen oder Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere zur Überbrückung von Ausfällen oder zur Erweiterung einer bestehenden Kommunikationsinfrastruktur;
- die Förderung der Ansiedlung von kleinen und mittleren Unternehmen oder Startups durch Bereitstellung von Funkfrequenzen zur kommerziellen Nutzung (Geschäftsentwicklung) oder zur eigenen Verwendung;
- die kurzfristige Verteilung lokaler Sensorinfrastrukturen (insbesondere solche mit geringem Energieverbrauch) für Überwachungs- oder Wartungsaufgaben, zum Beispiel zur Gefahrenvermeidung, Gebäudeüberwachung oder Steuerung von Transportaufgaben.

Charakterisierend für diese Art der Verwendung ist, dass sie einem unmittelbaren Bedarf folgt, lokal oder zeitlich begrenzt sein kann, spontan zur Verfügung gestellt werden kann und grundsätzlich durch jeden Teilnehmer (kommerziell, karitativ, institutionell oder privat) betrieben werden kann. Voraussetzungen wären die Geräteverfügbarkeit und eine technische Lösung zur Erteilung kurzzeitiger Nutzungslizenzen. Die Akzeptanz und die beständig zunehmende Nutzung der ISM-Bänder durch WiFi-(Wireless LAN-) Systeme hat überdeutlich gezeigt, dass die Bereitstellung von Funkfrequenzen eine signifikante Anregung der ökonomischen und technologischen Entwicklung darstellt. Eine ähnliche Entwicklung ist zurzeit durch die aufkommende dynamische Frequenznutzung zu beobachten. Abbildung 4.8 illustriert die Dynamisierung des Frequenzspektrums im städtischen Umfeld.

Abb. 4.8: Nutzung des städtischen Frequenzspektrums zur Infrastruktur-Dynamisierung



Eine Reihe europäischer Projekte des RAS-Clusters (Radio Access and Spectrum, zum Beispiel SAPHYRE, COGEU, QoS MOS, WHERE2, BeFEMTO) bereitet seit 2010 die technische Grundlage für die dynamische Frequenznutzung im Bereich rekonfigurierbarer Funkssysteme, Energieeffizienz, Spektrum-Management und Regulierung<sup>77</sup>. Das EU-Projekt QoS MOS (Quality of Service and MObility driven cognitive radio Systems) hat dabei unter besonderer Berücksichtigung der dynamischen bedarfsgesteuerten Nutzung lokal ungenutzter TV-Frequenzen („TV White Spaces“) die notwendigen technischen Lösungen erarbeitet, um eine geeignete Kommunikationsplattform zu realisieren<sup>78</sup>. Diese ermöglicht die Kontrolle von Interferenzsituation und die Verwaltung von temporären Frequenznutzungsrechten. Letzteres beinhaltet auch Konzepte und Lösungen, die die Verwendung von Frequenzspektren als Handelsware (Spectrum Trading) ermöglicht.

Zur Unterstützung dynamischer Infrastrukturen durch die Bereitstellung von Kommunikationsressourcen könnte eine städtische Verwaltung demnach lokale Frequenznutzungsrechte für ihr räumliches Einzugsgebiet erhalten und diese als Fördermaßnahme autorisierten Nutzern temporär zur Verfügung stellen alternativ könnte sie diese in einer Rolle als „Spectrum Trader“ selbst kommerziell verwerten. Eine dazu geschaffene Plattform ließe sich über diesen Weg finanzieren und in ein Open-Data-Konzept integrieren, das Zugriff auf verfügbare Frequenzspektren erhielte. Ähnliche Konzepte werden momentan weltweit zur Nutzung der „TV White Spaces“ in Form von kommerziell betriebenen „Geolocation Databases“ aufgebaut oder sind bereits seit Anfang 2013 im Regelbetrieb.

<sup>77</sup> Fitch/Raulefs (Hrsg.) 2012.

<sup>78</sup> Karla et al. 2010.

## 5. GENUINE IKT-SICHERHEIT

AUTOR: CARSTEN RUDOLPH

### 5.1 EINLEITUNG

*Stadt der Zukunft* bezeichnet im vorliegenden Gesamtdokument kein statisches Modell für eine bestimmte Ausprägung einer Stadt, sondern eine prozessorientierte Sicht auf moderne Stadtentwicklung, die unter Verwendung aktueller und zu entwickelnder Technologien die Herausforderungen zukünftiger Gesellschaften umsetzen soll. Dieser Prozess muss Maßnahmen und Lösungen zu entwickeln gestatten für eine Vielzahl von Herausforderungen wie beispielsweise Energieeffizienz und nachhaltige Entwicklung, sinnvolle Vernetzung von Transport- und Kommunikationsinfrastrukturen, moderne Arbeitsformen, zeitgemäße Freizeitgestaltung, neue Bedarfe bei Pflege und Gesundheit, bei der Grundversorgung (Wasser, Abwasser, Strom, Gas, Informationen), hinsichtlich effizienter Verwaltung und moderner Wohnformen und vieles mehr. Der IKT kommt dabei jeweils eine Schlüsselrolle zu. Für die Schnittstellen der IKT-Plattform wurden in Unterkapitel 3.3 die vier Kategorien *urbane Daten*, *urbane Dienste*, *urbane Prozesse* und *urbane Communities* identifiziert. Digitale Artefakte der Stadt der Zukunft können diesen vier Kategorien zugeordnet werden. Für alle Bereiche existieren Sicherheitsanforderungen, die sich teils sehr stark unterscheiden und sich auf die unterschiedlichen Technologien der IKT-Plattform auswirken – und müssen auch dort verankert werden. Dem in diesem Dokument geforderten Grad an Offenheit, Flexibilität und Integration der Plattform und ihrer Anwendungen werden heutige IKT-Infrastrukturen sowie Softwaretechnik-Ansätze in Bezug auf Sicherheitsanforderungen nicht gerecht. Schon relativ überschaubare Prozesse, wie zum Beispiel in der Verwaltung oder im Bereich von Bezahlverfahren und Home-Banking, zeigen, dass die Konzentration und Verschmelzung verschiedener Anwendungen in einer zusammenwachsenden Kommunikationsinfrastruktur aus dem Blickwinkel der IT-Sicherheit problematisch ist.

In der Stadt der Zukunft ist zu erwarten, dass aus verschiedenen Bereichen Anwendungen auf geteilten Infrastrukturen realisiert werden und auch nicht auf streng getrennten Datenmengen operieren, sondern in verschiedenen Geschäftsmodellen verwertet werden<sup>79</sup>.

Die Integration verschiedenster Anwendungen mit existierenden IT-Netzen ist nicht einfach eine Erweiterung existierender Technologien. Neben der Entwicklung einzelner technischer Systeme

benötigt die Stadt der Zukunft auch grundlegende Neuerungen bzgl. Kommunikationsinfrastrukturen und Sicherheitsarchitekturen, um den (teilweise widersprüchlichen) Anforderungen der beteiligten Individuen, Behörden, Firmen, Vereine etc. gerecht zu werden. IT-Sicherheit ist dabei eine der wichtigsten Säulen<sup>80</sup>. Die besondere Bedeutung der Kommunikationsnetze für die Stadt der Zukunft soll im Zusammenhang mit dem Thema des vorliegenden Kapitels dadurch hervorgehoben werden, dass in Abweichung vom geläufigen Begriff *IT-Sicherheit* nachfolgend durchgehend der Terminus *IKT-Sicherheit* verwendet wird.

### 5.2 ANFORDERUNGEN UND RELEVANTE BEREICHE FÜR IKT-SICHERHEIT

Anforderungen an die IKT-Sicherheit ergeben sich für alle Bereiche der Stadt der Zukunft, die durch die IKT-Plattformen der Stadt unterstützt werden. Dabei geht es einerseits um die Stadt selbst wie auch um die Bürger, Industrie, Handel etc. In diesem Kapitel werden erst einige grundlegende Sicherheitsanforderungen vorgestellt und den Schnittstellen der IKT-Plattformen zugeordnet. Dann werden unterschiedliche Bereiche der Stadt identifiziert, die besondere Sicherheitsanforderungen mit sich bringen und auch in der Weiterentwicklung zur Stadt der Zukunft eine besondere Rolle spielen.

#### 5.2.1 Typen von Sicherheitsanforderungen

Die IKT-basierte Sicherheit kann sich nicht nur auf die typischen Anforderungen der IKT-Sicherheit beschränken. Authentizität, Integrität und Vertraulichkeit sind zwar grundlegende und relevante Sicherheitsanforderungen, sind aber nicht geeignet, die IKT-Sicherheit in der Stadt der Zukunft sinnvoll zu charakterisieren. Die folgenden Anforderungen sind Beispiele von typischen IKT-Sicherheitsanforderungen, die über die Schnittstellen der IKT-Plattformen unterstützt werden sollten.

*Sichere Identität und sichere Identifikation.* Eine grundlegende Anforderung im Bereich der Sicherheit ist, dass sowohl technische Komponenten als auch Personen oder Firmen sicher identifiziert werden können. Zusätzlich zu den ohnehin (zumindest in Deutschland) existierenden Prozessen der Registrierung (zum Beispiel Einwohnermeldeamt und Handelsregister) und Identifikationsmerkmalen (zum Beispiel Personalausweis) werden in verschiedenen Diensten und Prozessen der Stadt der Zukunft

<sup>79</sup> Walravens/Ballon 2013.

<sup>80</sup> Smart Cities Project 2010.

digital verwendbare sichere Identifikationsmechanismen zum Einsatz kommen. Hierzu gibt es unterschiedliche Ansätze, wie eine Identifikation auch Datenschutzvorgaben gerecht werden kann<sup>81</sup>. Die Integration solcher Technologien in die Infrastrukturen der Städte ist aber noch offen.

*Versorgungssicherheit.* Die Sicherheit der Versorgung ist ein breites Thema für die Stadt der Zukunft<sup>82</sup>. Die Anforderungen beinhalten dabei sowohl die Verfügbarkeit der jeweiligen Güter als auch die Kontinuität der Versorgung und die gerechte Verteilung innerhalb der Stadt. Die Versorgungssicherheit ist eine übergeordnete Anforderung, die nicht alleine durch Sicherheitsmechanismen der IKT-Plattformen erreicht werden kann, aber sie wird mehr und mehr abhängig von der Informations- und Kommunikationstechnologie.

*Zugang zu und Verfügbarkeit von IKT-Diensten.* Diese Anforderung ist keine strikte Sicherheitsanforderung, hat aber viele Komponenten, die aus IT-Sicht gelöst werden müssen. Je mehr Prozesse in der Stadt von den IKT abhängen, desto wichtiger wird diese Anforderung für alle Bereiche des öffentlichen Lebens und von Wirtschaft und Handel. Hier geht es nicht nur um die technische Verfügbarkeit (zum Beispiel Widerstandsfähigkeit gegen sogenannte Denial of Service-Angriffe), sondern auch um den fairen Zugang ohne Diskriminierung<sup>83</sup>.

*Datenschutz/Privatsphäre.* Datenschutz und Anforderungen an den Schutz der Privatsphäre ergeben sich aus den Grundrechten und den im Grundgesetz verankerten Regeln<sup>84</sup>. Diese dürfen durch den Ausbau IKT-gestützter Maßnahmen und Prozesse nicht unzulässig eingeschränkt werden. Die Datenschutzerfordernisse und Anforderungen an den Schutz der Privatsphäre liegen oft im Widerspruch zu funktionalen Anforderungen zum Beispiel für Systeme zur Verbesserung der öffentlichen Sicherheit.

*Prozesssicherheit.* Sicherheitsanforderungen an Prozesse bilden den kompliziertesten Teil der Sicherheitsanforderungen der Stadt der Zukunft, sind aber gleichzeitig zumindest aus Sicht der Informations- und Kommunikationstechnologie am stärksten vernachlässigt. In diesem Bereich lässt sich auch eine große Anzahl von Forschungsfragen identifizieren. Prozesssicherheit in der IKT bedeutet, dass IKT-gestützte Prozesse und Anwendungen nicht

so manipuliert werden können, dass ein Schaden entsteht. Das Spektrum reicht dabei von materiellen Schäden über physische Schäden am Menschen (zum Beispiel mittels Manipulation einer automatischen U-Bahn-Steuerung) bis zu psychischen (zum Beispiel Mobbing in sozialen Netzwerken unter Ausnutzung etablierter Kommunikationsprozesse). Kurz gesagt umfasst Prozesssicherheit den Schutz vor jedweder böswilligen Ausnutzung von IKT-Prozessen, die auf den IKT-Plattformen der Stadt der Zukunft ablaufen.

*Sicheres Geld und Bezahlverfahren.* Das gesellschaftliche und wirtschaftliche Leben in der Stadt der Zukunft wird wie heute sichere und verlässliche Zahlungsmittel benötigen. Grundsätzlich ist die Versorgung mit Bargeld nicht die Aufgabe der Stadt, bislang auch nicht der Betrieb oder die Verfügbarmachung von Infrastrukturen für elektronische Bezahlverfahren. Sollte aber eine Stadt der Zukunft IKT-Plattformen für Industrie und Handel anbieten, gelten für alle Bezahlverfahren innerhalb dieser Plattformen die üblichen Sicherheitsanforderungen. Die Entwicklung mobiler und dynamischer Bezahlverfahren ist nicht abgeschlossen und neue Verfahren können Bezahlvorgänge innerhalb der Städte weiterentwickeln<sup>85</sup>.

## 5.2.2 Bereiche der Stadt der Zukunft mit besonderen Anforderungen an IKT-Sicherheit

Im vorliegenden Unterkapitel werden für einige ausgewählte Bereiche der Stadt der Zukunft Anforderungen an die IKT-Sicherheit identifiziert.

*Verwaltung.* Für die Stadtverwaltung sind alle genannten Anforderungen relevant. Sichere Identitäten werden von der Stadtverwaltung vergeben und gleichzeitig müssen Dienste, die über IKT-Plattformen angeboten werden, eine sichere Identifikation der Nutzer und auch der jeweiligen Abteilungen und ggf. Mitarbeiter der Stadt ermöglichen. Oft liegen Teile der Versorgung (zum Beispiel Wasser, Müllabfuhr) im Verantwortungsbereich der Stadtverwaltung, so dass auch die Versorgungssicherheit berücksichtigt werden muss. Je mehr Prozesse in der Verwaltung digitalisiert werden, desto stärker wird die Anforderung, dass alle diese Prozesse auch für alle Bürger der Stadt gleichermaßen zugänglich sind. Tatsächlich kann die Erreichbarkeit von Diensten durch die Digitalisierung und durch öffentlich verwendbare Schnittstellen

<sup>81</sup> Cofta 2008.

<sup>82</sup> Fishedick 2012.

<sup>83</sup> Tambini 2006.

<sup>84</sup> Buchmann (Hrsg.) 2012.

<sup>85</sup> Siehe beispielsweise Baldimtsi et al. 2012.

sogar verbessert werden. Datenschutzregeln sind in der Verwaltung selbstverständlich und die grundlegenden Anforderungen ändern sich beim Übergang zur Stadt der Zukunft nicht. Allerdings ändern sich die Risikobewertungen in diesem Bereich und die verwendeten Lösungen, um Datenschutzerfordernungen umzusetzen, werden sich ändern müssen. Auch Prozesssicherheit und Bezahlfverfahren sind bereits als Anforderungen in der Stadtverwaltung bekannt, müssen aber im Zuge der Evolution der Verwaltungsprozesse neu betrachtet und definiert werden.

*Kommunikations-Infrastrukturen.* Viele Kommunikations-Infrastrukturen in den Städten werden durch private Unternehmen gebaut und betrieben. Bei der Stadtplanung müssen ausreichende Kommunikations-Infrastrukturen auch für die Zukunft eingeplant werden. In einer Stadt, die sich weiterentwickelt, müssen eventuell existierende Infrastrukturen erweitert oder ersetzt werden. Auch in diesem Bereich gelten die meisten Anforderungstypen, wenn auch in relativ eingeschränkter Weise. Für die reinen Infrastrukturen ist eine Identifikation zum Beispiel für die Berechnung der Nutzung nötig oder auch für die Zuordnung von Aktionen zu bestimmten Personen. Mit der wachsenden Bedeutung der IT-basierten Kommunikation wird auch der Zugang zu den Infrastrukturen wichtiger. Fehlender Zugang kann soziale Isolation und Ausschluss aus vielen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens bedeuten. Für Industrie und Handel ist eine verlässliche IKT-Infrastruktur in vielen Fällen überlebenswichtig. Datenschutz und Privatsphärenschutz sollten grundsätzlich gesichert sein.

*Verkehr/Transport.* Die Abhängigkeit des Verkehrs und Transports von den IKT-Plattformen und Infrastrukturen wächst. Verkehrsleitsysteme, automatische Systeme des öffentlichen Nahverkehrs, Signal- und Regelungsanlagen werden mit anderen Systemen integriert und verkettet. Technologien wie die Car2X-Kommunikation (als Überbegriff für Fahrzeug-zu-Fahrzeug- und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation sowie sonstige automatische IKT-Lösungen) oder die Verwendung von mobilen Geräten zur dynamischen Verkehrssteuerung verursachen zusätzliche Komplexität und vergrößern die Angriffsfläche für IKT-basierte Angriffe. Erfolgreiche Angriffe können die Prozesse in Verkehr und Transport ändern und damit schwerwiegende Folgen auslösen. Solche Angriffe können einen akuten Verkehrsinfarkt auslösen, zum Beispiel bei Manipulationen von Verkehrsleitsystemen oder Ampelanlagen, oder katastrophale Auswirkungen haben, wenn zum Beispiel Signalanlagen und Sicherheitssysteme von Bahnen manipuliert werden.

*Versorgung (Energie, Wasser, Lebensmittel etc.).* Die Abhängigkeit von IKT in der Versorgung ist offensichtlich. Neben der eigentlichen Versorgung (Strom, Gas, Wasser) ist zum Beispiel auch der Verkauf von Lebensmitteln abhängig von funktionierender IKT. Die länderübergreifende Katastrophenschutzübung Lükex 2012 hat gezeigt, welche Auswirkungen Angriffe auf die IKT-Infrastrukturen in diesem Bereich haben können. Ein IKT-bedingter Ausfall der Bargeldversorgung und elektronischer Zahlungsmittel kann die Bevölkerung vor grundlegende Probleme stellen. Steuersysteme für Versorgungsinfrastrukturen bilden ein weiteres großes Feld für Sicherheitsanforderungen und neue Technologien.

*Gesellschaft (Kultur, Vereine, Politik, Demokratie etc.).* Die Abhängigkeit des gesellschaftlichen Lebens von der IKT ist nicht so offensichtlich. Innerhalb einer Stadt funktionieren noch viele Bereiche des gesellschaftlichen Lebens auf direkter persönlicher Ebene. Das wird auch in der Stadt der Zukunft ein grundlegender, wichtiger Teil des gesellschaftlichen Lebens sein. Trotzdem verlagern sich große Bereiche in die IKT. Vereine und Parteien organisieren sich über IT-Netze, Bekanntmachungen über kulturelle Ereignisse werden mehr und mehr elektronisch, Diskussionen und Gedankenaustausch wird über offene oder geschlossene Plattformen (zum Beispiel Foren) geführt etc. Der Zugang zu diesen Kommunikationsmedien muss allen Bürgern offenstehen. Sichere Identifikation sollte in diesem Bereich selektiv nur dort erfolgen, wo sie tatsächlich angezeigt ist. Einiges wird unter Pseudonym oder komplett anonym ablaufen können.

*Zivile Sicherheit.* IKT- und zivile Sicherheit bedingen sich zueinander. Einerseits kann sichere IKT wichtige Beiträge zur zivilen Sicherheit liefern, indem zum Beispiel neuralgische Punkte in der Stadt per digitaler Video-Überwachung mit computergestützter Auswertung abgesichert werden. Sensornetze können ebenfalls die Prozesse der zivilen Sicherheit unterstützen. Zu beachten sind dabei die Anforderungen an Datenschutz und Schutz der Privatsphäre. Der zweite Bereich ist der Schaden, der durch Angriffe auf die IKT-Plattformen in Bezug auf die zivile Sicherheit in der Stadt verursacht werden kann. Um solche Angriffe zu verhindern oder frühzeitig zu erkennen, müssen die IKT-Plattformen der Stadt entsprechende Sicherheitsmechanismen bereitstellen. Diese können allerdings nicht aus Firmennetzen übertragen werden, da die Anzahl unterschiedlichster Prozesse und Sicherheitsanforderungen in der Stadt der Zukunft eine nicht mit Firmennetzen vergleichbare Infrastruktur erfordern.

### 5.3 SICHERHEIT ALS BESTANDTEIL DER IKT-PLATTFORM

Die Schnittstellen zur IKT-Plattform der Stadt der Zukunft können über Daten, Dienste, Prozesse und Communities beschrieben und klassifiziert werden. Auf allen vier Ebenen müssen Sicherheitsmechanismen zur Verfügung stehen, um die Gesamtsicherheit der Anwendungen auf IKT-Plattformen gewährleisten zu können. Außerdem muss auch innerhalb der IKT-Plattform IKT-Sicherheit realisiert werden, damit diese Schnittstellen auf einem verlässlichen Fundament betrieben werden können. In den folgenden Abschnitten werden kurz die Bestandteile der IKT-Plattformen skizziert, über die jeweils bestimmte Sicherheitstechnologien verfügbar gemacht werden. Diese Bestandteile können als (komplexe) Sicherheitsfunktionen der IKT-Plattform der Stadt der Zukunft gesehen werden. Für die Gesamtsicht der IKT-Sicherheit ist ein klar geregeltes und überwachtens Zusammenspiel dieser Sicherheitsdienste und Sicherheitsplattformen nötig.

*Sichere Kommunikation.* Sichere Kommunikation kann in der Stadt der Zukunft als Basisdienst als Bestandteil der urbanen Dienste angeboten werden und in Prozesse eingebunden werden, beziehungsweise Communities unterstützen. Ein entsprechender Dienst ist auch in modernen Städten mit gut ausgebauter IKT-Infrastruktur nicht vorhanden. Dieser Basisdienst der sicheren Kommunikation könnte in der Verwaltung, der Versorgung, Wirtschaft und Handel, für einzelne Bürger, in der Politik und in anderen Bereichen des städtischen Lebens angeboten werden. Im Spannungsfeld zwischen eindeutiger Identifikation und Datenschutz sollten verschiedene Identifikationsstufen (von sicherer persönlicher Identifikation bis hin zur vollen Anonymität) in dem Basisdienst angeboten werden.

*Sichere Sensorik-Plattformen.* Eine Datenquelle für einen speziellen Typ von urbanen Daten und Prozesse zur Verarbeitung dieser Daten können sichere Sensorik-Plattformen liefern. Mögliche Ziele für Daten aus Sensornetzen können die Verbesserung der zivilen Sicherheit oder die Überwachung von Infrastrukturen sein. Bei großen Datenmengen kann zur Auswertung eine sichere Anbindung an cloudbasierte Dienste nötig oder sinnvoll sein. Je nach Anwendungsgebiet haben Sensornetze eine starke Datenschutzrelevanz, die entweder direkt über die Datenschnittstellen zu den IKT-Plattformen umgesetzt werden können oder in den Prozessen berücksichtigt werden müssen.

*Sichere Verwaltungsplattformen.* Verwaltungsplattformen existieren in Stadtverwaltungen, werden aber weiterentwickelt; in ihnen können Sicherheitsanforderungen unmittelbar umgesetzt werden. Unter anderem können in den Plattformen direkt Prozesse definiert und überwacht werden, sichere Identifikation als Dienst angeboten werden, Logging und Monitoringdienste realisiert werden und eine Kontrolle von Datenschutzerfordernungen ebenfalls als Dienst vorhanden sein.

*Sichere Business-Plattformen.* Business-Plattformen sind im Moment nicht direkt als Angebot von Städten verfügbar. Im Zeitalter von Vernetzung und Online-Diensten ist aber Industrie und Handel in einer Stadt nicht unbedingt von einer lokalen Ansiedlung von Unternehmen abhängig. Um trotzdem einen Standortvorteil zu bieten, können Städte sichere Business-Plattformen für Unternehmen und Bürger der Stadt anbieten. Dabei steht die Vertrauensbeziehung zwischen Stadt und Nutzer der Plattform im Fokus. Eine solche sichere Business-Plattform kann man als Infrastrukturangebot der Stadt verstehen.

*Sichere (kritische) Infrastrukturen.* Der Bereich der sicheren kritischen Infrastrukturen geht über das Verantwortungsgebiet einzelner Städte hinaus. Trotzdem bilden Städte wichtige Teile der kritischen Infrastrukturen und sind verantwortlich für Betrieb und Versorgungssicherheit auch gegenüber IKT-basierten Manipulationen. Deshalb müssen IKT-Plattformen der Stadt der Zukunft die Basis für sichere IKT-Bestandteile der kritischen Infrastrukturen liefern.

*Schnittstellen zu Dienstleistungen zur Verbesserung der IKT-Sicherheit.* In vielen Bereichen des öffentlichen Lebens, der Kultur, im Sport und auch in Firmen und im privaten Bereich werden Aufgaben der Sicherheit nicht durch staatlichen Organe (Polizei, Ordnungsamt etc.) gewährleistet, sondern ausgelagert an private Dienstleister. Diese Auslagerung hat verschiedene Gründe. Zum einen ist die Polizei durch verfügbare Ressourcen eingeschränkt und kann nicht alle Aufgaben übernehmen, die zum Beispiel zur Absicherung von Großveranstaltungen nötig sind. Außerdem ist eventuell spezielles Fachwissen nötig oder private Sicherheitsdienste werden aus Kostengründen eingesetzt.

Eine ähnliche Entwicklung ist auch im Bereich der IKT-Sicherheit zu erwarten. Hier spielt auch zunehmend das Fachwissen eine Rolle, das nicht ohne Weiteres innerhalb einer Stadtverwaltung aufgebaut werden kann. Externe Dienstleistungen können in den zentralen Bereichen der Netzwerksicherheit eingesetzt

werden (Sicherheits-Monitoring, Verschlüsselungsdienste, Management etc.) und auch direkt zur Verbesserung der Sicherheit für Dienste, Prozesse und Communities eingesetzt werden.

Für IKT-Plattformen bedeutet der Einsatz externer Sicherheitsdienste, dass entsprechende Schnittstellen dafür klar definiert, explizit eingeplant und realisiert werden müssen. Über diese Schnittstellen können die externen Sicherheitsdienstleistungen eng genug angebunden werden, aber trotzdem logisch klar getrennt ablaufen.

#### 5.4 BASIS TECHNOLOGIEN MIT ENTWICKLUNGSBEDARF IM HINBLICK AUF STÄDTE DER ZUKUNFT

Die folgenden Abschnitte benennen einige ausgewählte Basistechnologien, für die Forschungsthemen klar identifiziert werden können und die im Rahmen der Stadt der Zukunft wichtig werden.

*Neuartige Sicherheitstechnologien.* Der Zugang zu neuartigen Sicherheitstechnologien für die Entwicklung der IKT-Plattformen der Stadt der Zukunft wird nicht direkt aus der akademischen Forschung gelingen. Es existieren bereits viele fortschrittliche Sicherheitstechnologien, die prototypisch implementiert oder sogar marktreif verfügbar sind, aber in der Praxis nicht verwendet werden. Beispiele dafür sind hardwarebasierte Sicherheit für kritische Infrastrukturen oder Zero-Knowledge-Protokolle, die Sicherheit bei gleichzeitiger Anonymität oder Pseudonymität liefern.

Solche Technologien müssen derart in Security by Design-Ansätze eingebunden werden, dass sie für die Entwicklung sicherer IKT-Dienste direkt anwendbar sind, die Eigenschaften verstanden werden und eine sichere Integration unterstützt wird. Für viele besondere Anforderungen der Stadt der Zukunft ist auch eine Weiterentwicklung der Sicherheitstechnologien erforderlich. Als Beispiel können hier die biometrischen Verfahren genannt werden, bei denen durch die Kombination mehrerer Modalitäten (zum Beispiel Iris und Gesicht) sowohl Verlässlichkeit und Sicherheit als auch Komfort und Benutzbarkeit verbessert werden können.

*Vertrauenswürdige IKT-Kernnetze.* Ein integraler Bestandteil von IKT-Plattformen der Stadt der Zukunft sollte ein vertrauenswürdigen und verlässliches IKT-Kernnetz sein. In einem solchen Netz würden einzelne Komponenten gegenseitig ihren

*Gesundheitszustand* prüfen und Veränderungen und Angriffe könnten schnell erkannt werden. Verteiltes Sicherheits-, Informations- und Ereignismanagement (SIEM) sowie verteilte Reaktionen auf Angriffe können (wie bei einem Immunsystem) Infektionen verteilt erkennen und direkt die Verbreitung eindämmen. So ein verteiltes SIEM- und Reaktionssystem kann auch als Dienst (zum Beispiel aus der Cloud) angeboten werden. Notwendig ist eine Kombination aus technischer Unterstützung und Sicherheitsbewusstsein für alle Beteiligten (Bürger, Wirtschaft, Stadtverwaltung, Politik).

*Big Data.* Eine komplexe IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft muss riesige Datenmengen verarbeiten. Für die öffentliche Sicherheit und auch die Sicherheitsüberwachung der Plattform selbst sollen Teile dieser Datenmengen schnell und effizient ausgewertet werden. Gleichzeitig muss der Widerspruch zwischen Verwertung dieser Datenmengen und Datenschutz berücksichtigt werden. Hier gibt es Forschungsbedarf von der sinnvollen Nutzung der Daten bis hin zum ausreichenden Schutz der Privatsphäre und dem Datenschutz.

*Trust Areas.* Aktuell haben Endanwender (und zum Teil Firmen) keine oder nur eingeschränkte Informationen über den (Echtzeit-) Zustand relevanter technischer Infrastrukturen, inklusive ihrer eigenen an der Infrastruktur betriebenen Geräte. Wenn sich Personen durch eine Stadt bewegen, haben sie auch keine explizite Information zu möglichen Bedrohungen und Risiken in bestimmten Stadtvierteln. Trotzdem gibt es eine Reihe von Parametern, die unbewusst oder teilweise bewusst ausgewertet werden und ein bestimmtes Bauchgefühl erzeugen. Entsprechend diesen Parametern wird man das Verhalten an das empfundene Risiko anpassen. In technischen Infrastrukturen gibt es kein Äquivalent zu diesem Bauchgefühl. Benutzerschnittstellen sind nicht in der Lage, solche Informationen zu transportieren, und außerdem werden keine Informationen zum Sicherheitszustand von IT-Netzen oder bestimmter Komponenten (Server, Clients, Einwahlknoten etc.) an den technische Schnittstellen verfügbar gemacht. Je mehr Prozesse aber in IT Infrastrukturen verlagert werden, desto mehr ist es nötig, dass Menschen in die Lage versetzt werden, entsprechend dem jeweiligen Risiko bestimmte Aktionen auszuführen oder lieber darauf zu verzichten. Ein triviales Beispiel ist die Abfrage des aktuellen Wetterberichts gegenüber dem Stöbern, Einkaufen und Bezahlen über das Internet. Während Ersteres problemlos an jedem beliebigen öffentlichen Terminal (zum Beispiel im Internet-café) möglich ist, wird ein sensibler Nutzer seine Kreditkartendaten nur an bekannten (und besser gesicherten) Geräten verwenden.

In Firmennetzen werden Informationen zum aktuellen Zustand der IT Infrastruktur über das SIEM gesammelt und ausgewertet. In einer Smart City müsste ein ähnlicher Dienst lokal für jeden Nutzer verfügbar sein. Vorstellbar sind dabei SIEM-Dienste als Service beziehungsweise in der Cloud. Durch einen solchen Service entstehen neue Datenschutzanforderungen, da einerseits jeder Nutzer nur den Teil der Sicherheitsinformation sehen können soll, der ihn betrifft, und andererseits auch das Verhalten der verschiedenen Nutzer nicht von globalen SIEM-Anbietern ausgewertet werden soll. Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass SIEM-Systeme in der Smart City nicht unbedingt zentralistisch aufgebaut sein sollten, sondern dezentral oder hierarchisch unter Berücksichtigung der verschiedenen (teilweise widersprüchlichen) Anforderungen. In einer Smart City sollte jeder Nutzer genügend Wissen zur Vertrauenswürdigkeit der Netze, Infrastrukturen und Dienste erlangen können, um eine Entscheidungsgrundlage für sein Verhalten zu haben. Die IT Infrastruktur der Smart City könnte in den physikalischen Netzen und den logischen Overlay-Netzen *Trust Areas* erzeugen, für die der Nutzer die Einhaltung bestimmter Anforderungen erwarten kann.

*Schnittstellen zu Sicherheitsdiensten.* Obwohl Sicherheit sehr oft nicht schon *by Design* in Systeme eingebaut ist, operieren Sicherheitsmechanismen teilweise auf klar definierten Schnittstellen, die die Definition und das Auslagern von Sicherheitsdiensten ermöglichen. Bisher wird dies nur teilweise von existierenden Plattformen unterstützt und existierende Schnittstellen sind sehr technisch und nicht direkt geeignet, um aus Sicht der Stadt der Zukunft Geschäftsmodelle zu definieren. Existierende Schnittstellen sind zum Beispiel standardisierte Schnittstellen zur Verschlüsselung oder Schnittstellen in Betriebssystemen, auf denen Software zum Schutz vor Schadsoftware aufsetzen kann.

Zukünftige Schnittstellen zu IKT-Sicherheitsdiensten müssen technische und organisatorische Fragen integrieren und messbare, bewertbare und abrechenbare Sicherheitsdienste ermöglichen. Außerdem müssen klare Anforderungen an die Dienstleister über diese Schnittstellen formuliert werden können, analog zu Anforderungen an Dienstleister im Bereich der öffentlichen Sicherheit. Studien zeigen, dass die Sicherheit in zukünftigen Städten ein Wachstumsmarkt ist und als Geschäftsmodell bis zu 30 Prozent der durch die Technologisierung der Städte generierten Mehreinnahmen ausmachen kann<sup>86</sup>.

*Zukünftige Energienetze/Versorgungssicherheit.* Eine Smart City bedingt grundlegende Änderungen an Versorgungsinfrastrukturen. Zukünftige Stromnetze (sogenannte *Smart Grids*) benötigen zum Beispiel parallel zum eigentlichen Stromnetz eine Informationsinfrastruktur gepaart mit zusätzlicher vernetzter Sensorik und Aktuatorik. Außerdem ergibt sich weitere Komplexität durch die Verflechtung von Versorgungsprozessen mit anderen Anwendungen aus den Bereichen Transport (eMobility), Kommunikation (geteilte Infrastrukturen) sowie der verteilten Energieerzeugung. Damit müssen Sicherheitsarchitekturen für Smart Grids sowohl die Versorgungssicherheit im Blick haben als auch mögliche Abhängigkeiten und Wechselwirkungen in der Gesamtsicht der Smart City.

*Datenschutz, Privacy und informationelle Selbstbestimmung.* Gegenüber der aktuellen Stadt mit nur wenig vernetzten Infrastrukturen entstehen offensichtlich in einer Smart City grundlegend mehr Daten, so dass die Entwicklung aller technischen Systeme in der Entwicklung zur Smart City auch nach datenschutzrechtlichen Fragen untersucht werden muss. Beispiele für relevante Systeme sind Verkehrsanalyse und intelligente Verkehrsleitsysteme, Smart Grids oder Systeme im Bereich Pflege und Gesundheit. Langfristig sollten Datenschutzaspekte direkt in der Stadtentwicklung berücksichtigt werden. Angestrebt werden sollte *Privacy by Design* für die Städte der Zukunft.

*Sicherheitsplattformen für Mehrwertdienste.* Die Entwicklung zur Smart City besteht nicht nur aus den grundlegenden Technologien zu Versorgung, Verkehr, Kommunikation etc., sondern bietet auch die Basis für neuartige Dienste oder den Ausbau existierender Dienste. Das geht von einfachen Dingen des täglichen Lebens – wie der Pizzabestellung per Internet und Informationsdiensten zu Verkehr und Transport – bis zur Durchführung von Verwaltungsprozessen und der Vernetzung von Pflegediensten und medizinischer Betreuung. Zusätzlich bleiben diese Dienste nicht unabhängig voneinander. Abhängigkeiten entstehen mindestens durch die gemeinsame Verwendung von technischen Infrastrukturen, aber auch kompliziertere Abhängigkeiten sind zu erwarten, wie zum Beispiel im Bereich der Identitätsnachweise (neuer Personalausweis zur Identifikation). Dienstplattformen für die Smart City müssen alle nötigen Sicherheitsmechanismen unterstützen und trotzdem benutzbar und effizient bleiben. Teilweise wird der Nutzer auch Unterstützung bei der Formulierung von eigenen Sicherheitsrichtlinien benötigen, wobei dafür zu sorgen ist, dass diese von den Diensten auch berücksichtigt werden beziehungsweise ihre Einhaltung sichergestellt wird.

<sup>86</sup> GBI Research 2013.

## 5.5 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

Eine vollständig gesicherte und gleichzeitig sinnvoll nutzbare IKT-Plattform ist eine Illusion, genauso wie total sichere Lebensumgebungen im Allgemeinen. Durch IKT können Effizienz und Komfort gesteigert werden, Vertrauen ist aber weniger gut einschätzbar. Die Integration von Sicherheitsdiensten in die verschiedenen Bestandteile der IKT-Plattformen der Stadt können für einige Bereiche eine gute Basis bilden.

Gleiches Sicherheitsniveau für alle Bereiche der IKT ist nicht nötig. Die Städte der Zukunft benötigen *Trust Areas* mit unterschiedlichen (aber vom Nutzer erkennbaren und verlässlichen) Sicherheits- und Datenschutzeigenschaften. Forschungsbedarf besteht unter anderem in den Konzepten für die von den Städten bereitgestellten IKT-Sicherheitsdienste der Integration von IKT-Sicherheit in Datenmodelle und Plattformen, der Weiterentwicklung und der Anpassung von Basistechnologien.

Für die Forschung im Bereich genuiner IKT-Sicherheit (GS) für die Stadt der Zukunft können folgende konkrete Empfehlungen identifiziert werden:

(2.1)-[GS]: *City Security By Design*. Für alle zu entwickelnden IKT-Plattformen ist es notwendig, Sicherheit als Grundbestandteil zu betrachten. Deshalb wird empfohlen, Sicherheitsarchitekturen für die speziellen Anforderungen an die IKT-Plattform der Stadt der Zukunft zu entwickeln. Diese Sicherheitsarchitekturen können dann als Blaupausen für Sicherheit in konkreten IKT-Plattformen dienen und müssen jeweils passend instanziiert werden. Alle Entwicklungsprojekte sollten *Security* und *Privacy by Design* grundsätzlich in den Entwicklungsprozessen für IKT-Plattformen berücksichtigen.

(2.2)-[GS]: *Bereitstellung von Sicherheitsdiensten*. Die Stadt der Zukunft hat nicht nur die Sicherheit der IKT-Plattformen selbst zu gewährleisten, sondern auch Sicherheitsdienste für Bürger, Unternehmen etc. über die IKT-Plattformen anzubieten. Hierzu sollten eigenständige Projekte (oder Teilprojekte integriert in die Entwicklung von IKT-Plattformen) definiert werden, die neue Sicherheitsdienste identifizieren und die

Realisierung und mögliche Geschäftsmodelle evaluieren. Für solche Sicherheitsdienste ist besonders die Benutzbarkeit zu berücksichtigen.

(2.3)-[GS]: *Definition von Sicherheitsschnittstellen*. Die vielfältigen IKT-Sicherheitsthemen in der Stadt der Zukunft können nicht von Stadtverwaltung, Behörden, Polizei usw. vollständig umgesetzt werden. Unterstützung bei Sicherheitsaufgaben aus dem privaten Sektor ist notwendig und ein interessantes Geschäftsmodell. Es wird empfohlen, Schnittstellen der IKT-Plattform zu definieren, worüber Sicherheitsdienstleistungen unabhängig, aber kontrolliert und wohldefiniert erbracht werden können.

(2.4)-[GS]: *Transparente Adressierung des Zielkonflikts Privatschutz-Dienstkomfort*. Um den Dauerkonflikt zwischen informationeller Selbstbestimmung der Bürger und Unternehmen und Wunsch nach verbessertem Prozess-, Dienst- und sogar Sicherheitsangebot zu adressieren, ist der Prozess von Anforderungen über Lösungsentwürfe zu plattformintegrierten Lösungen partizipativ und mit hoher Transparenz zu gestalten.

(2.5)-[GS]: *Prozesszentrierte Sicherheit*: In der Stadt der Zukunft lassen sich viele Sicherheitsanforderungen nicht auf der Ebene modularer Sicherheitseigenschaften (Vertraulichkeit, Authentizität, Verlässlichkeit) beschreiben und durch einzelne, klar separierte Sicherheitsbausteine realisieren. Sie sollten daher aus einer Prozesssicht unter Berücksichtigung dynamischer Abläufe betrachtet werden. Dazu sind prozessmodellbasierte Sicherheitsmodelle zu erforschen und Metriken zur Vergleichbarkeit zu definieren; ebenso müssen Lösungen zur Unterstützung der Prozesssicht entwickelt werden und Mechanismen für Monitoring und für die Analyse großer Datenmengen (Big Data Analytics) sind als Bestandteil der Prozessebene anzubieten.

(2.6)-[GS]: *Sicherheits-Grundlagenforschung*. Neben den in (2.1)-[GS] bis (2.5)-[GS] aufgeführten konkreten Themen wird empfohlen, im Bereich Stadt der Zukunft auch an Grundlagen zur IKT-Sicherheit zu forschen. Offene Fragen gibt es unter anderem in den Spannungsfeldern Echtzeit versus Sicherheit, Datenschutz/Privacy versus Sicherheit und Automatisierung in wenig kontrollierten Bereichen versus Schutz und Sicherheit. In allen diesen Bereichen sind existierende Technologien unzureichend.



## 6. INTEGRATIVE STADTENTWICKLUNG UND CITY INFORMATION MODEL

AUTOR: PETER SACHSENMEIER

BEITRAGENDER: MAX MÜHLHÄUSER

### 6.1 EINLEITUNG

Das folgende Kapitel hebt bewusst nichttechnische Aspekte integrierender IKT für die Stadt der Zukunft hervor und betrachtet sie anwenderorientiert und vor dem Hintergrund der Unterstützung langfristiger *Stadtentwicklung* gemäß Handlungsfeld (3)-[DICS]. Das zentrale Konzept des Kapitels, nämlich ein IKT und Anwendung verbindendes *City Information Model (CIM)*, ist nichtsdestotrotz hochgradig IKT-relevant: Das CIM bestimmt die Details der vier Artefakt-Kategorien Prozesse-Daten-Dienste-Communities gemäß (10)-[WBI].

Stadtentwicklung erfolgt sowohl auf der Grundlage von planerischen Tätigkeiten, etwa Flächennutzungsplänen, als auch als Reaktion auf ungeplante Veränderungen beispielsweise in der Bürgerschaft, etwa bei der Gentrifizierung von Quartieren. Dabei wirken diese beiden Einflussfaktoren oft gegeneinander, das heißt die Planung entspricht nicht den wirklichen Bedürfnissen der Bürger oder deren Handeln führt zu unerwünschten Effekten. Der Planungshorizont heutiger Stadtentwicklungspläne beträgt oft 10-20 Jahre (beispielsweise 15 bei Flächennutzungsplänen). Kurze Reaktionszeiten gelten wegen der Schwierigkeiten bei der Datenerhebung und Genehmigung heute als kaum noch realisierbar. So ist es heute selbst gut funktionierenden Planungsabteilungen kaum möglich, auf kurzfristig veränderte Bedürfnisse der Bürgerschaft beziehungsweise städtische Notwendigkeiten angemessen zu reagieren. Die Situation in *Exploding Cities* gemäß 2.1.1 oder in „maroden“ Städten beispielsweise des ehemaligen Ostblocks, die dringend als *Transforming Cities* verändert werden müssten, ist oft sogar noch deutlich dramatischer. Der Einsatz von IKT hat hier das Potenzial, schnelle und umfassende Planung im Sinne der *ganzheitlichen* Stadtentwicklung<sup>87</sup> zu ermöglichen<sup>88</sup>.

Eines der Ziele von Smart-City-Technologie in diesem Kontext muss es sein, den städtischen Planungsbehörden umfangreiche und gesicherte Daten als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Dieses Ziel ist nur erreichbar, wenn eine ganz neue Qualität der *Integration* gelingt. Dazu folgende Beispiele: Hoch agile Stadtplanung ist eng mit dem *Feld* als Bestandteil der IKT-Plattform für die Stadt der Zukunft zu sehen

(siehe Handlungsfeld (3)-[DICS]), da die nötige Datengrundlage zunächst im Feld erschlossen werden müssen; offensichtlich sind zudem Querbezüge zur urbanen Daten-Plattform gemäß (7)-[WBI] gegeben. Außerdem besteht ein enger Zusammenhang mit dem Baukasten für soziale Bürgernetze (9)-[WBI]. Die Kommunikation zwischen Magistrat und Bürgern sollte selbstverständlich für jeden interessierenden Sektor nicht einseitig sein („Verkündigung“ autonom getroffener Entscheidungen, Datenbereitstellung ohne eigenen Nutzen beispielsweise im Bereich partizipativer Sensornetze), sondern jeweils sinnvoll bidirektional. Durch Partizipationsplattformen wie beispielsweise Bürgerhaushalte, Mängelmelder und – allgemeiner – sogenanntes *Liquid Feedback* lassen sich sehr viel schneller Daten aus der Bevölkerung erheben und die Planungsprozesse so beschleunigen. Bei jeder Einzelmaßnahme muss das Ziel im Blickfeld stehen, die Verwendung und Vernetzung der IKT-Plattform langfristig sinnvoll zu verbessern. Das betrifft beispielsweise die Verflechtung herkömmlicher eGovernment-Anwendungen zu neueren Diensten wie partizipativen Sensornetzen, sozialen Bürgernetzen und innovativen Bürgerdiensten (siehe (3)-[DICS], (8)-[WBI] und (9)-[WBI]).

Besonderes Augenmerk ist bei den Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen auf den immer wieder anzutreffenden Befund zu legen, dass umfangreiche und zeitnahe Datenverfügbarkeit allein noch nicht zu der anvisierten positiven Gesamtentwicklung führt. Geeignete Bereitstellung der Daten ist also nicht ausreichend im Sinne einer Unterstützung integrativer Stadtentwicklung. Bei genauerer Analyse ist die Ursache mehrheitlich in mangelnder Innovation im Bereich zugehöriger Prozesse zu finden. Die Planungsunterstützung selbst muss sich von statischen Entscheidungsprozessen hin zu agiler Teamarbeit ändern, bis hin zur Anpassung der Verfahrensvorschriften und weiteren gesetzlichen Randbedingungen. Hierzu sind neuartige Interaktions- und Kollaborationstechniken notwendig, wie unter (5)-[DICS] gefordert. Das Gesamtziel effizienter Entscheidungen auf der Basis konkreter, möglichst vollständiger und aktueller Daten unter Einbeziehung aller beteiligten Stakeholder muss die Anstrengungen in diesem Bereich prägen. Je nach Anwendungsfall sind dabei beispielsweise ad hoc unterschiedliche Experten, zum Beispiel

<sup>87</sup> Löw 2010.

<sup>88</sup> Komninos et al. 2012.

der örtlichen Energieversorger, gemeinsam mit Stadtplanern und betroffenen Bürgern in den Entscheidungsprozess einzu-beziehen. Ein weiteres Ziel ist die wesentlich verbesserte und effizientere Nutzung städtischer Ressourcen.

Wie schon im Zusammenhang mit Abbildung 3.2 angesprochen, stehen die hier angesprochenen, relativ IKT-fernen Themen der Stadtentwicklung doch im unmittelbaren Zusammenhang mit der IKT-Plattform. Das spiegelt sich wider in der zentralen Rolle des integrierenden *City Information Model (CIM)*. In seiner Eigenschaft als Informationsmodell umfasst es definitionsgemäß Konzepte, Beziehungen, Einschränkungen, Regeln und Transaktionen. Damit bildet es den semantischen Rahmen für den Darstellungsbereich Stadt der Zukunft. Ein solches CIM soll eine kommunizierbare, stabile und organisierte Struktur der Informationsanforderungen für die Städte der Zukunft bilden.

## 6.2 ERFASSUNG DES GESTALTUNGSRAUMS UND ÜBERBLICK ÜBER WEITERE HANDLUNGSFELDER

Da ein *City Information Model* integrativ und zukunftsfähig sein muss, ist der Erfassung aller Dimensionen städtischer Belange, Bestandteile und Abläufe besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Deshalb wird ein eigenes Handlungsfeld für die vollständige und adäquate Erfassung des Gestaltungsraums einer Stadt der Zukunft vorgeschlagen. Dieses muss insbesondere eine Ordnungsmöglichkeit für die Beschreibung der entsprechenden Elemente in einer am Nutzer orientierten Sprache und die Abbildung dieser Elemente auf verschiedene Realisierungsebenen

bieten. Eine besondere Herausforderung besteht darin, Konzepte und Terminologie zwischen Domänenexperten und IKT-Experten zu vermitteln. Beispielhaft wird in Abbildung 6.1 vereinfacht die Informationsarchitektur nach Zachman<sup>89</sup> wiedergegeben. Der Begriff ist hier etwas irreführend, denn das Konzept ist hier als Beispiel für ein Modellierungs-Rahmenwerk angeführt – und zwar deshalb, weil es seit vielen Jahren erprobt und erfolgreich ist; hier soll es nur als Anhaltspunkt für das vorgeschlagene Handlungsfeld dienen.

Aus Sicht der integrativen Stadtentwicklung kann ein *City Information Model (CIM)* wie erwähnt die *gemeinsame Sprache* sein, über welche die diversen Domänenexperten und die IKT-Experten kommunizieren und kooperieren. Der Einflussbereich einer solchen Lingua Franca ist definitionsgemäß unbegrenzt. Das vorliegende Dokument verzichtet daher auf die systematische Behandlung der relevanten Einsatzgebiete in der Stadt der Zukunft. Stattdessen werden drei Bereiche herausgegriffen, die domänenunabhängig das Spektrum der Einflussbereiche deutlich machen und dabei drei aus Sicht der Autoren zentrale Anliegen hervorheben:

- Das CIM kann Grundlage sein für eine neue Qualität der Evaluation einer Stadt, beispielsweise was den erreichten Stand im Rahmen eines eingeschlagenen Entwicklungspfad betrifft oder was den Städtevergleich angeht; in diesem Sinn wird in Unterkapitel 6.3 auf Aspekte der Verwendung eines CIM für *Indikatoren-Bestimmung* eingegangen; die Ermittlung und Verwaltung solcher Indikatoren erfordert insbesondere für einen *Städtevergleich* vertrauenswürdige dritte Parteien;

Abbildung 6.1: Informationsarchitektur gemäß Zachman 1999

	WHY	HOW	WHAT	WHO	WHERE	WHEN
CONTEXTUAL	Goal List	Process List	Material List	Organisational Unit & Role List	Geographical Locations List	Event List
CONCEPTUAL	Goal Relationship	Process Model	Entity Relationship Model	Organisational Unit & Role Relationship Model	Locations Model	Event Model
LOGICAL	Rules Diagram	Process Diagram	Data Model Diagram	Role Relationship Diagram	Locations Diagram	Event Diagram
PHYSICAL	Rules Specification	Process Function Specification	Data Entity Specification	Role Specification	Location Specification	Event Specification
DETAILED	Rules Details	Process Details	Data Details	Role Details	Location Details	Event Details

Quelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/The\\_Zachman\\_Framework\\_of\\_Enterprise\\_Architecture.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/The_Zachman_Framework_of_Enterprise_Architecture.jpg) [Stand: 15.4.2014]  
 Bild: Ideasintegration, Text: SunSwOrd; übernommen gemäß Wikimedia Commons Lizenz <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>

<sup>89</sup> Zachman 1999.

die Autoren des vorliegenden Berichtes sehen die acatech durchaus als möglichen Kandidaten für eine solche Rolle oder als Evaluator solcher Parteien, weshalb dieses Thema hier mit aufgenommen wurde.

- Die genuine Rolle des CIM liegt in der Vermittlung zwischen Domänen- und IKT-Experten, weshalb sich Unterkapitel 6.4 diesem zentralen Aspekt widmet.
- „Stadt der Zukunft“ symbolisiert Entwicklung und Veränderung, da der Begriff eine Abgrenzung von der jeweils heutigen Stadt transportiert; somit kommt Prozessen und deren Steuerung eine herausgehobene Rolle zu; deshalb beschäftigt sich Unterkapitel 6.5 mit der Gestaltung dieser Prozesse in dem Sinne, dass ihr *wunschgemäßer* und *regelkonformer* Verlauf und Fortschritt sichergestellt werden muss; der in 6.5 behandelte Aspekt *Governance* wird in diesem Sinne verstanden.

### 6.3 MESSUNG: INDIKATOREN FÜR DAS THEMA STADT DER ZUKUNFT

Um die Herausforderungen an die Stadt der Zukunft auf konkrete Städte abzubilden, wurden bereits in einer Vielzahl von Studien so genannte Indikatorenherangezogen. Die Organisationen, welche Indikatoren bereitstellen, reichen von Unterorganisationen der Vereinten Nationen wie „Habitat“ über alle großen IKT-Anbieter bis hin zu zahlreichen NGOs und sogar privaten Anbietern, die bereits fertige und mit Zahlen hinterlegte Indikatoren für zahlreiche große Städte auf kommerzieller Basis anbieten. Einige Beispiele wurden eingangs von Kapitel 4 genannt. Es gibt also bereits zahlreiche vergleichende Studien von Städten auf der Basis von (unterschiedlichen) Indikatoren.

Indikatoren stehen in einem politischen Kontext, denn sie repräsentieren unterschiedliche Stoßrichtungen, die teils in Konflikt zueinander stehen (beispielsweise „Nutzung erneuerbarer Energien“ oder „billig verfügbare Energie für alle“ bei der Energiewende-Diskussion in Deutschland).

Idealerweise sollten sich die Auswahl und Gewichtung von Indikatoren an ihrer Relevanz orientieren, die wiederum am demokratisch ermittelten Gewicht absehbarer beziehungsweise wünschenswerter Entwicklungen und übergeordneter Ziele wie Nachhaltigkeit und Risiken ausgerichtet werden sollte. Einzubeziehende Themenfelder sind beispielsweise Bevölkerungsdichte,

Wachstumsdynamik, Ansiedlung/Infrastruktur, soziale Unterschiede, Risiken, Management und Governance sowie Umweltschutz. Deren Vielzahl legt eine systematische und hierarchische Ordnung nahe, beispielsweise wie nachfolgend angedeutet:

1. *Soziale Indikatoren*: Bevölkerungswachstumsrate, Bevölkerungsdichte, Migrationsraten, Armutsraten, soziale Kluft, Einkommensunterschiede, Kriminalitätsraten, Armutsviertelanteile, Arbeitslosigkeit, Gesundheitsaspekte des Wohnens
2. *Wirtschaftliche Indikatoren*: Entwicklung der städtischen Wirtschaft, Wachstums des Bruttosozialprodukts, Arbeitslosigkeit, Zugang zur öffentlichen Transportinfrastruktur, Qualität des öffentlichen Transportwesens, Qualität des Transportnetzwerks, Defizite der Infrastruktur, Risiken bei Katastrophen
3. *Umweltindikatoren*: Umweltverschmutzung, Verschmutzung von Grund- und Trinkwasser, Qualität der Abwässer, Müllkapazitäten, Landversiegelungsgrad, Zersiedelungsgrad, Brachenanteil, Zerstörung der Umwelt und Biodiversität, Risiken durch Natur- und Industriekatastrophen.

Besondere Beachtung ist dem Umstand zu schenken, dass sich künftige Mega-Cities, vor allem in Schwellenländern, dramatisch von heutigen europäischen Städten unterscheiden werden, beispielsweise infolge der Bündelung aller lebensrelevanten Funktionen einschließlich zum Beispiel Agrarwirtschaft im städtischen Bereich. Dieses Beispiel zeigt, dass indikatorgestützte Ansätze Gefahr laufen, in ihrer vermeintlichen Beständigkeit kein ausreichendes Bild zu vermitteln von der ungeheuren Dynamik der entstehenden großen Städte der Zukunft und deren vielschichtiger Infrastruktur, Prozesse und ständiger Anpassung der Menschen an diese sich verändernden Lebensbedingungen – gekennzeichnet beispielsweise von einer aktuellen Zunahme der Stadtbevölkerung um ca. 60 Millionen pro Jahr<sup>90</sup>, also um über eine Million Menschen pro Woche. Dies ist kritisch zu reflektieren, wenn Indikatoren-Modelle zur Verprobung der Vollständigkeit beziehungsweise des Abdeckungsgrades von Stadter-Zukunft-Projekten eingesetzt werden.

*Informelle Betrachtung einiger grundsätzlicher Annahmen.* Es gibt wenig Grund zur Annahme, dass soziale Unterschiede in den Städten der Zukunft verschwinden werden. Dazu wird auch

<sup>90</sup> Entnommen aus der Webseite der Weltgesundheitsorganisation, URL : [http://www.who.int/gho/urban\\_health/situation\\_trends/urban\\_population\\_growth\\_text/en/](http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/urban_population_growth_text/en/) [Stand: 15.4.2014].

die gegenüber heute noch weit größere Bedeutung von Qualität und Umfang des Zugangs zu IKT beitragen. Im Kontext der künftigen Stadt wird IKT die Form multimedialer, multisensorischer digitaler Ressourcen (Internet, Cloud usw.) annehmen, die die Lebenswirklichkeit in der Stadt ebenso wie den Umgang mit dem Selbst (quasi als Externalisierung der eigenen Persönlichkeit) erheblich bestimmen werden. Jeder qualitative Unterschied dieses Ressourcenzugangs wird sich als sozialer Unterschied manifestieren.

In Anlehnung an Kapitel 2 kann davon ausgegangen werden, dass Kernnetzwerke auf Basis von Internet-Technologie als Infrastruktur für Datenverarbeitung, Gebäude, Sensorik usw. dienen werden. Diese Kernnetzwerke werden in großer Zahl Verbindungen zu weiteren Ressourcen schaffen, neben Kommunikationsnetzen und Clouds beispielsweise auch georäumliche Plattformen, Ausprägungen des *Internet der Dinge* und *des Internet der Dienste* sowie weitere multimediale und multisensorische Dienste. Diese werden einerseits über Zugangsnetzwerke noch größerer Diversität als heute den Bürgern zugänglich gemacht, andererseits aber auch die „Smartness“ der Städte der Zukunft realisieren und beispielsweise Koordinationsaufgaben in der Telekommunikation, beim Verkehrsmanagement, bei der Automatisierung von Gebäuden, bei Zugängen aller Art und bei Sicherheitssystemen ermöglichen. Dabei wird auch das *always on*-Paradigma zunehmend Realität werden und in großem Stil öffentlichen Zugang zu den Daten der Stadt und ihrer intelligenten Analyse schaffen, Echtzeit-Kontrolle für Geräte ermöglichen und Echtzeit-Informationen einschließlich physischer Erlebbarkeit von Ereignissen (virtuelle Teilhabe).

Da die konkrete Ausgestaltung und permanente Weiterentwicklung eines Indikatorenmodells wie erwähnt eine große Herausforderung (und damit eine eigene Handlungsempfehlung) darstellt, soll aus den informell und exemplarisch gestreiften Grundannahmen hier nur skizzenhaft abgeleitet werden, welche elementaren *Entwicklungsstufen* der IKT für Städte der Zukunft (in zeitlicher Abfolge, mit Überlappungen) sich hieraus beispielhaft ableiten lassen: Das könnte den Reifegrad der Netzwerk-Infrastruktur sowie der digitalen Inhalte und Kommunikation betreffen, die „Smartness“ der für Wirtschaft und Bürger zugänglichen Dienste und „Communities“ (einschließlich der Qualität der Nutzererfahrung unter Nutzung verschiedenster Geräte und Interaktionskonzepte) und vieles mehr. Das in diesem Dokument

vorgeschlagene Gerüst von Handlungsfeldern bietet sich als erste Grundlage zur Verfeinerung dieser Aspekte an.

Dabei wird das Desiderat konsistenter Dienstangebote durch die weiter wachsende Anbietervielfalt ebenso bedroht wie durch eine Vielfalt an Geschäftsmodellen, die seitens der – nach wirtschaftlichen Lösungen suchenden – Städte zu erwarten sind. Auch das in diesem Kontext zu erwartende zunehmende Branding wird sich auf die Ausprägung der ICT-Strukturen künftiger Städte auswirken.

## 6.4 IKT-ORIENTIERTE MODELLIERUNG

IKT-seitig bestimmt das CIM die Datenformate (Schablonen) für digitale Artefakte wie in 3.4 eingeführt. Klassischerweise betrifft die Abbildung solcher Modelle auf IKT die verwendeten Daten, ggf. auch (Geschäfts-)Prozesse und Funktionalität. Letztere schlägt sich nach der Vision des vorliegenden Dokumentes zunächst in Basisdiensten der Smart-City-Dienstplattform nieder; das CIM sollte aber auch für (primär von der Wirtschaft wettbewerblich entwickelte) nichtelementare Dienste den Modellierungsrahmen schaffen. Darüber hinaus postuliert das vorliegende Dokument ja die Notwendigkeit einheitlicher *Community*-Modelle im Sinne des Bürgernetz-Baukastens und der darauf aufbauenden Bürgernetze. Auch dieser vierte Bereich entsprechend Unterkapitel 3.4 sollte vom CIM abgedeckt werden.

*Vielfalt existierender City Information Models.* Bei der Analyse bisher entwickelter CIM-Ansätze lassen sich mehrere Klassen von Modellen erkennen. Neben politischen und kulturellen Einflussfaktoren auf deren Entstehung bestimmt die (bislang häufig eher fokussierte als generische) Zielsetzung diese Diversität.

*Zentralistische Modelle.* Vor allem große etablierte Hersteller versuchten eine Art cityweites Betriebssystem<sup>91</sup> zu schaffen als Software-Plattform, die der schnellen Verbreitung und Nutzung urbaner Technologien und cyber-physikalischer Systeme dient. Treiber hierfür waren Zielsetzungen wie softwarebasierte Echtzeit-Kontrolle, Datenbeschaffung und Lebenszyklusmanagement. Zugehörige Modellstädte wurden mit entsprechenden IKT-Lösungen ausgerüstet. Vornehmlich die zentralistischen, aber auch andere Modelle binden neue Geräte und Anwendungen über Schnittstellen nach dem *Service-Oriented Architecture* (SOA-) Konzept ein. Die Anbieter zielen dabei auf zwei Kernmärkte:

<sup>91</sup> Der Begriff Urban Operating System (UOS™) wurde von der Initiative *Living PlanIT* geprägt, URL: [http://www.living-planit.com/UOS\\_overview.htm](http://www.living-planit.com/UOS_overview.htm) [Stand: 15.4.2014]

- die zunehmend intelligenteren Gebäude und weitere Infrastruktur
- Maschinen-zu-Maschinen-Kommunikation, das heißt die Interaktion von als cyberphysikalisches System integrieren Geräten, einschließlich Smartphones, Fahrzeugen, Robotern, Sensoren etc.

Auch die Anbieter von Geoinformationssystemen versuchen, breiter nutzbare Stadtmodelle am Markt zu positionieren. Als Beispiele seien die Firmen GeoDataSource (auf Text-Basis) und Fugro Earth Data (in 3D) genannt, die ihre Modelle kommerziell über das Internet vertreiben.

Eine Reihe weiterer Modelle entstand im Zusammenhang mit IKT-Lösungen, die zunächst im Bereich Notfall- und Katastrophenrettung entwickelt wurden. Ein Beispiel ist hier IBM, eine Firma, die inzwischen in vielen Bereichen städtischer IKT tätig ist und einen proprietären "City Data Model Standard" verwendet. Der Ursprung dieses Modells schlägt sich beispielsweise noch darin nieder, dass als Auslöser von Handlungen ein Konzept verwendet wird, das dem "Common Alerting Protocol" entspringt; hierin werden Kategorien des (US-) National Incident Management System (NIMS) verwendet, konkret das sogenannte National Information Exchange Model (NIEM). Dieses eignet sich besonders für den Austausch von Daten unter Regierungsstellen. Für die Raumbeschreibung nutzt IBM OpenGIS Geography Markup Language (OGC), ergänzt durch OpenGIS Location Services (OpenLS). IBM bietet auch eine ganze Reihe von fertigen Beschreibungen für verschiedene städtische Teilbereiche (wie städtischen Verkehr mit einem Kontrollzentrum) an. Als beispielgebende Entwicklung sei noch erwähnt, dass für Städte ein sogenanntes „Intelligent Operations Center for Smarter Cities“ angeboten wird.

*Notwendige Ergänzung von Datenmodellen durch Geoinformationssysteme (GIS).* Der oben genannte Ursprung etlicher allgemeiner städtischer IKT-Lösungen in Speziallösungen für Notfall- und Katastrophenrettung führte dazu, dass in diesem Zusammenhang die Verknüpfung mit GIS-Daten zuerst systematisch entwickelt wurde. Neben der oben genannten Lösung von IBM gingen auch SAP, Cisco, Siemens und andere diesen Weg. GIS-Daten waren zuvor im Wesentlichen auf den Bereich Stadtplanung und Landmanagement beschränkt, wie in Kapitel 7 weiter detailliert ausgeführt wird.

Die Lösungen für Notfall- und Katastrophenrettung folgen, sehr grob verallgemeinert, häufig folgendem iterativem Ablauf:

1. Erfassung der Risikoindikatoren einer Stadt (Ausmaß/Frequenz; wirtschaftliche, soziale und Umwelrelevanz)
2. Datenerfassung und Analyse (Satelliten, Scans, topografische Daten, Infrastrukturdaten)
3. Integration in ein Geoinformationssystem (GIS)
4. Gefahrenbeurteilung und Erstellung von Risikoszenarien und Brennpunktbeurteilungen (für Notfallplanungen, Frühwarnsysteme, Evakuierungen)

Diese vereinfachte Aufzählung verdeutlicht, dass die Verallgemeinerung solcher Systeme aufgrund ihrer „Altlasten“ die Gefahr birgt, umfassendere Problemstellungen und städtische Gegebenheiten nur unzureichend abzubilden. Eine Herausforderung stellt auch die Tatsache dar, dass die Komplexität künftiger Mega-Cities alles bisher Realisierte bei weitem übertrifft. Dies führt zurück zur Forderung aus Unterkapitel 6.1, bei der CIM-Erstellung eine möglichst umfassende Systematik zugrunde zu legen, statt Flickschusterei auf Basis vorhandener spezialisierter Teilmodelle zu betreiben.

Dabei ist auch der rapide Fortschritt der technologischen Entwicklung zu berücksichtigen. Beispielsweise entwickeln sich GIS-Systeme rasant weiter mit dem Einzug neuer Generationen von Laser-Erfassungssystemen. Diese können nicht nur wie bei Google Street View™ auf Autos montiert werden, sondern auch auf Robotern zur Vermessung von Wohnungen und Gebäuden, auf Rucksäcken etc. Sie vermessen heute mit nie dagewesener Genauigkeit und Detailtiefe die modernen Infrastrukturen, derzeit mit bis zu 3 Millionen Bildpunkten pro Sekunde. Auf diese Art und Weise kann zum Beispiel die Vermessung von Straßen, Gebäuden und sichtbarer Infrastruktur einer Großstadt wie Berlin mit seinen ca. 9.000 Straßenkilometern innerhalb weniger Wochen geschehen. Die resultierenden Daten sind hochaktuell und können vielfältig von der Stadt, der Wirtschaft und den Bürgern genutzt werden.

Als weiteres Beispiel für die Entwicklungsgeschwindigkeit sei erwähnt, dass die Verbindung von GIS mit Big Data-Konzepten beispielsweise für die Umweltdatenverarbeitung erheblich weiter greift als das früher bei *Building Information Models (BIM)* üblich war. Leistungsfähige Software zur Analyse von

Mikroklimata mithilfe von 3D-GIS wird bereits vertrieben. Künftig sind interoperable GIS-basierte City Information Models denkbar und wünschenswert, die sich als Instrument zur Analyse und Simulation von Wechselwirkungen und Szenarien über viele Domänen hinweg eignen. Analyse und Simulation müssen dabei auch ein nachhaltiges Städtemanagement unterstützen, das möglichst viele Wechselwirkungen zwischen Einflussfaktoren und beteiligten Akteuren aufnehmen kann. Nur ein integrierter Modellierungsansatz wie in Unterkapitel 6.1 gefordert macht es möglich, einerseits in städtischen Teilbereichen beherrschbare Entwicklungen voranzutreiben (beispielsweise Energie, Transport, Umwelt, Wasser, weitere Infrastrukturen, Bürgerdienste etc.), andererseits dann sukzessive viele weitere Faktoren (beispielsweise Sozialfaktoren wie Inklusion) hinzunehmen und integrierte Lösungen zu erarbeiten.

Als wichtiger Standardisierungsansatz ist hier noch die Beschreibungssprache CityGML zu erwähnen als Versuch, einen Standard für die Modellierung und den Austausch von 3D-Stadt- und Landschaftsmodellen zu etablieren.<sup>92</sup> CityGML ist auch bei einigen deutschen Städten im Einsatz, bei weiteren wird die Verwendung erwogen. Der Standard definiert fünf sukzessive Detailniveaus; über Application Domain Extensions (ADEs) können nicht vorhergesehene Zusatzdaten integriert werden wie Wärmeabstrahlung – um ein Beispiel zu nennen. Die Weiterentwicklung zu einem Web-3D-Service-Standard ist im Gange. Für weitere Beschreibungen, Videos, Webinare, Blogs etc. sei auf die Webseiten der Online-Magazine *Directions Magazine*<sup>93</sup> und *GIS Cafe*<sup>94</sup> verwiesen sowie auf Kapitel 7.

Derzeit kann der deutschen und teilweise auch europäischen Forschung und Entwicklung für GIS-basierte Software-Lösungen in Teilbereichen eine gute Wettbewerbsposition bescheinigt werden. Aufgrund des geradezu explodierenden weltweiten Interesses ist diese Position allerdings höchst gefährdet. Daher wird dringend empfohlen, einen der Förderungsschwerpunkte der deutschen Smart-City-Strategie auf den Bereich der GIS-basierten integrativen Stadtentwicklung zu legen. Wie erwähnt, wird Kapitel 7 dieses Fokusthema genauer behandeln, an dieser Stelle sei aber nochmals die besondere Bedeutung von Lösungen und Schnittstellen hervorgehoben, die dem in Kapitel 3 ausgeführten Konzept einer *wettbewerbs- und bürgerorientierten Infrastruktur* (WBI) folgen und

dabei insbesondere geeignete Daten-, Dienst-, Prozess- und Community-Schnittstellen gemäß (10)-[WBI] anbieten. Auf Basis eines CIM, das die Sichtweise der GIS-Forschung prominent abbildet, ließen sich beispielsweise cloudbasierte Angebote auf Basis von Modellen mit besonders reichhaltiger Semantik (Semantically Rich Models) entwickeln. Dies könnte für darauf aufbauende wirtschaftliche, soziale, umweltrelevante oder sonstige Angebote einen besonderen Wettbewerbsvorteil darstellen. Davon könnten Dienstleistungsanbieter profitieren, die genuine Themenstellungen von Stadtverwaltungen privatwirtschaftlich ergänzen (Energieflüsse, Verkehrsflüsse, Verschmutzungszustände, Verwaltungsprozesse und vieles mehr).

Wie in 7.6 näher betrachtet wird, sind GIS-Anwendungen auch im angestammten Bereich der Stadtplanung weiterzuentwickeln, insbesondere in Richtung realzeitnaher *Simulation und Entscheidungsfindung* einschließlich der Verknüpfung mit Stakeholder-Management und Bürgerbeteiligung.

Das Entwicklungspotenzial GIS-basierter Lösungen ist ungebrochen groß. So besteht insbesondere großer Forschungs- und Entwicklungsbedarf in den Bereichen Interaktionskonzepte und Visualisierungstechniken (allgemeiner: multimodale Präsentationstechniken) unter zwei Betrachtungswinkeln:

1. der Identifikation wünschenswerter Funktionalität (beispielsweise in den Bereichen Suche, Filterung, Aggregation, Trendanalyse, Optimierung usw.) und ihrer Abbildung auf Interaktionskonzepte und Präsentationstechniken;
2. Zuschnitt auf unterschiedliche Nutzerrollen (vom Experten über den Wirtschaftstreibenden beziehungsweise Entscheider bis zum Bürger, beispielsweise als Interessent, aktiv Beitragender, Kleinstunternehmer usw., und nicht zuletzt im Sinne der Inklusion von Menschen mit Behinderungen).

*Dezentrale und hybride City Information Models.* Bei allen im vorliegenden Unterkapitel angestellten Betrachtungen gebietet es schon die erforderliche Skalierbarkeit, dass eine Abkehr von den eingangs diskutierten, bislang noch dominierenden zentralistischen Lösungen erfolgt. Stattdessen muss im Rahmen der Förderung dringend die Unterstützung föderierter und vollwertig verteilter Konzepte vorangebracht werden.

<sup>92</sup> Einführende Information findet sich unter anderem auf den Webseiten mit folgenden URL : <http://www.opengeospatial.org>, <http://www.isotc211.org>. [Stand jeweils: 21.4.2014].

<sup>93</sup> URL: <http://www.directionsmag.com> [Stand: 15.4.2014].

<sup>94</sup> URL: <http://www.giscave.com/> [Stand: 15.4.2014].

Bereits im Zusammenhang mit der Einführung der DICS-Vision in Kapitel 2 wurde deutlich, dass IKT-Architektur und Beteiligung von Stadt, Wirtschaft und Bürgern dem Desiderat *integrativer* statt *IKT-getriebener* Stadtentwicklung folgen muss. Dabei müssen proaktive Entwicklungsmaßnahmen (statt Reaktion auf bereits aufgetretene erhebliche Probleme) und Innovation (gemäß integrativ herausgearbeiteter Zielsetzungen der spezifischen Stadt) gezielt gefördert werden.

Gerade GIS-basierte Lösungen legen zentralistische Konzepte besonders nahe, weil der Ortsbezug (a) als zentraler Modellierungsfokus unmittelbare Verknüpfung mit den sehr unterschiedlichen Datenbeständen nahelegt und (b) im geografischen 2D- oder 3D-Kontinuum ebenfalls keine natürliche Partitionierung nahelegt; gerade die wachsende Bedeutung der „dritten Dimension“ (exzessives Wachstum der Städte in die Höhe, aber auch in den Untergrund, vgl. 7.9.3) verschärft diese Problematik weiter, was die Dringlichkeit der Förderung innovativer Lösungen hier noch steigert. Diese systemtechnische Forderung nach Lösungen für die *technische Partitionierung* (mit dem Ziel föderierter beziehungsweise vollwertig verteilter Systeme) scheint auf den ersten Blick im Widerspruch zu stehen zur schon mehrfach thematisierten, naheliegenden aber herausfordernden Forderung nach *organisatorischer Integration* bislang isolierter Bereiche und Aspekte der Städte, nicht zuletzt in deren Verwaltung. Organisatorische und IKT-seitige (CIM-)Integration einerseits und systemtechnische Dezentralisierung andererseits müssen daher im Verbund die Handlungsfelder der Smart-City-Förderung bestimmen. Die mit der Integration einhergehende systemtechnische Partitionierung muss insbesondere regelmäßig die Möglichkeit einbeziehen, eine Föderation von Systemlösungen vieler ICT-Dienstleister und -Anbieter zu ermöglichen. Die an diversen Stellen des vorliegenden Dokuments geforderte wettbewerbliche Vielfalt ist hier besonders vordringlich, wobei von den genannten Gründen vor allem zwei hier besonderes Gewicht haben:

- Die Vision der „Stadt der Zukunft“ unterstellt mehr oder weniger explizit, dass neue intelligente städtische Infrastrukturen mit hochdynamischen Innovationen die Entwicklung von sich ihrerseits schnell verändernden Städten vorantreiben – gerade im ICT-Umfeld ist dies ein Desiderat, das ohne hochgradig offene wettbewerbliche Strukturen nicht denkbar ist
- Die Finanzierung der dieser Vision folgenden städtischen Infrastruktur kann im globalen Maßstab als größtes Finanzierungsprojekt der Menschheit interpretiert werden;

selbst in den noch nicht überschuldeten Mega-Cities der Schwellenländer ist es undenkbar, diese Anstrengung im Wesentlichen den bekannten städtischen Entwicklungs- und Finanzierungsinstrumenten zu überlassen. Die mehrfach geforderte wirtschaftliche *und* private Initiative muss um Größenordnungen (!) stärkeren Anteil erhalten.

## 6.5 STEUERUNG: GOVERNANCE VON PROZESSEN UND TECHNOLOGIEN

Die „Zukunft der Städte“ hat quasi eine „lange Vergangenheit“: Allein im vergangenen Jahrhundert wurde eine schier unüberschaubare Zahl an Büchern und Artikeln zu diesem Thema verfasst. Auslöser war allerdings mehrheitlich nicht die Projektion technologischer Entwicklungen, sondern das Desiderat erhöhter Lebensqualität. Auch für technologisch geleitete Entwicklungen muss die Frage im Vordergrund stehen, welchen für die Menschen – und daraus abgeleitet für Politik und Wirtschaft – relevanten Zielsetzungen (mit entsprechender Gewichtung) diese Entwicklungen folgen sollen. Nachhaltigkeit, Mobilität, soziale Integration, Sicherheit und andere Ziele stehen dabei wie ausgeführt oft auch in einem Zielkonflikt und müssen dementsprechend ausbalanciert werden. Aus der Erkenntnis, dass solche Zielsetzung im Verlauf langwieriger Prozesse aus dem Ruder zu geraten drohen, resultiert die Notwendigkeit, Stadtentwicklung systematisch und kontinuierlich dahingehend zu überwachen und zu steuern – diese Forderung wird hier unter dem geläufigen Stichwort *Governance* besprochen.

Technisch gesprochen bildet sich diese Forderung ab auf die Notwendigkeit, Smartness nicht nur im Bezug auf Einzeldisziplinen zu betreiben (Smart Energy, Smart Transport, Smart Waste Management, Smart Food Chains usw.), sondern diese von der technischen bis zur Governance-Ebene zu integrieren. Dazu seien grob drei Ebenen unterschieden:

1. *Technologische Integration* (Meshing, Collaboration Support usw.),
2. *Prozessbasierte Integration* und
3. *Management & Governance*.

Die drittgenannte Ebene muss künftig mit dem Status eines eigenständig beforschten und beförderten Feldes *Urban Management and Governance* den notwendigen Stellenwert erhalten, um die oben genannte komplexe Problemstellung

im Rahmen einer ganzheitlichen Vernetzung aller Akteure – Bürger, Verwaltung und Unternehmen – zu ermöglichen. Dabei sind technische Hilfsmittel wie geeignete Plattformen im regionalen und globalen Verbund zwar unerlässlich, dürfen den nichttechnischen Fokus des Themas aber nicht verdrängen. Nicht zuletzt müssen künftige Governance-Ansätze die schwierigen Herausforderungen einbeziehen, die in den Unterkapiteln 6.3 und insbesondere 6.4 ausgeführt wurden. Erinnerung sei an die „Jahrhundertaufgabe“, isolierte „Silos“ heutiger Verwaltungen zu beseitigen und alle Stakeholder einzubeziehen – wobei „Bürgerbeteiligung“ nur eines der relevanten Stichworte darstellt.

*Leitfragen:* Die Entwicklung einer neuen Generation von (CIM-basierten) Governance-Mechanismen und -Strategien muss sich an einer Reihe wesentlicher Leitfragen orientieren. Diese sind in entsprechenden F&E-Maßnahmen zunächst herauszuarbeiten. Nachfolgend sei nur beispielhaft eine erste Sammlung von Leitfragen beispielhaft aufgezählt.

- Welche Grundsätze für Governance-Modelle und für Zukunftsmodelle für Interaktion und Zusammenarbeit der Akteure gibt es und wie sieht hierzu der Stand der Technik aus?
- Welche Anforderungen an Management und Governance gibt es aus IKT-Sicht und welche Anforderungen an urbane Prozesse?
- Welche Anforderungen werden an verwendete urbane Technologien gestellt?
- Wie sind aktuelle „Darreichungsformen“ der IKT einzubeziehen (mobile Anwendungen, Cloud-Lösungen, soziale Medien etc.)? Wie sind aktuelle Prozesse und Ansätze der IKT einzubeziehen (selbstorganisierende Informationsstrukturen, Open/Linked Data, Business Analytics etc.)?

Im Lichte solcher Leitfragen ist eine globale und gesamtheitliche Analyse erforderlich, unter anderem weil geografiebedingt Deutschland/Europa nur unzureichende Erfahrungen mit den anstehenden Problemen außerhalb Europas hat. Eine Ideenführerschaft gepaart mit Umsetzungsstärke ist anzustreben, damit Deutschland eine glaubwürdige Rolle spielen kann, auch und gerade beim Umgang mit Unsicherheit und dem ungleichen Zugang zu Technologien der Betroffenen.

Szenariorientierte Leitlinien: Über eine Szenarienbetrachtung lassen sich

- die Problemfelder der globalen Urbanisierung öffnen,
- die Implikationen für Management/Governance, Prozesse und Technologien ableiten und anschließend
- Forschungs- und Entwicklungsvorschläge ableiten.

Szenarien brechen den umfassenden Gestaltungsraum gemäß Unterkapitel 6.2 anhand gewichteter sozialer Zielsetzungen (beispielsweise ausgehend von übergeordneten Zielen wie höherer *Lebensqualität*) herunter auf kleinteiligere Visionen, die sich auf konkrete Entwicklungsprojekte abbilden lassen, wobei die Governance anhand der sozialen Zielsetzung projektspezifisch mitspezifiziert wird. Tabelle 6.1 dient hierbei nur zur Illustration und als Beispiel für eine mögliche „Momentaufnahme“ einer konkreten Stadt.

Abschließend seien hier zunächst nochmals drei Querschnitts-Problemfelder aufgeführt, die orthogonal zu allen vorgenannten Aspekten der Governance für integrative Stadtplanung relevant sind:

- *Heterogenität:* Die Vielgestaltigkeit der Problemstellungen (jenseits der Grobeinteilung in Transforming und Exploding) und die durch Effekte wie Migration (Landflucht) kaum beeinflussbare Dringlichkeit erfordern stadt- und zielspezifische Maßnahmen und Governance
- *Finanzierung:* Nicht nur Transforming Cities weltweit sind geprägt durch notorische Finanznot, auch scheinbar aufstrebende Exploding Cities haben aufgrund des ungeheuren Skalenfaktors bei teilweise zig Millionen Einwohnern erhebliche Finanzierungsprobleme; neue Finanzierungsmodelle (beispielsweise zur stärkeren Einbeziehung privater und kleiner Investoren, für lokales Kleinstunternehmertum, etc.) und Organisationsmodelle (vgl. neuartige Public-Private-Partnerships), aber auch die Grundlagen für diese neuen Modelle in der IKT (vgl. WBI-Infrastruktur gemäß Kapitel 3) sind erforderlich und beeinflussen grundlegend die nötigen Governance-Ansätze.
- *Skaleneffekte im Programm- und Projektmanagement:* Die öffentliche Kritik über den Verlauf deutscher Großprojekte (Elbphilharmonie Hamburg, Berliner Flughafen BER oder Bahnhof Stuttgart 21) illustriert die Problematik der Governance sogenannter Large Programmes; Anbieter-Deutschland wird in Exploding Cities häufig vor Aufgaben dieses Kalibers stehen. Erfahrungen mit weitgehend erfolgreichen „Large Programmes“ in Europa (beispielsweise mit dem nationalen Gesundheitssystem Großbritanniens) und Forschung in diesem Bereich (an den Universitäten Oxford und Cottbus etc.) reichen bei weitem nicht aus;

Tabelle 6.1: Momentaufnahme einer Stadt, beispielhafte Ausgangspunkte für Entwicklungsprojekte

	MENSCHEN	NETZWERKE		UMWELT
SELBSTORGANISATION & TEILHABE	<i>Rasante Zunahme der Datenerfassung und -speicherung:</i> Personenbezogene Sensorik, tiefe Diversität, soziale Teilhabe, hoher Grad an Virtualisierung	<i>„Crowdsourcing“ für öffentliche Dienste:</i> Budgetzwänge, Beteiligung der Öffentlichkeit, Motivation durch „Gamification“	<i>Neue Medienformen:</i> Sinkender Einfluss traditioneller Medien, Zunahme lokaler Medien, globale Gemeinschaft Gleichgesinnter, lokale Mikrogemeinschaft	<i>Handlungsbefähigende Datenströme:</i> Sensornetze, Embedded Governance, Push-Infrastruktur für Daten/Analytics
MÄRKTE	<i>Inklusion der „IKT-Armen“:</i> Informations-Alphabetisierung, Wissenszugänge, Grundversorgung, multimodale Interaktion	<i>Lokaler sozialer Handel:</i> Gemeinsamer Einkauf (Nachbarschaftshilfe, Rabattverein), mobile Zahlensysteme, soziale Reputationsprüfungen	<i>Austausch unter Städten (Leadership Cloud):</i> Koordiniertes Wachstum, Nord-Süd- u. Süd-Süd-Partnerschaften, gemeinsame Planung Simulation, ...	<i>Ressourcentransparenz:</i> Kooperation bei Mangelressourcen (Wasser, Nahrung, Energie): Visualisierung, Entscheidungsfindung etc.
PLANUNG	<i>Robuste On-Demand-Systeme:</i> beispielsweise für zunehmende Katastrophen und Schadenshöhen (Automatisierung der Krisenberichte, Helferdisposition etc.)			<i>3- und mehrdimensionale Infrastruktur:</i> Auf Big Data/Analytics basierende Erfassung komplexer Sachverhalte, dann partizipatorische evidenzbasierte Planung/Umsetzung
MANAGEMENT & GOVERNANCE	<i>Kontinuierlicher Zensus:</i> Erfassung, dann Bewältigung von Migrationsströmen, Armut, Brennpunkten, Entwicklungssprüngen	<i>Antizipatorische, partizipatorische Gesundheitssorge (Primary Health):</i> Multiple Rollen sozialer Netze bei Pandemien & Volkskrankheiten	<i>Demokratisierte öffentliche Sicherheit:</i> Bürgerunterstützte Polizeiarbeit unter wechselseitiger Kontrolle Polizei - Bürgerschaft	

Skaleneffekte betreffen insbesondere die Dimensionen Ausdehnung, Finanzierung, Beteiligte und (noch schlechter erforscht) Zeit (Mehrgenerationen-Projekte etc.).

## 6.6 ZUSAMMENFASSUNG DER HANDLUNGSFELDER

Die in Unterkapitel 6.2 bis 6.5 beschriebenen Problembereiche und Desiderate einer integrativen Stadtentwicklung lassen sich abschließend direkt abbilden auf Handlungsfelder im Sinne des im vorliegenden Dokument verwendeten Schemas. Da Kapitel 6 das Fokusthema (3)-[DICS] vertieft, werden die Handlungsfelder in dieses Thema eingereiht. Der zentralen Bedeutung des *City Information Model (CIM)* entsprechend wird dieses Kürzel zur Identifikation verwendet.

(3.1)-[CIM]: *Rahmenwerk zur systematischen Erfassung und Modellierung.* Die Fülle relevanter Einsatzbereiche und Aspekte, die in ein CIM einfließen, erfordert intensive Vorarbeit im Sinne

systematischer Erfassung aller Aspekte und stark geführtes Vorgehen, wofür ein geeignetes Rahmenwerk notwendig ist.

(3.2)-[CIM]: *Messung anhand neutraler vergleichbarer Indikatoren.* Integrative Stadtentwicklung muss zumindest grob zusammenfassend messbar und vergleichbar sein, um Fortschritte bei der Entwicklung ebenso wie im Vergleich zwischen Städten (als Anreiz zur Entwicklung, zur Objektivierung von Attraktoren Wohnung-/Arbeitsplatzsuchender etc.) zu zeigen; hierfür eignen sich Indikatoren, die unter der Hoheit einer neutralen Stelle festgelegt und ermittelt werden. Wenn eine unmittelbare Abbildung zwischen Indikatoren und CIM-Bestandteilen möglich ist, kann die Messung ebenso wie die Verbesserung der Indikatoren direkt in IKT-Lösungen verankert werden.

(3.3)-[CIM]: *Integrative Modellierung als City Information Model.* Als Drehscheibe zwischen Domänen- und IKT-Experten bietet sich ein vielgliedriges, alle Bereiche umfassendes CIM an; als besondere Herausforderungen sind insbesondere zu

nennen: (i) die Vereinbarkeit der Ziele „einfache Handhabung“ und „größtmögliche Vollständigkeit“; (ii) die Abbildbarkeit zwischen den verschiedenen beteiligten Anwendungsdomänen einschließlich deren „Kulturen“ (Termini, Modelle usw.) sowie zwischen diesen und der IKT-Domäne; wird diese Herausforderung gemeistert, dann kann sich das CIM als verbindende Sprache (Lingua Franca) zwischen allen Beteiligten Gruppierungen etablieren.

(3.4)-[CIM]: *Steuerung anhand CIM-basierter Governance*. Das CIM sollte auch die Grundlage der Governance sein, welche die integrative Stadtentwicklung steuert. Die Governance-Mechanismen haben dabei eine Reihe neuer und großer Herausforderungen zu berücksichtigen wie vielgestaltige Heterogenität, Skaleneffekte und neue Finanzierungsmodelle. Auch in diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass das CIM eine Rolle als Lingua Franca einnehmen kann

# 7. GEOINFORMATION IN STADTPLANUNG UND LANDMANAGEMENT

AUTOR: JOACHIM RIX

BEITRAGENDE: ULRICH BOCKHOLT, VOLKER COORS, EVA KLIEN, MICHEL KRÄMER

## 7.1 RAHMENBEDINGUNGEN

Das Wachstum der Städte bildet international eine enorme Herausforderung. Sowohl Stadterweiterungen als auch der Aufbau von neuen Mega-Cities auf der grünen Wiese erfordern IKT-Unterstützung in der Planung, im Aufbau und im laufenden Betrieb. In diesem Kapitel liegt der Schwerpunkt auf den Anwendungsperspektiven *Landmanagement* und *Stadtplanung*. Dabei bilden die *IKT-Plattform* und das *City Information Model* die allgemeine Basis und Voraussetzung, um darauf die hier aufgezeigten innovativen IKT-Technologien in integrierten Prozessen für ein verbessertes Management und nachhaltige Entscheidungsfindungen zu unterstützen. Diese Aspekte betreffen oder wirken sich direkt oder indirekt auch auf die anderen hier angesprochenen Themen der Stadt der Zukunft aus.

Durch die zunehmenden Bevölkerungszahlen und die wachsende Verstädterung gilt das Wachstum der Städte international als enorme Herausforderung. Produktionswandel, Klimaveränderung, Energiewende, Altersstruktur der Bevölkerung stellen neue Anforderungen an die Stadtentwicklung, um nachhaltig ein lebenswertes Leben in der Stadt zu erlauben.

Durch die weitere Entwicklung und Ausdehnung der Städte bekommen in der Stadtplanung die Flächennutzung und das Landmanagement eine immer größere Bedeutung. Das *Zusammenwirken der verschiedenen Planungsaufgaben* im städtischen Wachstum oder einer Neuplanung umfasst auch die Entwicklung aller Infrastrukturen wie Verkehr, Energieversorgung, Erholungsräume und künftig vermehrt der IKT selbst; deren Zielsetzungen stehen oft im Widerspruch zu Planungen und Bedarf der Agrarwirtschaft und Randbedingungen des Umwelt- und Klimaschutzes.

Umfangreiche *Geoinformationen* sind für eine zuverlässige Planung und Simulation unabdingbar. Verfügbarkeit, Umfang, Aktualität und Qualität der erforderlichen Daten sind heute bei Weitem nicht einheitlich verfügbar beziehungsweise nutzbar, bilden aber eine Ausgangsbasis für die Planung und Darstellung der anstehenden Entscheidungen.

Zur *Unterstützung der Entscheidungsprozesse* im Landmanagement und der Stadtplanung sind *Planungswerkzeuge mit*

*Simulations- und Analyse-Tools* zu entwickeln, um die komplexen Zusammenhänge und Fragestellungen zu verdeutlichen und zu kommunizieren. Dies betrifft auf der einen Seite die Kommunikation und Abstimmung zwischen den Fachexperten der interdisziplinären Aufgaben, auf der anderen Seite die Entscheidungsträger von Politik und Wirtschaft, aber auch den Bürger, um ihn umfänglich zu informieren und über *Beteiligungsverfahren* frühzeitig und angemessen in die Planungen zu involvieren.

Für eine langfristige Stabilität und Kontinuität sind agile und dynamische Prozesse in der Stadtplanung erforderlich, die durch *innovative IKT-basierte Lösungen* bestmöglich unterstützt werden.

Basierend auf den dargestellten Defiziten und den herausgearbeiteten Herausforderungen in den vorherigen Kapiteln zum *dynamisierten integrativen cyberphysikalischen System Stadt der Zukunft (DICS)*, zur *wettbewerbs- und bürgerorientierten Infrastruktur (WBI)* sowie dem *City Information Model (CIM)* werden hier einige Aspekte im Kontext der *Daten, Dienste und Communities* aufgezeigt und Aktionslinien abgeleitet. Diese stellen damit die *Schnittstelle zur Kernfunktionalität der IKT-Plattform* dar und erweitern das Zusammenspiel der Ebenen aus dem *City Information Model*.

## 7.2 DATEN

Um die erforderlichen Informationen auf der IKT-Plattform zu nutzen, müssen die notwendigen Daten bereitgestellt werden. Dies sind neben den Geo-Basisdaten die relevanten Fachdaten sowie weitere anwendungsspezifische Daten. Offene Daten (Open Data) werden durch die Open Government-Initiative immer verbreiteter – ein Problemfeld mit engem Bezug zu (7)-[WBI].

- Diese Daten sind *sehr heterogen und komplex* und teilweise starken Nutzungseinschränkungen unterworfen; sie stammen aus einer Vielzahl von Datenquellen (Satellitendaten, Laserscandaten, Orthophotos, Katasterdaten, Sensordaten, Social Media-Daten, Mobilfunkdaten, Planungsdaten etc.) und müssen zu nutzbaren, datenschutzkonformen Informationen für die Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen aufbereitet werden.

- Die heterogenen Daten müssen *harmonisiert und integriert* werden. *Standardisierungsaktivitäten* sind hierfür von grundlegender Bedeutung. Diese sind beispielsweise mit der Richtlinie *Infrastructure for Spatial Information in the European Community* (INSPIRE) auf europäischer Ebene für einige Bereiche definiert und müssen jetzt in den kommenden Jahren umgesetzt werden und sich bewähren. Mit CityGML<sup>95</sup> ist ein Informationsmodell für 3D-Stadt- und Geländemodelle in der Entwicklung und in ersten Versionen verfügbar als offener Standard.
- Riesige *Datenmengen* sind grundsätzlich vorhanden, aber nicht notwendigerweise verfügbar und nutzbar. Die *Quantität der Daten* oder besser die Fülle der verfügbaren Rohdaten wird heute bei Weitem nicht genutzt. Hier muss durch Extraktion der relevanten Daten ein verbessertes Datenmodell mit umfangreicheren oder vollständigeren/hochwertigeren Informationen abgeleitet werden.
- Die *Qualität der Informationen* muss durch Hinzunahme weiterer Datenquellen verfeinert werden, bildet so die Basis für neue Berechnungen und Simulationen und erlaubt damit weitergehende Analyse- und Bewertungsmethoden.
- Vielfach ein offener Punkt ist die *Aktualität der Daten*, die auch in Handlungsfeld (1.2)-[IDS] thematisiert wird. Eine regelmäßige Fortführung der Daten ist notwendig, um in der aktuellen Planung oder auch bei dynamischen Prozessen die Datenbasis verfügbar zu haben und liefern zu können. Die Aktualität der Daten ist Voraussetzung für korrekte Planungs- und Entscheidungsprozesse. Der Zeitfaktor für die Aktualität ist dabei von der Anwendung abhängig und bewegt sich für dynamische Prozesse im Echtzeit-Bereich und kann in anderen Planungsbereichen mit einer Tages- oder Monatsaktualität ausreichend sein.

Diese Anforderungen an die Daten und ihre Verarbeitung sind heute bei weitem nicht erfüllt, weder in Bezug auf die Quantität, die Qualität oder die Aktualität noch auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Dies führt zu wesentlichem *Entwicklungsbedarf*, um den Anforderungen an die IKT-Plattform gerecht zu werden. Um aus den Rohdaten die passenden Informationen für die Applikationen zur Verfügung zu stellen, werden Technologien aus dem Cloud Computing sowohl für die Datenhaltung (City Data Cloud) als auch die

Datenbearbeitung (Cloud Processing) notwendig. Hier bestehen starke Bezüge zu Handlungsfeld (1.1)-[IDS], außerdem natürlich zur IKT-Sicherheit wie in Kapitel 5 thematisiert.

### 7.3 DIENSTE

Basierend auf den gewonnenen Informationen setzen Dienste auf, wie beispielsweise Simulationen, Visualisierung oder interaktive Analyse, die die Anwendungsprozesse aus Planung, Steuerung, Beteiligung und Entscheidung unterstützen. (1.3)-[IDS]

- *Simulationen*: Entscheidungen werden in Zukunft immer stärker auf Basis von vorberechneten oder Echtzeit-Simulationen getroffen. Diese sind für viele Planungs- oder auch Kommunikationszwecke von essenzieller Bedeutung, um die geplanten Lösungen in der Planungsphase angemessen zu verdeutlichen. Simulation auf Basis von 3D-Stadtmodellen, zu möglichen Verkehrsströmen, kritischen Notfallsituationen, Hochwasserrisiken, Lärmausbreitung oder Schattenwurf sind solche typischen Beispiele, die zur Kommunikation der Auswirkungen und Konsequenzen der jeweiligen Situation weiterzuentwickeln sind.
- *Problem- und Risikoanalysen*: Basierend auf dem Ist-Bestand können Planungsinformationen im Kontext analysiert werden und so die Entscheidungsfindung unterstützen. Solarpotenzialanalyse, Sichtbarkeitsanalyse, Nutzungsanalyse oder Energieeffizienzanalyse sind einige Beispiele im Kontext der Stadtplanung und des Landmanagements.
- *Visual Analytics*: Bei Visual Analytics besteht die Herausforderung, sehr große und multidimensionale Datenmengen zu visualisieren und dem Benutzer interaktiv nutzbar zu machen. Die Verbindung von Datenquellen und Visualisierungstechniken dient als Grundgerüst für alle aktuellen Entwicklungen mit Anwendungsgebieten in Business Intelligence, Sicherheit und Policy-Making. Der Kern der Semantik-Visualisierung liegt in der grafischen Darstellung von Informationen, die durch die visuelle Aufbereitung komplexer Zusammenhänge zu Schlussfolgerungen führen. Dabei erfolgen die Aufbereitung der semantischen Daten, die Berücksichtigung der heterogenen Benutzereigenschaften und die Auswahl geeigneter Visualisierungen zur Lösung der intendierten Aufgaben unter Verwendung von Ansätzen der Künstlichen Intelligenz.

<sup>95</sup> Kolbe 2012.

Diese heterogenen Ansätze und Visualisierungen müssen sinnvoll zusammengeführt werden, um Analyse-, Such- und Entscheidungsprozesse zu unterstützen.

- *Visualisierung:* In der Planung, Kommunikation und Entscheidungsfindung kann sowohl in 2-dimensionalen, aber noch wesentlicher in 3-dimensionalen Anwendungen durch Visualisierung der Informationen und der Simulationsergebnisse das Ergebnis besser verdeutlicht werden. Neue Verfahren sind zu erarbeiten, um nicht nur die Geometrie, sondern auch die komplexen semantischen Zusammenhänge mit den Ergebnissen der Simulationen angemessen darzustellen.
- *Interaktive Analyse:* Durch die Integration unterschiedlicher Informationen in einer gemeinsamen Darstellung können verschiedene Ansichten oder Alternativen präsentiert werden. Auf innovativen Multi-User-Präsentationsumgebungen lassen sich in Zukunft alle Fakten auf den Tisch bringen und sie erlauben auf Basis der visuellen Präsentation eine interaktive Analyse der verschiedenen Alternativen und ihre Gegenüberstellung. Damit kann im Konfliktmanagement und im Entscheidungsprozess eine immense Unterstützung geleistet werden, um den Dialog der Betroffenen beziehungsweise Beteiligten auf eine sachliche Basis zu stellen und Aus- und Wechselwirkungen verständlich zu verdeutlichen.

## 7.4 STAKEHOLDER COMMUNITIES

Als Stakeholder Community bezeichnen wir die Gesamtheit aller an einem städtischen Planungs- und Veränderungsprozess Beteiligten und Betroffenen. Aus organisatorischer Sicht sollten idealerweise alle diese Beteiligten und Betroffenen zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den Prozess eingebunden werden (was in der Stadt der Zukunft dann auch IKT-seitige Einbeziehung nahelegt), in der Realität sind Zeitpunkt und Umfang aber bekanntlich strittig. Je nach Planungsstadium umfasst eine Stakeholder Community nur das Planungsteam mit den Entscheidungsträgern oder auch die betroffenen Bürger im Sinne einer Bürgerbefragung oder -beteiligung.

*Einbinden der Beteiligten und Betroffenen:* Unter Nutzung der verfügbaren Daten und der Dienste, wie in dem vorherigen Abschnitt dargestellt, lassen sich die Beteiligten und Betroffenen in die Prozesse wie Planung, Beratung, Beteiligung oder Entscheidung einbinden. Ziel ist es, mit einem offenen System

die integrierte Information bereitzustellen, um so durch eine einheitliche transparente Darstellung und Diskussion eine Versachlichung in der Konfliktlösung und Entscheidungsfindung zu erreichen. Dies kann in verschiedenen Umgebungen stattfinden, vom Einzelgespräch über Gruppendiskussionen bis hin zur Bereitstellung der Informationen im Internet. (1.4)-[IDS]

Unter Einbeziehung der georeferenzierten Informationen ergeben sich für die Daten, Dienste und Stakeholder Communities wesentliche neue Zukunftsperspektiven. Im Folgenden sind die grundlegenden fünf Handlungsbereiche für den Einsatz von Geoinformation in der Stadt der Zukunft zusammengefasst.

## 7.5 HANDLUNGSFELDER: GEOINFORMATION IM PROZESSMANAGEMENT (GIP)

Die bislang erarbeiteten Problembereiche werden nachfolgend in Form von fünf Handlungsfeldern zusammengefasst. Aufgrund ihres unmittelbaren Bezugs zu den vier Klassen digitaler Artefakte gemäß Unterkapitel 3.4 werden sie bei dem Handlungsfeld (10)-[WBI] eingeordnet: Als Identifikation wird das Kürzel GIP (Geoinformation im Prozessmanagement) verwendet. (10.1)-[GIP] und (10.2)-[GIP] beziehen sich dabei auf Daten, die nächsten beiden auf Dienste und (10.5)-[GIP] auf Communities.

(10.1)-[GIP]: *Hohe Datenqualität.* Quantität, Qualität und Aktualität der Daten bilden eine grundlegende Voraussetzung für die Dienste in der Stadt der Zukunft.

(10.2)-[GIP]: *Datenintegration.* Harmonisierung der Datenmodelle ist eine Voraussetzung für ein integriertes Daten- und Prozessmanagement.

(10.3)-[GIP]: *Simulationsdienste.* Hochwertige Simulationsdienste sind zunehmend essenziell für Planung und Kommunikation sowie Entscheidungsfindung.

(10.4)-[GIP]: *Interaktive Visualisierungsdienste.* Visualisierung und interaktive Analyse dienen der Objektivierung und besseren Kommunikation.

(10.5)-[GIP]: *Bürgerpartizipation online über Stakeholder Communities.* Partizipative Entscheidungsfindung mit Beteiligten und Betroffenen kann online durch GIS-basierte Systeme verbessert werden.

Im Folgenden werden die Anwendungsperspektiven näher dargestellt und Akteure der perspektivischen Sichten zum Landmanagement und der Stadtplanung in ihrer Breite und Interdisziplinarität dargestellt; dabei werden Nutzungspotenziale, aber auch Konfliktpotenziale angesprochen. Diese Perspektiven legen die Basis für die notwendigen Planungsschritte und die erforderlichen IT-Lösungen. Neben der Informationsbeschaffung und dem integrierten Datenmanagement werden die potenziellen Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Simulation sowie der interaktiven Visualisierung und Analyse der Informationen und Simulationsergebnisse aufgezeigt. Diese Themen werden unter der besonderen Bedeutung der Geoinformationen aufgeführt.

Einige einzelne Perspektiven werden aufgezeigt mit möglichen Lösungsansätzen, aus denen sich weiterer Forschungsbedarf ableitet. Dabei geht es im Allgemeinen um die Aufbereitung der Planungs- und Entscheidungsprozesse mit den unterstützenden Simulationen und Analyse-Tools, um alle Beteiligten und Betroffenen angemessen einzubeziehen.

## 7.6 ANWENDUNGSPERSPEKTIVEN

Der Bereich *Landmanagement und Flächennutzung* birgt langfristig für die Stadtplanung und -erweiterung ein enormes Konfliktpotenzial, das es zu lösen gilt. Um eine *übergreifende Planung* zu ermöglichen, müssen über Simulation und Visualisierungswerkzeuge die Analyse und Entscheidungsfindung unterstützt werden, um beispielsweise Folgen und Konsequenzen im Sinne der *Nachhaltigkeit* frühzeitig abzuschätzen und zu verdeutlichen. Flächenbedarf für neues Bauland, neue Industrieanlagen oder Standorte für die Gewinnung erneuerbarer Energien stehen beispielsweise im Gegensatz zu Erhalt oder Schaffung von Schutzräumen, Agrar-, Wald- und Erholungsflächen. Notwendige Infrastrukturmaßnahmen wie Straßenbau, Flughafen- ausbau oder der aktuelle Stromtrassen-Ausbau stehen hierzu oftmals im direkten Widerspruch. Der Flächenbedarf und die Nutzung sind in ihren Auswirkungen abzuschätzen und Ersatzflächen sind auszuweisen. Abbildung 7.1 zeigt den Bildschirmabzug einer 3D-gestützten Software für Landmanagement und Flächennutzung.

In der *Stadtplanung* müssen die unterschiedlichen Behörden und Ämter *interdisziplinär* zusammenwirken. Anforderungen an Wohnraum, Arbeitsplätze, Infrastruktur und Freizeit muss

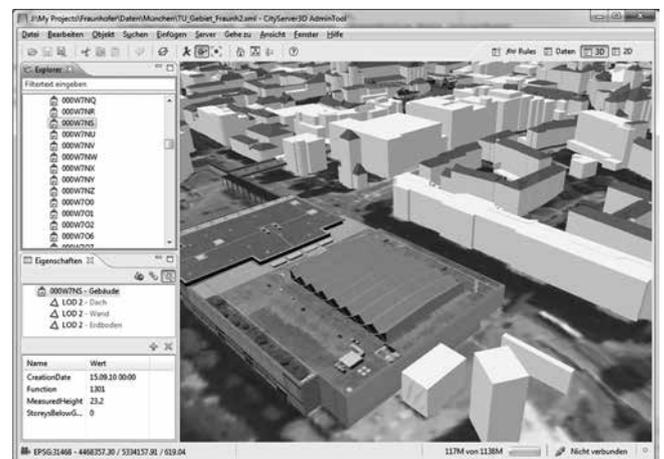
Abbildung 7.1: Landmanagement und Flächennutzung



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

angemessen Rechnung getragen werden. Dabei ist der angemessene Kompromiss zwischen Altbestand, wie Kulturerbe, und der notwendigen Erweiterung durch Erneuerung und Innovation zu finden. Geo-referenzierte Informationen sowie in vielen Bereichen 3D-Stadtmodelle sind hierzu unumgänglich. Diese sind Voraussetzung für Objekt- und Infrastrukturplanung, aber auch für *Simulationsmodelle*, um Wind- oder Lärmausbreitung im Sinne des Klimaschutzes und des Umweltschutzes zu untersuchen. Hier trifft die Stadtplanung auf übergeordnete Interessen des Landes oder des Bundes oder auf internationale Ziele, beispielsweise des Umwelt- und Klimaschutzes. Abbildung 7.2 illustriert diese Nutzungsform erneut anhand eines Bildschirmabzugs.

Abbildung 7.2: 3D-Stadtmodell zur Planungsanalyse



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

In einem noch größeren Ausmaß finden diese Fragestellungen beim Aufbau von neuen Mega-Cities ihre Bedeutung. *Risikoanalyse* in Bezug auf Überflutung, Erdbebengefahr etc. sind bei einer langfristigen und nachhaltigen Planung einzubeziehen. Umweltthemen und Fragen von Schutz und Sicherheit können künftig auf Basis des Europäischen GMES-Programms (Global Monitoring for Environment and Security) integriert betrachtet werden<sup>96</sup>.

*3D-Modelle* sind zukünftig auch unter der Erde für die Stadtplanung notwendig, um die Geologie, zum Beispiel für die Nutzung geothermaler Energie und die Nutzung des unterirdischen Raumes für Verkehrsinfrastruktur, Versorgungsleitungen, Tunnel etc., in die Gesamtplanung angemessen zu integrieren.

Vielseitige Auswirkung wird in diesem Zusammenhang die Energiewende in Deutschland zeigen. Die Energieversorgung über erneuerbare Energie mit den notwendigen neuen Stromtrassen, die effiziente Nutzung der Energie sowie Energiesparmaßnahmen sind in der Planung frühzeitig und weitsichtig zu berücksichtigen<sup>97</sup>.

Innovative IKT können durch ein *positives Konfliktmanagement* über Simulation, interaktive Analyse und integrierte Darstellung der Planungsalternativen Unterstützung bei der Planung, Beteiligung und *Entscheidungsfindung* bieten.

## 7.7 AKTEURE

Durch die komplexe, heterogene und interdisziplinäre Aufgabe der Stadtplanung in der Wechselwirkung mit dem Landmanagement und der langfristigen Auswirkung sind hier *alle Beteiligten und auch die Betroffenen* in Form und Zeitpunkt angemessen zu involvieren.

Neben den politischen Entscheidungsträgern sind die Planer für die unterschiedlichen Gewerke, Industrie und Wirtschaft, Investoren und die betroffenen Bürger einzubinden.

Eine Vielzahl von Planungsdisziplinen greift an dieser Stelle vor einer Entscheidung ineinander. Dies sind die verschiedenen Behörden, die beteiligt sind an der Stadtplanung innerhalb der Stadt, aber auch des Landes, Architekten und Bauingenieure, Investoren für Wohnraum, Industrieparks, Infrastruktur etc.

Abbildung 7.3: Interaktive Planungsumgebung



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

Neben diesen *interdisziplinären und ämterübergreifenden Planungen* haben auch die Entscheidungen eine vielschichtige Dimension aufgrund der unterschiedlichen Interessenslagen und Abhängigkeiten von Politik, Wirtschaft, Investoren und Bürgern. So sind die *Abhängigkeiten und Implikationen* einer Planung abzuwägen unter anderem gegen das Gemeinwohl, die Individualinteressen und die Wirtschaftlichkeit.

Ziel ist es, über die Planungs- und Entscheidungsprozesse und deren Dokumentation und *Darstellung aller Zusammenhänge* zu kommunizieren, gegebenenfalls *Alternativen aufzuzeigen*, zu diskutieren und zu bewerten, um so zu einer *Konfliktlösung* zu finden und eine *nachhaltige Entscheidungsfindung* zu erreichen. Hierzu müssen entsprechende Kommunikations-Tools und Umgebungen entwickelt und bereitgestellt werden. Dies reicht von interaktiven Planungstischen mit hochwertigen GIS-Anwendungen bis hin zu mobilen Endgeräten für den Vor-Ort-Einsatz mit webbasierten 3D-Anwendungen. Abbildung 7.3 gibt einen Eindruck von der kollaborativen Arbeit an einer Planungsumgebung.

## 7.8 BEDEUTUNG DER GEOINFORMATION

Im Folgenden werden die Bedeutung und die Komplexität der erforderlichen Daten und die Anforderungen an ein integriertes Datenmanagement dargestellt. Dies bildet die Basis für

<sup>96</sup> Vgl. DDGI 2012.

<sup>97</sup> Vgl. DDGI 2011.

neue Simulationsverfahren und verbesserte Visualisierungswerkzeuge und neuartige interaktive Analyseverfahren zur Planungsunterstützung.

*Raumbezogene Daten* sind für die Entwicklung der Stadt der Zukunft eine grundlegende Voraussetzung. Qualitativ hochwertige Geoinformation mit vergleichbaren, fachlichen und räumlichen Informationen sind daher für die Zukunftsplanung der Städte unverzichtbar. Geodaten (Geobasis- und Geofachdaten) in Verbindung mit Anwendungsdaten und Nutzerinformation sind wesentlich für die Zukunfts- und Nachhaltigkeitsfragen unserer Gesellschaft und müssen allgemein verfügbar sein, in administrativer und technischer Hinsicht. In Abbildung 7.4 wird das Spektrum zu integrierender Daten dargestellt; dabei wird die erhebliche Bandbreite zwischen 2D-Daten und ‚echten‘ 3D-Daten deutlich.

Um durchgehend verbundene raumbezogene Daten zu schaffen, sind erhebliche Anstrengungen zu machen. Diese werden, wie in Abbildung 7.5 illustriert, massiv erschwert durch die rasanten Entwicklungen bei der Digitalisierung der Städte, insbesondere durch:

- die extrem steigenden Menge der erfassten Daten,
- die wachsende Komplexität der Datenspezifikation und
- die immer größer werdende Heterogenität der Datenquellen.

Unter diesen Anforderungen müssen die Daten erfasst, bereitgestellt und für die heterogenen Anwendungen aufbereitet und nutzbar gemacht werden. Um dieser Datenflut und Komplexität Herr zu werden, sind neue Methoden zur *Datenintegration, -harmonisierung und -fusion* zu entwickeln.

Traditionell spielen 2D-Vektordaten eine zentrale Rolle für viele Anwendungsgebiete, da die technischen Ansätze zur Darstellung und Analyse gut gelöst sind. Dagegen nimmt das Volumen anderer Arten von Geodaten rapide zu, da sich diese mittels moderner Sensoren gewinnen lassen. Insbesondere sind dies Punktwolken aus Sonar, LIDAR- oder SAR-Daten sowie Rasterdaten von den Erdbeobachtungssatelliten.

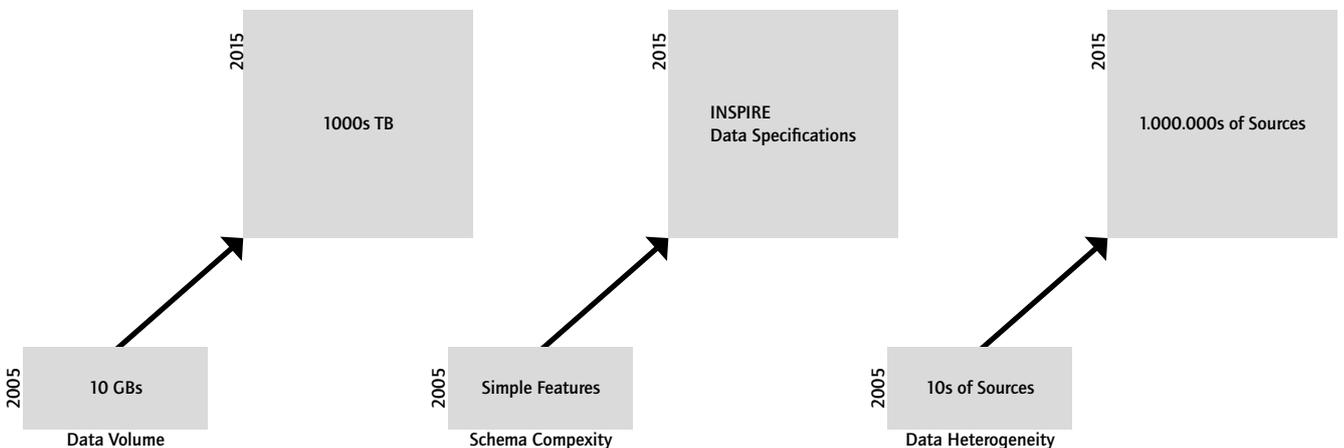
Ziel muss es sein, durch die gemeinsame Verarbeitung von harmonisierten Geodaten die Qualität von abgeleiteten Datensätzen

Abbildung 7.4: Datenspektrum von 2D nach 3D



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

Abbildung 7.5: Entwicklung der Datenmengen, Komplexität und Heterogenität



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

und von analytischen Ergebnissen deutlich zu erhöhen. Hierdurch kann neben der *Qualität* auch die *Fortführung der Daten* eine *höhere Aktualität* sicherstellen, wodurch wiederum eine bessere Planungs- und Entscheidungsgrundlage geschaffen wird.

### 7.8.1 Integriertes Datenmanagement

Voraussetzung für jede innovative Entwicklung ist die Verfügbarkeit der notwendigen Daten beziehungsweise Informationen als Basis für eine zielorientierte langfristige Planung und Entwicklung. Eine Vielzahl von unterschiedlichen Datenquellen, wie LIDAR, SAR oder Stereo-Photogrammetrie, existiert heute in verschiedenen Ausprägungen, Formaten und Qualitätsstufen. Ziel muss es sein, diese riesigen Mengen an *Rohdaten aufzubereiten*, zusammenzuführen und mit Semantik der Anwenderdaten *angereicherte Informationen* über ein integriertes Datenmanagement bereitzustellen. Zentrale Aspekte sind die Automatisierung der Fortführungsprozesse, die Aktualität und *Konsistenz der Daten* durch Harmonisierung und Integration der Datenquellen, um damit die Qualität der Informationen zu verbessern.

Zur Realisierung dieser Voraussetzung müssen benutzerorientierte Werkzeuge mit grafischinteraktiver Oberfläche zur Datenmodellierung und -harmonisierung entwickelt werden, die die Funktionalität zum Aufbau eines integrierten Datenmodells bietet, aus dem sich die *anwendungsspezifischen Informationen* ableiten lassen. Durch die Kombination von Geoinformationen mit weiteren semantischen Daten bieten sich neuartige Möglichkeiten für Simulation, Visualisierung und interaktive Analyse, aus denen sich eine *verbesserte Wertschöpfung* für die Anwendungszwecke ableiten lässt.

Die internationale *Standardisierung* der Datenmodelle (beispielsweise CityGML oder INSPIRE) und der Dienste (beispielsweise durch Open Geospatial Consortium OGC oder World Wide Web Consortium W3C) sind hierbei zu forcieren, um bereichs- und grenzübergreifende Datenkommunikation zu erlauben. Entsprechend der INSPIRE-Richtlinie bieten hierzu die Geodateninfrastrukturen (GDI) Unterstützung über entsprechende *Portale* und *Anwendungsdienste*<sup>98</sup>. Allgemeine (zentrale) Verfügbarkeit der Informationen zu angemessenen Bedingungen (einfacher Zugriff, Lizenzen, Kosten) müssen geregelt werden und sind Voraussetzungen für eine effektive Nutzung in den verschiedenen ämter- und disziplinübergreifenden Anwendungsbereichen,

auch in der Anbindung an *internationale Entwicklungen*. Hier sind im Kontext der Open Data-Diskussion neue Wege zu definieren, die sowohl technisch als auch rechtlich sowie politisch durch entsprechende Gesetzeslage den Datenzugriff regeln.

### 7.8.2 Simulation, Visualisierung und Interaktion

Zur Umsetzung innovativer Konzepte sowie entsprechender Steuerungs- und Entscheidungsprozesse für eine nachhaltige Planung und Vernetzung von Städten, Regionen und Infrastrukturen ist die Unterstützung durch Entwicklung verbesserter und neuer Simulationsmethoden sowie von Visualisierungs- und Kommunikationswerkzeugen erforderlich.

Technologische Weiterentwicklungen im Bereich der *interaktiven Analyse*, der hochwertigen *3D-Visualisierung* (hochauflösende Darstellungen, mobile und webbasierte Visualisierung) und der multimodalen Schnittstellen sind notwendig, um Lösungen auf Basis hochwertiger, qualifizierter und mit semantischen Informationen angereicherter Geodaten zu realisieren. Dadurch sollen *urbane Prozesse* um Verwaltung, Wohnen, Arbeit und Freizeit ermöglicht werden, die die Menschen in ihren Verhaltensweisen positiv unterstützen sowie *Bürgerbeteiligung* zulassen und fördern.

Basierend auf den integrierten Geoinformationen sollen Simulationen zur interaktiven Analyse und Bewertung ausgeführt werden, wie beispielsweise Lärmausbreitungsuntersuchungen oder Mobilitätsuntersuchungen über Verkehrsanforderungen und -ströme, basierend auf Mobilfunkdaten oder anderen Sensorinformationen. Solche Untersuchungen dienen einer besseren *Langzeitplanung* für die Stadtentwicklung und Infrastrukturauslegung oder stellen beispielsweise auch wichtige Informationen für die Immobilienplanung und den Immobilienhandel bereit.

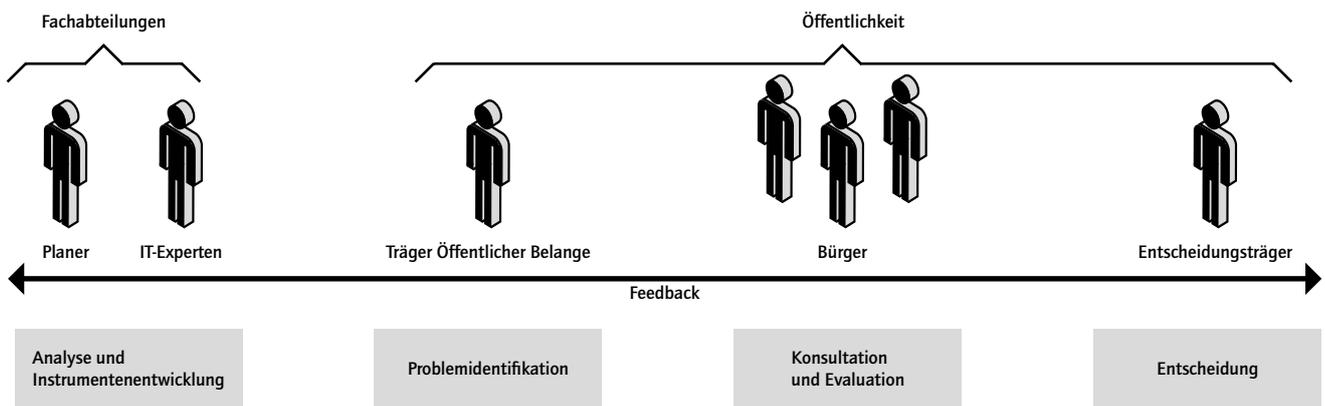
## 7.9 VISIONEN/LÖSUNGSANSÄTZE UND FORSCHUNGSBEDARF

### 7.9.1 Pervasive GEO

Durch die immer umfangreicheren, komplexeren und zunehmend heterogenen Geodaten werden immer neue Anwendungsbereiche erschlossen. Sie bieten damit ein umfangreiches Nutzungspotenzial für diese Bereiche. Um dies zu ermöglichen,

<sup>98</sup> Vgl. beispielsweise das EU-Projekt plan4business. URL: <http://www.plan4business.eu> [Stand: 15.4.2014]

Abbildung 7.6: Entscheidungsprozess und Einbindung der Beteiligten



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

müssen leistungsfähige Verarbeitungs- und Visualisierungsdienste bereitgestellt werden, die sich mit Diensten aus anderen Bereichen kombinieren lassen. Hiermit lassen sich Weiterentwicklungen existierender Strukturen von der Anbietersicht zu einer Nutzersicht realisieren. GIS bieten damit eine neue Dimension und bietet einer breiten Anwenderschicht den Zugang zu neuen Informationen. Mehrwertdienste, erhöhte Reichweite und Nutzbarkeit bilden die Grundlage für das *pervasive* GEO: raumbezogene Daten, Aufbereitung, Analyse und Visualisierung für jedermann zu jeder Zeit an jedem Ort.

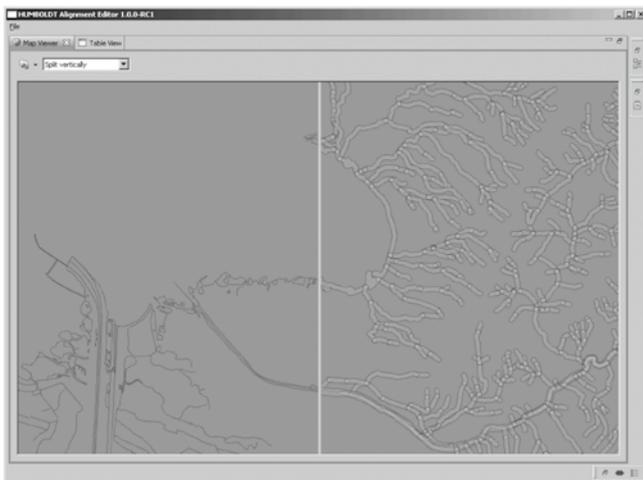
Ein Beispiel bildet die Beteiligung der Bürger, die durch solche Verfahren in Zukunft stärker eingebunden werden können. Der gesamte Prozess von der Planung bis zur Entscheidung bindet die Beteiligten ein und erlaubt kreative und konstruktive Rückmeldungen.

Durch Zusammenführung von verschiedenen Bausteinen bieten *Online-Beteiligungsverfahren* weitreichende Möglichkeiten, um sich kreativ und konstruktiv einzubringen, weit über ein Drücken eines „Like“-Buttons oder die Abgabe eines Kommentars hinaus. Neue innovative Lösungsansätze müssen entwickelt werden und so ausgelegt werden, dass sie die Kombination mit anderen Informationsquellen erlauben, dadurch eine erhöhte Transparenz bieten, leichter und intuitiver nutzbar sind und eine hohe Verfügbarkeit bieten. Abbildung 7.6 stellt die wichtigsten Gruppen einbeziehender Beteiligter dar.

Der *Forschungsbedarf* leitet sich aus den folgenden Herausforderungen ab:

- *Handhabung der großen Datenvolumina und deren Komplexität*: Unterstützung von Parallelisierung und Online-Processing für die Skalierung von datenintensiven Technologien hin zu großen Datenvolumen und der Ausführung in Echtzeit
- *Integration und Datenharmonisierung*: Zusammenführung von Datenbeständen mit Raumbezug, Bereitstellung von Werkzeugen zur Transformation von Datenmodellen, Automatisierung der Datenaufbereitung sowie Qualitätssicherung in der Datenintegration – Abbildung 7.7 deutet mittels eines Bildschirmabzugs diesen Vorgang an
- *Kombinierbarkeit von Diensten*: Interoperabilität zwischen Diensten muss realisiert werden, was heute trotz gleicher zugrunde liegender Spezifikation häufig nicht möglich ist. Dabei müssen bereitgestellte Dienste einer breiten Anwenderschicht verfügbar gemacht werden und dabei den Prinzipien einer Geodateninfrastruktur (Interoperabilität, Wiederverwendbarkeit, gute Auffindbarkeit und Nutzbarkeit) kombiniert mit den Anforderungen einer Web-Anwendung (kreativ, konstruktiv, kombinierbar, ...) folgen. Zudem muss die Integration und Kombination bestehender Dienste ermöglicht werden, um wechselnde Nutzeranforderungen sowohl technischer als auch inhaltlicher Art zu erfüllen.

Abbildung 7.7: Datenharmonisierung



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

### 7.9.2 Transparente und anschauliche Gestaltung von Stadtpolitik

Die Informations- und Kommunikationstechnologie muss zukünftig innovative Werkzeuge zur Unterstützung für eine langfristige und nachhaltige Stadtplanung anbieten. Die dabei eingesetzten *Analyse- und Visualisierungsverfahren* unterstützen die Anwender bei ihrer Entscheidungsfindung in komplexen Planungs- und Entwicklungsvorhaben sowie in kommunikationsintensiven Prozessen wie *Bürgerbeteiligung und Konfliktmanagement*.

Die Basis dafür liegt in einer innovativen Interaktionsplattform, die Elemente aus dem Web 2.0 und dem semantischen Web einbindet. Auf diese Weise sollen die Nutzer auf umfangreiche Bestände von integrierten statistischen und geografischen Daten zugreifen können, kontextbezogene Informationen abrufen und gegebenenfalls auch selbst dazu beitragen.

Im Zusammenwirken von Forschung, Daten- und Systemanbietern und den verschiedenen Anwendergruppen lassen sich zukünftige Anwendungsszenarien auf unterschiedlichen Ebenen der Stadtplanung ableiten, was hier an vier Beispielen aufgezeigt wird, welche beispielsweise in den EU-Projekten FU-POL<sup>99</sup> und urbanAPI<sup>100</sup> des siebten Rahmenprogramms bearbeitet wurden:

- Für die Anwendung im Nachbarschaftsumfeld wird an einer verbesserten Darstellung von Entwicklungsvorhaben in der virtuellen Realität gearbeitet. Mithilfe dieser Entwicklungen wird die Einbindung und Beteiligung unterschiedlicher Interessensgruppen einer Nachbarschaft in den Planungsprozess unterstützt.
- Stadtweit werden Lösungen für die Nutzung von Bewegungsinformationen von mobilen Geräten bereitgestellt, mit deren Hilfe die Nutzer sozio-ökonomische Aktivitäten städte-übergreifend im Bezug zu unterschiedlichen Landnutzungselementen analysieren und präsentieren können.
- Die Anwendung für den regionalen Bereich stellt interaktive Werkzeuge zur Simulation des Städtewachstums zur Verfügung und bietet Lösungen für das Konfliktmanagement bei Überschneidungen geplanter Baumaßnahmen.
- Auch der Einsatz und Zuschnitt von sozialen Netzwerken ist in diesem Kontext als Basis für Stakeholder-Beteiligung und für GIS-Datennutzung zu untersuchen.

Daraus lässt sich ein Forschungsbedarf in folgenden Feldern ableiten:

- Datenerfassung und -aufbereitung: Geodaten, Mobilfunkdaten, Sensordaten
- Einsatz und Nutzung von Social Media zur Datenakquisition und zur Bürgerbeteiligung
- 3D-Visualisierung und interaktive Modellierung/Sketching für jedermann zur kreativen Einbindung in den Planungsprozess
- Simulationsmodelle, visuelle Analyse, Präsentations- und Interaktionsmethoden
- Standardisierung

### 7.9.3 Nutzung und Darstellung des unterirdischen Raums

Der anhaltende Urbanisierungstrend in Entwicklungs- und Schwellenländern, vor allem auch in den Industrieländern bringt große Herausforderungen für die Infrastruktur und die Versorgung mit preiswerter Energie, sauberem Wasser und reiner Luft mit sich. Gleichzeitig ist man bemüht, die Standards für die Umweltqualität weiter zu verbessern. Der intelligenten Nutzung des unterirdischen Raums kommt dabei eine Schlüsselposition bei der nachhaltigen Entwicklung urbaner Ballungsräume zu<sup>101</sup>,

<sup>99</sup> URL: <http://www.fupol.eu> [Stand: 15.4.2014]. Interactive Analysis, Simulation, and Visualisation Tools for Urban Agile Policy Implementation.

<sup>100</sup> URL: <http://www.urbanapi.eu> [Stand: 15.4.2014].

<sup>101</sup> Vgl. Li et al. 2013.

Abbildung 7.8: Nutzung des unterirdischen Raums



Quelle: <http://www.ifb.tugraz.at/tunconstruct/vision.htm>

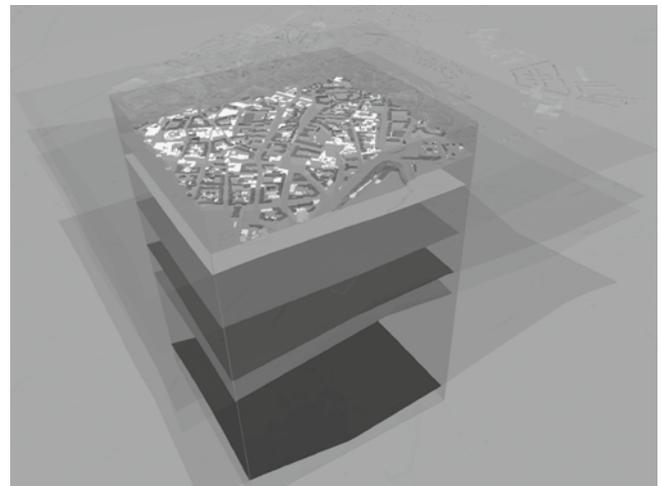
wie in Abbildung 7.8 illustriert; die Ergänzung des Hochbaus, der in vielen Großstädten an Grenzen stößt, um diese neue Ausbreitungsrichtung eröffnet mannigfaltige Perspektiven zur Lösung technischer und gesellschaftlicher Probleme.

Moderne Städte werden nicht nur durch ihre oberirdischen Konstruktionen charakterisiert, sondern auch durch unterirdische

Strukturen der Infrastruktur, wie Verkehrssysteme, Tunnel und Leitungssysteme. Daneben existieren im Untergrund geologische Formationen, die Einfluss auf die Planungs- und Nutzungsmöglichkeiten haben. All diese Informationen sind essenziell für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Viele Organisationen sind am Bau von ober- und unterirdischen Konstruktionen beteiligt. Sie haben ein gutes Expertenwissen und eine solide Datenbasis aus ihrem jeweiligen Anwendungsbereich. Durch die gemeinsame Verwendung und Integration der heterogenen Daten können die verschiedenen Organisationen Zeit und Geld sparen. Im besten Fall können damit sogar Katastrophen ganz verhindert werden. Zielsetzung ist es, Tools zu entwickeln, die Daten wie 3D-Stadtmodelle, Untergrundkonstruktionen und geologische Informationen miteinander verknüpfen wie in Abbildung 7.9 exemplarisch veranschaulicht.

Der Hauptforschungsaspekt ist die Entwicklung neuartiger Techniken zur Visualisierung und Exploration im Untergrund. Es müssen Software-Tools entwickelt werden, die die unterschiedlichen Organisationen in ihrer täglichen Arbeit bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Eine kombinierte Visualisierung von ober- und unterirdischen Konstruktionen hilft die Wechselwirkungen zwischen Gebäuden, Höhlen, Tunneln und geologischen Formationen zu verstehen<sup>102</sup>. Fragestellungen, die als Forschungsthemen angegangen werden müssen, sind:

Abbildung 7.9: Leitungssysteme (Stadt Lindau, links) und geologische Strukturen (rechts)



Quelle: J. Rix, Fraunhofer-Gesellschaft München, IGD Darmstadt

<sup>102</sup> Zu den Vorreitern gehört hier das Deutsch-Französische Forschungsprojekt DeepCity3D, URL: <http://www.deepcity3d.eu> [Stand: 21.4.2014].

- Semantische Integration von 3D-Stadtmodellen einschließlich unterirdischer Strukturen
- Innovative Visualisierungstechniken zur integrativen Darstellung
- Darstellungsmethoden von unsicheren Informationsgehalten im Anwendungskontext
- Neue Wege der Navigation durch den Untergrund in 3D
- Unterstützung von Analyse- und Simulationsverfahren

#### 7.9.4 Energieeffiziente Stadt

Zielsetzung ist, mithilfe von Simulationsverfahren eine Prognose zum Energiebedarf einer Stadt auf Basis von 3D-Stadtmodellen zu stellen. Hierzu müssen zunächst kommunale Wärmebedarfe von Wohngebäuden vollständig automatisiert prognostizierbar gemacht werden.

Als Basis für die Bedarfssimulation dienen LoD2-Stadtmodelle (Stufe zwei in der gängigen Level-of-Detail-Klassifikation, ein mittelstark detailliertes 3D-Modell). Dabei werden die klassifizierten Gebäude-Randflächen sowie semantische Zusatzinformationen zu Gebäudetypologie, Baujahr, Nutzung etc. ausgewertet. Daraus lassen sich schließlich die u-Werte der Gebäudeaußenflächen ableiten. Erste Testergebnisse erreichen Differenzen von weniger als 20 Prozent gegenüber den tatsächlichen Werten.

3D-Stadtmodelle stellen somit, gerade im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen der Energiewende, eine unverzichtbare Grundlage für die kommunale Energieplanung dar. Weitere Anwendungen in diesem Kontext könnten in der Netzplanung für die dezentrale Wärmezeugung, der Prognose zur Effektivität baulicher Maßnahmen (zum Beispiel Sanierungsrate) sowie in der Beurteilung städtebaulicher Maßnahmen unter energetischen Gesichtspunkten liegen.

#### 7.9.5 Mobile Computing-Technologien für das Policy Making in der Stadt der Zukunft

Umfangreiche Stadtgestaltungs- und Bauvorhaben im 21. Jahrhundert müssen durch eine frühzeitige und hohe Bürgerbeteiligung begleitet werden, um nicht (wie im Beispiel Stuttgart 21) später vehemente öffentliche Diskussionen zu provozieren, die erhebliche Bauverzögerungen, Mehrkosten und sogar ein völliges Scheitern nach sich ziehen können. Für die Akzeptanz der Bevölkerung kann eine sachgerechte Diskussion entscheidend sein. Zur Versachlichung der Diskussion in der Öffentlichkeit wiederum haben sich ansprechende Visualisierungen als äußerst hilfreich erwiesen. Im Zusammenhang

mit diesen Problemstellungen liefern IT-Technologien aus den Bereichen *Mobile Computing* und *kamerabasierte Interaktion* großes Potenzial, denn diese Technologien unterstützen etwa eine georeferenzierte Visualisierung von Bauprojekten: Ganz wesentlich sind in diesem Zusammenhang Visualisierungen, die für betroffene Bürger geeignet sind und ihrer (geografischen und Interessens-)Perspektive entsprechen. Dabei soll die Visualisierung individuell auf den Wohnort des Bürgers abgestimmt sein und seine persönlichen Fragestellungen adressieren. Über die Smartphone-Sensorik (GPS, Inertial-Sensor, Kompassensensor, Kamera) wird die genaue Position und Orientierung des Smartphones registriert, so dass lagerichtig eine Visualisierung des Bauprojektes (zum Beispiel 3D-Modell einer geplanten Trassenführung) in Überlagerung mit der Umgebung dargestellt wird, die mit der Smartphone-Kamera aufgezeichnet wird. Diese Anwendung kann als App für verschiedene Smartphone-Plattformen (zum Beispiel iPhone/iPad, Android-Systeme) zur Verfügung gestellt und über die Online-Plattformen vertrieben werden. Um nicht nur Smartphone-Benutzer zu adressieren, ist es aber ebenso sinnvoll, 3D-Technologien einzusetzen, die über Web-Technologien verbreitet werden, um die ortsspezifische Planungssituation im Rahmen einer Informationsveranstaltung zu visualisieren. Der Nutzer soll ein Bauvorhaben aus seiner ganz persönlichen Perspektive wahrnehmen können, so dass er sich wirklich vorstellen kann, wie das Bauprojekt seine persönliche Umgebung verändert. Freie Interaktion in der Szene ist hier wichtig, damit der Bürger die Situation aus seiner persönlichen Perspektive (zum Beispiel von seinem Wohnort aus) betrachten kann und nicht das Gefühl der Schönfärberei bekommt. Er soll den Planungsstand selbstständig überprüfen und nachvollziehen können. Neben Planungsmodellen von Gebäuden sollen hier auch Informationen wie zum Beispiel Lärm-/Schadstoffbelastung dargestellt werden.

#### 7.9.6 Verknüpfung georeferenzierter Informationen mit Mobile Computing-Technologien

Mobile Telekommunikations- und Rechnersysteme durchdringen das urbane Leben und sie treiben die Entwicklungen auf dem Hard- und Software-Markt. Systeme wie das iPhone/iPad von Apple oder Android-Smartphones weisen enorme Verkaufszahlen auf und verknüpfen die Einführung neuer Technologien mit neuartigen Geschäftsmodellen, die eine nachhaltige Verwertung von systemspezifischen Applikationen unterstützen. Mithilfe dieser multisensorischen Smartphones entwickelt sich Augmented Reality gerade von einer reinen Forschungsdisziplin in ein angehendes Massenmedium. Weil urbane Informationen

georeferenziert strukturiert und verwaltet werden, können diese mit den Mobilsystemen abgerufen werden. So liegt heute eine Vielfalt von Informationen bereits georeferenziert vor: Kurznachrichten des Online-Dienstes Twitter zum Beispiel enthalten die Position des Senders als GPS-Koordinaten, soweit dieser dies wünscht und aktiviert hat. Mittels Positionsbestimmung (GPS und digitaler Kompass) und 3G-Internetverbindung lassen sich die aktuellen Kurznachrichten auf den Meter genau darstellen, wie es mit der iPhone-Software „TwittAround“ möglich ist. Dasselbe gilt für Wikipedia-Einträge, Fotos (Flickr) und Restaurantkritiken (Yelp). Das ursprüngliche Problem der Georeferenzierung von Daten ist somit heute dank Web 2.0 und Social Networks keines mehr. Ein direkter Upload von Bildern und Videos vom Ort des Geschehens ins Internet und die Annotation der Medien ist bereits möglich.

### 7.9.7 Forschungsbedarf

Obwohl viele Probleme gelöst sind und eine ausreichende Verbreitung von Smartphones gewährleistet ist, existiert keine umfassende Lösung zur Darstellung und Konfiguration von Inhalten zur Nutzung in AugmentedReality-Anwendungen, die mobilen Plattformen gerecht wird und auf offenen Standards basiert. Einem kommerziellen Erfolg stehen zurzeit wesentliche Probleme im Wege:

- *Ressourcenknappheit*: Auf Smartphones stehen dem Nutzer nur limitierte Ressourcen zur Speicherung, Verarbeitung und Verbindung von digitalen Informationen zur Verfügung. Ebenso müssen Algorithmen energieeffizient umgesetzt werden, damit sie auch längere Zeiten im Batteriebetrieb genutzt werden können. Insbesondere Grafikkarten sind in mobilen Systemen limitiert, sodass Grafiksoftware auf reduzierte Basis-Softwarebibliotheken (zum Beispiel OpenGL ES) aufsetzen müssen.
- *Tracking*: Während etwa für Navigationssysteme GPS-Koordinaten als Trackinginformationen ausreichen, muss für Augmented Reality-Anwendungen neben der Position auch die Orientierung erfasst werden. Dazu müssen die Messwerte der Sensoren, die in Smartphones zur Verfügung stehen (GPS, Inertialsensorik, Kamera), in aufwendigeren Fusionsverfahren zusammengeführt und korreliert werden.
- *Mangelnde Verfügbarkeit von Konfiguratoren zur Informationsunterstützung*: Die Verfügbarkeit von Zusatzinformationen hängt stark von der Natur der Daten

ab. Geometrische Modelle, wie zum Beispiel zugrunde liegende CAD-Modelle und Punktwolken (Laserscans), bilden meist die Grundlage von Informationen, sie stehen allerdings nicht in den Formaten des Zielsystems zur Verfügung. Manuelle Nach- und Aufbereitung oder gar parallele Nachmodellierung von 3D-Geometrien ist die Folge, was zu zusätzlichen zeit- und kostenintensiven Aufbereitungsprozessen führt. Darüber hinaus gibt es keinen generischen Ansatz für die Aufbereitung von wissensvermittelnden Informationen in innerbetrieblichen Abläufen.

- *Offene Standards*: Nur auf der Basis von offenen Standards wie HTML 5 und X3Dom wird eine langfristige Verfügbarkeit der Daten und eine Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Hardware-Plattformen (iPhone, Android,...) gewährleistet. Andernfalls besteht die Gefahr von Monopolen oder erneuten Browser-Wars (Netscape versus Microsoft).

### 7.10 FORDERUNGEN IN BEZUG AUF RAHMENRICHTLINIEN

Neben den aufgezeigten Handlungsfeldern, dem Forschungsbedarf und dem damit verbundenen Bedarf an Forschungsförderung müssen aber auch Rahmenbedingungen auf der politischen Ebene im Kontext der *Geodaten-Verfügbarkeit* vorangetrieben und zur Entscheidung und Umsetzung gebracht werden<sup>103</sup>. So ist bis heute die Verfügbarkeit von öffentlichen Daten bei weitem keine Selbstverständlichkeit. Die Diskussion um *Open Data* muss auf eine übergreifende einheitliche Regelung zielen, möglichst auch im internationalen Zusammenspiel. Die Diskussion um Open Data/Linked Data/Free Data wird dabei im Kontext von eGovernment alle öffentlichen Daten einbeziehen müssen, das heißt Daten aus allen öffentlichen Bereichen, in denen Daten von bereichsexternem Interesse entstehen. Zu klären sind in diesem Kontext neben der Verfügbarkeit auch die Quantität, die Qualität und die Aktualität der Daten.

Die heute verfügbaren Daten sind nicht nur von den Formaten und Aktualität sehr heterogen, sondern auch die Lizenzbedingungen und Kostenmodelle differieren sehr stark und sind für alle Länder unterschiedlich, oft auch behördenabhängig. Dies macht eine bereichsübergreifende oder interdisziplinäre Nutzung oftmals sehr aufwendig. Hier ist eine Vereinheitlichung anzustreben.

<sup>103</sup> Bundesministerium des Inneren (Hrsg.) 2012.

Die Umsetzung einer zumindest national einheitlichen Lösung für *Lizenzmodelle für einheitlichen und offenen Datenzugang* muss angestrebt werden. Ein erster Ansatz ist hierzu in Arbeit und von der Kommission für Geoinformationswirtschaft (kurz: GIW-Kommission) liegen hierzu Entwürfe vor, die in einer Testphase erprobt werden. In diesem Kontext ist auch eine klare und einheitliche Kostenstruktur zu erarbeiten, falls die Daten nicht ohnehin kostenfrei abgegeben werden sollten.

Auf nationaler Ebene werden die Daten von den Ländern bereitgestellt, was bereits zu 16 verschiedenen Angeboten führt.

Ein Zusammenwirken grenzübergreifend in der EU oder darüber hinaus erschwert heute die Nutzung sehr vieler Potenziale. Einerseits sind die genannten Problemfelder nicht auf die nationale Situation begrenzt, andererseits sollen die innovativen Technologien durch deutsche Unternehmen auch international eingesetzt werden. Hierzu sind die *internationalen Verbindungen und Entwicklungen* zu berücksichtigen und auch mitzugestalten. So ist im Bereich der Geodaten mit der INSPIRE-Richtlinie ein erster Schritt begonnen worden. Die Umsetzung muss in den kommenden Jahren zielstrebig verfolgt werden und die Konzeption auch weiter ausgebaut werden.



## 8. MOBILE BÜRGERBETEILIGUNG

AUTOR: REINER BILDMAYER

BEITRAGENDE: CARSTEN HAHN, JONAS HÄRTFELDER, KNUT MANSKE, THOMAS PFOHL

### 8.1 DIE FÜNF SÄULEN DER URBANITÄT

Nach Angaben der Vereinten Nationen werden im Jahr 2030 etwa 60 Prozent der Weltbevölkerung in urbanen Regionen leben<sup>104</sup>. Dies bringt immense Herausforderungen für die Stadt, die lokale Wirtschaft und die Bürger mit sich. Urbane Innovationen werden zukünftig in der Lage sein, auf diese Herausforderungen zu reagieren. Abbildung 8.1. zeigt die wichtigsten Bestandteile IKT-gestützter Lösungen für die Stadt der Zukunft wie nachfolgend aufgeführt. Durch eine verantwortungsbewusste Regierungsführung werden die stetig wachsenden Ansprüche nach Effizienz gestärkt, strategische Planungen ermöglicht und optimierte Verwaltungsprozesse geschaffen. Handlungsfähige Stadtmitarbeiter erhöhen die Produktivität, indem sie für ihre Arbeit wichtige Informationen zur Verfügung gestellt bekommen. Eine engagierte Gemeinschaft setzt auf den Einbezug der Bürger und stellt hierfür geeignete Kollaborationsplattformen bereit, macht die städtischen Daten transparent und eröffnet neue Beteiligungschancen. Immer wichtiger wird die Zielgruppenansprache von städtischen Dienstleistungen, was unter anderem durch innovative Dienstleistungen auf unterschiedlichen Medienträgern ermöglicht wird. Als Grundlage einer jeden urbanen Region muss nicht zuletzt die physische Sicherheit gewährleistet werden. Hierfür werden Polizeikräfte bei ihrer täglichen Arbeit, aber auch Einsatzkräfte in Katastrophensituationen schnell informiert und koordiniert werden müssen.

Der vielleicht wichtigste Einflussfaktor für die Stadt ist der Bürger mit seinen Bedürfnissen und Anforderungen an sie<sup>105</sup>. Um diesem gerecht zu werden, stellt das hier vorgestellte Konzept den Bürger in den Mittelpunkt. Städte können die

konsequente Ausrichtung auf Bürgerbelange zu einem Alleinstellungsmerkmal entwickeln, ähnlich wie erfolgreiche Unternehmen die Kundenorientierung zu einem Erfolgsfaktor und Alleinstellungsmerkmal ausprägen.

### 8.2 ÜBERGEORDNETER ANSPRUCH: DER BÜRGER IM MITTELPUNKT

Das vorliegende Kapitel betrachtet mobile Nutzungsformen der IKT-Plattform der Stadt der Zukunft. Grundlage ist ein Konzept für die mobile Bürgerbeteiligung namens *Mobile-Stadt-Konzept*, an dem die Autoren dieses Kapitels wesentlich beteiligt waren und das weitgehend realisiert und teilweise pilothaft eingesetzt wurde. Es orientiert sich dementsprechend stärker an heute machbaren Lösungen als an zukünftig denkbaren. Deshalb wird es im vorliegenden Bericht als eines der *Einsatzgebiete* der IKT-Plattform der Stadt der Zukunft eingestuft, als bewusster Gegensatz zu den stärker am Forschungs- und Entwicklungsbedarf orientierten Kapiteln zwei bis sechs. Unter mobiler Bürgerbeteiligung wird im vorliegenden Kapitel weit mehr verstanden als Bürgerpartizipation bei Entwicklungs- und Entscheidungsprozessen – vielmehr werden alle Nutzungsformen der in Kapitel 3 beschriebenen Wettbewerbs- und Bürgerorientierten Infrastruktur WBI subsummiert, die unmittelbar den Bürgern zur Verfügung gestellt werden und die für mobile Nutzung konzipiert sind – allerdings liegt wie erwähnt der Fokus auf heute realisierbaren Lösungen statt auf Zukunftsvisionen. Als Einsatzbereich kommt der so verstandenen mobilen Bürgerbeteiligung eine Sonderrolle zu, weil sie in andere Einsatzbereiche wie beispielsweise Transport und Logistik, Energie etc. hineinspielen kann.

Abbildung 8.1: Die fünf Säulen der Urbanität



Quelle: SAP AG Walldorf

<sup>104</sup> United Nations 2011.

<sup>105</sup> Vgl. Przewloka et al. 2013, Seite 30ff.

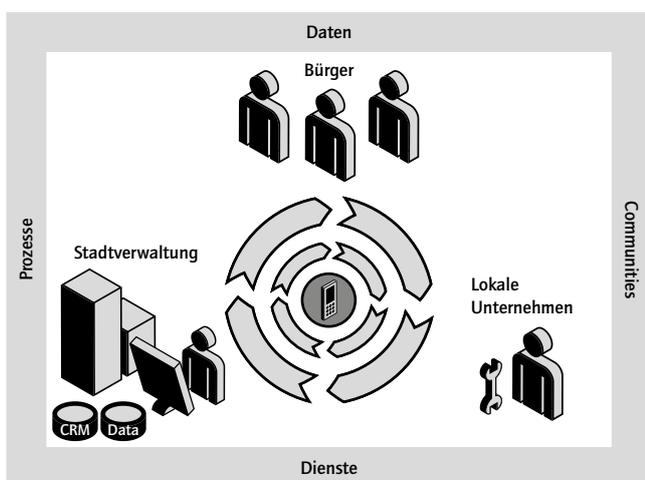
Im Mittelpunkt dieses *Mobile-Stadt-Konzepts* steht der Bürger mit seinen Wünschen, Interessen und Bedürfnissen. Er erlebt die neuen Dienstleistungen über eine „Mobile-Stadt-App“ auf seinem Smartphone. Das Mobile-Stadt-Konzept sieht die Vernetzung der Akteure (Bürger, Stadt, lokale Unternehmen), die Verbindung von bestehenden Prozessen und das Aufsetzen neuartiger Prozesse zur Verbesserung des Zusammenlebens in urbanen Regionen besonders mithilfe moderner mobiler Geräte wie Smartphones und Tablets vor<sup>106</sup>. Dadurch soll ein Mehrwert für alle Beteiligten – Bürger, lokale Unternehmen und Stadtverwaltung – geschaffen werden, was in folgender Abbildung 8.2 verdeutlicht wird: Dort ist auch die Verknüpfung anhand der in Kapitel 3.4 eingeführten vier Kategorien digitaler Artefakte dargelegt (Daten, Dienste, Communities und Prozesse). Diese vier Kategorien sind auch Grundlage der nachfolgenden Überlegungen.

Im Zusammenhang mit dem Mobile-Stadt-Konzept wird deutlich, wie Daten in einer Stadt sinnvolle Anwendungsfelder unterstützen, ja sogar kreieren können, die bisher nicht möglich waren. Bereits etablierte Dienste können über die neue Plattform moderner, attraktiver und effizienter angeboten werden. Neue Dienste sind erst durch die Plattform im Mobile-Stadt-Konzept möglich. Durch die Vernetzung der verschiedenen Ak-

teure können Communities entstehen, die temporär oder auch über einen längeren Zeitraum als Grundlage für zielgerichtete Kommunikation, Interaktion und Transaktion dienen. Außerdem ist es möglich, dass Communities dynamisch entstehen beziehungsweise die Dynamik von Communities den Mehrwert der Plattform für die Bürger darstellt. Durch die konsequente Fokussierung auf den Nutzen für die Bürger entstehen Prozesse zwischen den Akteuren, die – ähnlich zu den entstehenden Daten – die etablierten Prozesse für den Anwendungsfall ersetzen oder neue Anwendungsfälle hervorbringen.

Die Bürger erhalten mehr Transparenz und Mitsprache sowie neue Möglichkeiten der Interaktion mit der Stadt, anderen Bürgern und der lokalen Wirtschaft. Die Stadtverwaltung kann über eine bidirektionale Kommunikation mittels mobiler Geräte ihre städtischen Dienstleistungen für die Bürger und lokalen Unternehmen attraktiver und vor allem auch effizienter gestalten. Die lokale Wirtschaft findet über die Mobile-Stadt-App neue Absatzmärkte oder kann bestehende Märkte durch eine zielgerichtete und moderne Ansprache attraktiver und vor allem auch zeitnaher adressieren. Durch die Verbesserung der Informations- und Kommunikationskanäle im urbanen Raum können damit alle Akteure profitieren, wie die Anwendungsfälle der in Kapitel 3 dargestellten Prinzipien exemplarisch aufzeigen.

Abbildung 8.2: Vernetzung urbaner Akteure



Quelle: SAP AG Walldorf

### 8.3 ANWENDUNGSBEZOGENE ERÖRTERUNG DES MOBILE-STADT-KONZEPTS

Das Mobile-Stadt-Konzept basiert auf einer Reihe von grundlegenden Prinzipien. Das Zusammenspiel dieser Prinzipien in einem Ansatz unterstreicht den innovativen Charakter des Konzepts. Nur die richtige Orchestrierung und Vernetzung der Prinzipien verspricht den Erfolg des Konzepts. Das Herausgreifen und Umsetzen einzelner Prinzipien kann dazu führen, dass die so wichtige „kritische Masse“ sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite nicht erreicht wird. Die Auswahl der hier vorgestellten Prinzipien verfolgt die Abdeckung der wichtigsten und für den Erfolg der Umsetzung des Konzeptes vielversprechendsten Ansätze. Die Grundlage dafür wurde gelegt, indem Literaturrecherchen durchgeführt wurden<sup>107</sup> und erfolgreiche und nicht erfolgreiche Konzepte für mobile Apps in Städten analysiert wurden – beispielsweise

<sup>106</sup> Zu konzeptionellen Anknüpfungspunkten in bestehenden Smart-City-Initiativen vgl. Jaekel/Bronnert 2013, Seite 9ff.

<sup>107</sup> Jaekel/Bronnert 2013 sei hier als besonders grundlegend hervorgehoben.

in Boston (Citizens Connect)<sup>108</sup>, Singapur<sup>109</sup> und Wolfsburg<sup>110</sup> – und vor allem zahlreiche Gespräche mit Ansprechpartnern in unterschiedlichen Städten weltweit geführt wurden. Die im Folgenden beschriebenen Anwendungsbeispiele sollen diese Prinzipien des Mobile-Stadt-Konzeptes exemplarisch darstellen. Folgende Prinzipien werden vorgestellt, diskutiert und durch anschauliche Beispiele illustriert:

- Der informierte Bürger
- Interaktionen zwischen Bürgern, öffentlichen Einrichtungen und lokaler Wirtschaft
- Dienstleistungen für Touristen und Geschäftsreisende
- Transport und Mobilität
- Bürger-Bürger-Interaktion
- Einbinden der lokalen Banken und Sparkassen

### 8.3.1 Der informierte Bürger

Eine Mobile-Stadt-App ermöglicht es, gezielte städtische Informationen zu verteilen und den Informationsfluss passgenau auf die Empfänger zuzuschneiden. So ist es beispielsweise möglich, Bürger bestimmter Stadtbezirke über ein lokales Bauprojekt zielgerichtet zu informieren. Bürger, die diese Information nicht betrifft, erhalten keine Nachricht. Gleiches ist themenspezifisch möglich. Ein Beispiel dafür ist die persönliche Mobilität des Bürgers: Wenn sich der Bürger nur als Nutzer der öffentlichen Verkehrsmittel in der Mobile-Stadt-Anwendung registriert, erhält er keine News zu Parkplätzen, sondern erhält stattdessen gegebenenfalls neue und veränderte Angebote des öffentlichen Nahverkehrs sowie beispielsweise über Mitfahrzentralen oder Fahrradverleih.

Neben den themenspezifischen Informationen können auch weitere urbane Informationen zur Verfügung gestellt werden. Dabei geht es nicht darum, die Vielzahl der urbanen Informationen wie beispielsweise städtische Finanzen, demografische Entwicklungen, Sehenswürdigkeiten, Veranstaltungen, Abgaswerte und Lärmpegel ohne Kontext zur Verfügung zu stellen. Vielmehr ist es durch die Nutzung von mobilen Geräten möglich, diese Informationen in einem situativen Kontext darzustellen. Zum Beispiel kann ein Bürger die Lärmpegel-Statistik des Ortes abfragen, an dem er sich gerade befindet, oder die städtischen Einnahmen und Ausgaben der Einrichtung darstellen, vor der er gerade steht (beispielsweise steht der Bürger vor dem Theater und wartet vielleicht gerade auf jemanden, um gemeinsam eine Vorstellung zu besuchen).

Damit werden grundlegende Daten, wie Öffnungszeiten von kulturellen Einrichtungen, mit weiteren Informationen in Verbindung gebracht und angereichert. Dies schafft Transparenz in einem kontextuellen und situativen Zusammenhang, sensibilisiert die Bürger für ihre städtischen Belange und macht unter anderem verwaltungstechnische oder Gemeinderatentscheidungen nachvollziehbar. Der Kontextbezug der Information (ggf. durch anwenderspezifische Zielgruppen-Optionen und Priorisierung von Gewohnheiten) machen Open Data-Aktivitäten zu einer zielführenden und erfolgreichen Initiative.

Da reine Informationen zu einem Thema oder Aspekt nur eine Seite der Medaille darstellen, werden im Folgenden die Interaktionen zwischen den Akteuren als Prinzip beispielhaft dargestellt.

### 8.3.2 Interaktionen zwischen Bürgern, öffentlichen Einrichtungen und Wirtschaft

Bis dato werden Verwaltungsgänge durch Bürger meist als mühsam und zeitaufwendig wahrgenommen. Das Ziel des Mobile-Stadt-Konzeptes ist es, die Kommunikation zwischen den Bürgern und der öffentlichen Verwaltung zu erleichtern und für beide Seite effizienter zu gestalten. Durch die Bereitstellung von geeigneten mobilen Dienstleistungen können Bürger einfach und schnell ihre Verwaltungsgänge erledigen. Ein Beispiel hierfür wäre die schnelle Bezahlung einer Ordnungswidrigkeit mit dem Auto direkt in der Situation, in der der Bürger das Auto erreicht. Wird ein einfacher Ablauf der Zahlungsabwicklung gewährleistet, so könnte das zu Einsparungen in der Verwaltung führen; im Beispiel kann etwa die Versendung und Mahnung der noch offenen Zahlungseingänge unnötig werden.

*Anwendungsbeispiel: Terminvereinbarung.* Muss der Bürger für einen Verwaltungsgang einen persönlichen Termin wahrnehmen, so kann er über die Mobile-Stadt-App diesen Termin vorab reservieren, der wiederum sofort mit dem Kalender des Smartphones synchronisiert wird. Der Bürger wird damit rechtzeitig an den Termin erinnert. Möglich wäre sogar die rechtzeitige Benachrichtigung für den Termin und Informationen über den Weg zum Ort des Termins (inkl. Vorschlägen, mit welchen Verkehrsträgern der Ort am besten erreicht werden kann).

*Anwendungsbeispiel: Meldungen an die Stadt.* Als weiterer Service ist es den Bürgern möglich, Schadensmeldungen über ein Meldungssystem abzugeben, zum Beispiel die defekte Straßenlaterne

<sup>108</sup> URL: <http://www.cityofboston.gov/doi/apps/citizensconnect.asp> [Stand: 15.4.2014].

<sup>109</sup> URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tripadvisor.android.apps.cityguide.singapore> [Stand: 15.4.2014].

<sup>110</sup> URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tourias.android.guide.wolfsburg> [Stand: 15.4.2014].

vor der Haustür, die defekte Ampelschaltung auf dem Schulweg der Kinder oder die defekte Parkbank im Stadtgarten. Der Bürger kann sehr einfach über sein Smartphone den genauen Standort und sogar ein Bild übermitteln, ohne dass es für ihn ein großer Aufwand ist<sup>111</sup>. Als Beispiel sei die Initiative *LIVE Singapore!*<sup>112</sup> genannt. Solche Informationen verbessern die Ressourcenplanung der Stadtverwaltung und führen im Idealfall dazu, dass gemeldete Schäden schneller und effizienter, also kostengünstiger, behoben werden. Über Status-Updates wird der Bürger auf dem Laufenden gehalten und über den Prozessfortschritt informiert. Diese „Feedback-Schleife“ ist für Bürger ein wichtiger Informationskanal, über den sie Gewissheit erhalten, dass ihren Meldungen auch nachgegangen wird.

*Anwendungsbeispiel: Recycling.* Ein Beispiel für die Interaktion mit der Wirtschaft ergibt sich, wenn man das große Feld der Nachhaltigkeit betrachtet. Das Recycling von Gebrauchsgütern wird mehr und mehr zu einer unerlässlichen Quelle von wichtigen Rohstoffen (Stichwort: seltene Erden). Deshalb können Prozesse zur Rückführung von Gebrauchsgütern in den Recyclingprozess einen wertvollen Beitrag liefern, um diese Rohstoffe zurückzugewinnen. Das Mobile-Stadt-Konzept kann den Recyclingunternehmen helfen, ihre Zielgruppe zu erreichen und mit Services zu bedienen, die den Bürgern die Möglichkeit geben, die Recyclingquote einer Stadt zu erhöhen. Ein Beispiel: Die Mobile-Stadt-App kann als „Vermittler“ zwischen einem Elektroschrotthändler und den Bürgern dienen, derart dass der Händler über die Mobile-Stadt-App seine Abholservices anbietet und der Bürger diesen Service buchen kann. Für diese Vermittlung verlangt die Stadt vom Händler eine Provision. Ein Nebeneffekt: Der Bürger ist sich bewusst, wer seinen Elektroschrott abholt und was damit geschieht. Die Händler werden von der Stadt zertifiziert, bevor sie die Mobile-Stadt-App als neuen Vermittlungskanal nutzen können.

*Anwendungsbeispiel: Trendabfragen.* Innerhalb von Städten gibt es vielfältige Dinge zu entscheiden. Oftmals geschieht dies durch die gewählten Repräsentanten, weitgehend losgelöst von der Bevölkerung. Um ein Meinungsbild von der Bevölkerung zu erhalten, sind über die Mobile-Stadt-App gezielte Trendabfragen möglich. Dies fördert die demokratische Legitimität, ohne die repräsentativen Elemente zu ersetzen. Ziel ist es, die Kommunikation von Vorhaben mit einem Interaktionsprozess zu verbinden und damit die Bürger zu ermutigen, sich nicht nur über die

städtischen Belange in ihrer Umgebung zu informieren, sondern auch ihre Meinung darüber zu äußern. Um Mithilfe und Engagement zu fördern, kann die Stadtverwaltung eine virtuelle, regional gebundene Parallelwährung einführen, die man etwa „City-Credits“ nennen könnte. Eine erste Stufe von Bürgeraktivitäten zeigt das Wiener Portal *„wir sind mehr“*<sup>113</sup>. Der Bürger erhält City-Credits, wenn er sich bei einem ehrenamtlichen Projekt engagiert, ein Schlagloch meldet oder an einer Recyclingaktion teilnimmt. Die gutgeschriebenen City-Credits können im Gegenzug für städtische Leistungen eingetauscht werden, beispielsweise für einen Museums- oder Freibadbesuch.

*Anwendungsbeispiel: Nutzen für gemeinnützige Organisationen und Vereine.* Weitere öffentliche Einrichtungen wie Schulen oder Kindergärten können die Mobile-Stadt-App als Informations- und vor allem auch Interaktionskanal nutzen. Ein Beispiel dafür wäre die Kommunikation der auftretenden Ausnahmen: Von Einrichtungen wie Kindertagesstätten, Kindergärten und Schulen kann die Mobile-Stadt-App genutzt werden, um beispielsweise Meldungen über Krankheiten an die Eltern zur Verfügung zu stellen; auch die Eltern können dem Kindergarten melden, dass ihr Kind wegen Krankheit zuhause bleiben muss. Dasselbe Interaktionsprinzip ist für Öffnungs- und Betreuungszeiten denkbar.

### 8.3.3 Dienstleistungen für Touristen und Geschäftsreisende

Auch Touristen und Geschäftsreisenden steht eine Mobile-Stadt-App zur Verfügung – nicht nur den Bürgern. Dem Gast steht die Anwendung als App-Download über gut platzierte QR-Codes zur Verfügung, die an für Touristen und Geschäftsreisende interessanten Stellen (Flughafen, Bahnhof, Sehenswürdigkeiten, Kongresszentren, Hotels etc.) angebracht werden. Touristen und Geschäftsreisende kommen so schnell in den Genuss des städtischen Angebots. Die Stadt steigert ihre Attraktivität für Touristen und Geschäftsreisende und das lokale Gewerbe kann zusätzliche Käufer und Konsumenten über eine Mobile-Stadt-App auf ihre Angebote aufmerksam machen.

*Anwendungsbeispiel: Dynamische Stadtführung.* Auf Basis verschiedener Location-Based Services und einer Mobile-Stadt-App können interessante und beliebte Plätze einer Stadt gefunden und zur auf vielfältige Weise digital nutzbar gemacht werden<sup>114</sup>. Dies wird nicht einmalig und statisch definiert, sondern verändert sich je nach Zeitpunkt und Ort aus dem

<sup>111</sup> Blankenbach et al. 2011.

<sup>112</sup> URL: <http://senseable.mit.edu/livesingapore/> [Stand: 15.4.2014].

<sup>113</sup> URL: <http://wirsindmehr.at/gruppen> [Stand: 15.4.2014].

<sup>114</sup> eine Übersicht existierender Möglichkeiten von Stadtführungen findet sich in Floch 2011, S. 239ff.

aktuellen Datenmaterial. Die daraus entstandenen Vorschläge („Hotspots“) werden zudem mit Informationen und Bildern oder Videos angereichert, um einem Touristen eine Vorabinfo zu vermitteln. Anhand seiner bisherigen besuchten Orte kann die Auswahl der Hotspots zudem weiter personalisiert werden.

*Anwendungsbeispiel: Business-Paket für Besucher einer Messe.* In Zusammenarbeit mit Veranstaltern wie Messe- und Kongressanbietern kann die Stadt das Mobile-Stadt-Konzept als Plattform für spezielle Business-Pakete anbieten. Zum Beispiel könnte eine Mobile-Stadt-App eine angepasste Ausprägung zu einer bestimmten Veranstaltung anbieten mit dem Vorteil, dass bestimmte Services, die nicht veranstaltungsspezifisch sind (zum Beispiel: Services zum öffentlichen Nahverkehr oder touristische Services), vom Veranstalter immer wieder verwendet werden können. Lediglich der veranstaltungsspezifische Inhalt muss einer Mobile-Stadt-App zur Verfügung gestellt werden.

### 8.3.4 Transport und Mobilität

Städte sehen sich einem stetig steigenden Verkehrsaufkommen ausgesetzt, oftmals trotz einer guten Infrastruktur im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Um die Attraktivität und Effizienz des ÖPNV zu steigern, können über eine Mobile-Stadt-App und die Integration von unterschiedlichen Verkehrsmitteln, wie beispielsweise Taxi, Mitfahrzentralen, Bus und Bahn, multimodale Mobilitätskonzepte umgesetzt werden<sup>115</sup>. Der App-Nutzer gibt sein Wunschziel an und eine Mobile-Stadt-App findet den schnellsten, billigsten, umweltfreundlichsten oder sehenswertesten Weg. Je nachdem, welche Priorität der App-Nutzer hat, wird er sich für eine der Alternativen entscheiden. Dabei geht es nicht nur um die reine Information zu Alternativen, sondern auch um die konkrete Nutzung. Eine Mobile-Stadt-App erlaubt es beispielsweise, das ÖPNV-Ticket zu lösen und gleich zu bezahlen, das Taxi anzufordern und später zu bezahlen oder den Mitfahrwunsch zu buchen und später zu bezahlen.

Da Individualverkehr nicht vollständig unterbunden werden soll oder kann, sind auch hierfür Optimierungsvorschläge anzudenken. Über eine Navigationsfunktion in einer Mobile-Stadt-App erhält der Fahrer aktuelle Verkehrsinformationen und Routen Anpassungen. Für seinen Zielort wird ihm proaktiv ein Parkplatz vorgeschlagen. Hat der Fahrer spezielle Wünsche an den Parkplatz, besteht die Möglichkeit, diese zu äußern. Auch hier wird der informatorische Charakter durch einen interaktiven sogar transaktionalen Charakter ergänzt. Der Parkplatz kann über eine Mobile-Stadt-App reserviert, gebucht und sogar bezahlt werden.

Sowohl die Optimierung des ÖPNV als auch die des Individualverkehrs sparen Zeit und Geld, verringern die Abgasemissionen und erhöhen die Lebensqualität innerhalb der Stadt. Zudem ermöglicht es lokalen Anbietern von Mobilitätsservices (Car-Sharing, Fahrradverleih, Rikscha-Fahrten etc.), diesen Absatzkanal zu nutzen, um ihr Angebot zu kommunizieren. In diesem Bereich werden zukünftig weitere Mobilitätsalternativen entstehen – denkbar wären das Anbieten des privaten Fahrzeugs zur Nutzung oder das Einrichten von Mitfahr-Communities, die auf eine bestimmte Zielgruppe beschränkt sind, etwa Mitfahrmöglichkeiten für jüngere Menschen aus der Disco oder Mitfahrergemeinschaften von Firmen.

*Anwendungsbeispiel: Effizienterer ÖPNV durch dynamische Fahrgastplanung.* Durch Ortsinformationen aus einer Mobile-Stadt-App und Angaben über typisches oder tatsächlich geplantes Anwenderverhalten wird eine dynamische Fahrgastplanung möglich, um die Effizienz des ÖPNV zu verbessern. So könnte beispielsweise vermieden werden, dass ein Bus, der auf die U-Bahn getaktet ist, zu früh losfährt, obwohl die U-Bahn nur eine Minute Verspätung hat. Der Busfahrer könnte im einfachen Fall basierend auf den vom System gelernten Fahrgastzahlen aus der U-Bahn und dem bestehenden Fahrplan eine Entscheidungsgrundlage ableiten, ob es sich lohnt, auf Fahrgäste von dieser U-Bahn zu warten. Es könnten damit Leerfahrten oder gering ausgelastete Fahrten reduziert werden und ein darauffolgender Bus wäre nicht zusätzlich durch ein erhöhtes Fahrgastaufkommen belastet. Es wäre außerdem vorstellbar, dass Bürger über eine Mobile-Stadt-App für weiter abgelegene und selten genutzte Routen den Bus im Vorfeld reservieren können. Diese Reservierung könnte aus dem Kauf eines entsprechenden Tickets, den Gewohnheiten des Anwenders, seinen bisher gefahrenen Strecken oder dem Abgleich seiner Termine automatisch abgeleitet werden.

### 8.3.5 Bürger-Bürger-Interaktion

Innerhalb der Stadt finden sich unterschiedliche Interessen und Fähigkeiten. Um diese Vielfalt zu nutzen, bietet eine Mobile-Stadt-App einen Marktplatz der Fähigkeiten an. Bürger können einerseits Projekte ausschreiben und um Mithilfe bitten, andererseits sich selbst zur Mithilfe anbieten. So können sich Bürger gegenseitig unterstützen und über den Informations- und Kommunikationskanal „Mobile-Stadt-App“ eine aktive Nachbarschaftshilfe aufbauen, welche ggf. sogar Versicherungsschutz genießt. Zugänglich wären diese Nachbarschaftshilfen ebenfalls für gemeinnützige Organisationen und Vereine.

<sup>115</sup> Ideen zur vernetzten urbanen Mobilität bestehen bereits heute; eine einführende Übersicht findet sich bei Jaekel/Bronnert 2013, S. 116ff.

### 8.3.6 Einbinden der lokalen Banken und Sparkassen in das Mobile-Stadt-Konzept

Das Mobile-Stadt-Konzept beinhaltet eine Bezahlungsfunktion, die von allen Diensteanbietern (städtische Einrichtungen ebenso wie gewerbliche Einrichtungen) für die Abwicklung vermittelter Dienste über eine Mobile-Stadt-App genutzt werden. Dabei wird die Idee verfolgt, dass lokale Zahlströme auch lokal abgewickelt werden<sup>116</sup>. Deshalb ist ein Prinzip einer Mobile-Stadt-App die Kooperation mit den lokalen Banken und Sparkassen, um diese Abwicklung professionell und den rechtlichen Anforderungen entsprechend zu gewährleisten. Die Bezahlalternativen reichen von Geldbeträgen, die man als Guthaben auf eine Mobile-Stadt-App lädt, über Transaktionen mit dem persönlichen Konto der lokalen Bank und Sparkasse bis hin zu Transaktionen im Sponsoring und Spendenumfeld.

*Anwendungsbeispiel: Bezahlung eines Dienstes mit dem aufgeladenen Guthaben.* Der Bürger kann sich (ähnlich zu dem Geldchip auf der EC-Karte) Guthaben auf die Mobile-Stadt-App laden. Anfallende Zahlungen für Dienste, die über eine Mobile-Stadt-App in Anspruch genommen werden (Besuch des städtischen Freibades, Museumsbesuch, Säumnisgebühren für die Stadtbücherei, Busticket...), können über das Guthaben einfach, schnell und bargeldlos abgewickelt werden.

*Anwendungsbeispiel: Sammeln von Spenden für lokale Projekte.* Ein mögliches Beispiel für das Sammeln von Spenden ist folgendes Szenario: Der App-Nutzer geht in das städtische Museum und bezahlt per Mobile-Stadt-App die Eintrittsgebühren. Gleichzeitig wird er auf ein Projekt einer Schule hingewiesen, die einen Museumsbesuch für eine Klasse finanzieren möchte und um eine kleine Spende bittet. Das könnte zum Beispiel die Aufrundung des Eintrittspreises des Museums sein. Der Vorteil: Der potenzielle Spender wird in der Situation des eigenen Museumsbesuches auf eine Spende angesprochen und hat somit zu seiner Spende einen inhaltlichen Kontext. Außerdem kann durch eine Mobile-Stadt-App die Schulklasse nach erfolgreichem, durch Spenden gefördernten Museumsbesuch eine persönliche Dank-Nachricht an alle Spender über eine Mobile-Stadt-App verteilen. Die lokalen Banken und Sparkassen stellen die für die Transaktionen so wichtige Bank-Infrastruktur zur Verfügung. Zusätzlich kann

sich die Bank als Sponsor von gemeinnützigen Projekten auch bei Spendenaktionen beteiligen und das den anderen kommunizieren.

## 8.4 NEUES GESCHÄFTSMODELL

Moderne Städte arbeiten eng mit der Wirtschaft und den Bürgern zusammen. Allerdings sind Städte und städtische Einrichtungen von einem Verwaltungsstil geprägt, der durch die Haupteinnahmequelle Steuereinnahmen finanziert wird. Nur zögerlich kommen marktwirtschaftliche Prinzipien zum Einsatz, die den Kundennutzen als primäres Ziel definieren. Die oben beschriebenen Prinzipien und Anwendungsbeispiele zeigen aber, dass der Erfolg des Mobile-Stadt-Konzeptes davon abhängen wird, wie städtische Angebote und Dienste mit kommerziellen Diensten verknüpft werden müssen, um die kritische Masse auf Angebots- wie Nachfrageseite zu erzielen. Man spricht hier auch von mehrseitigen Plattformen (MSP), wie sie beispielsweise bei Online-Marktplätzen wie eBay zum Einsatz kommen<sup>117</sup>. Eine zentrale Frage, die sich aus diesem Konstrukt ergibt, ist folgende: Wer hat die Kontrolle über ein solches Netzwerk?<sup>118</sup> Liegt die Kontrolle in städtischer Hand, so kann es dazu führen, dass das Netzwerk nicht dynamisch genug agiert und vor allem unterstützende Prozesse nicht wie marktwirtschaftlich üblich und nötig gestaltet und umgesetzt werden. Gibt man die Kontrolle aus städtischer Sicht zu sehr ab, so kann es dazu führen, dass die Plattform Ansprüchen hinsichtlich Qualität und Angebot nicht mehr entspricht und der Stadt einen Imageverlust einhandelt. Dennoch ergibt sich für Städte die Chance, ihren Bürgerinnen und Bürger und ihren gewerblichen Akteuren eine vernetzte urbane Mobilität anzubieten, die einen sehr positiven Einfluss auf die Lebensqualität in der Stadt haben kann<sup>119</sup>.

Ein Geschäftsmodell besteht aus unterschiedlichen Elementen, die hier nicht näher dargestellt werden sollen<sup>120</sup>. Auf ein Element sollte hier jedoch besonders hingewiesen werden, weil es das wichtigste Element eines Geschäftsmodells repräsentiert: die Nutzenstiftung der Geschäftsidee. Ist dieses Element definiert, so leiten sich daraus sehr oft die anderen Elemente ab, wie Kundengruppen, Umsätze, Kosten, Partner etc.

<sup>116</sup> Henkel 2001.

<sup>117</sup> Vgl. Hagi/Wright 2013, Seite 64

<sup>118</sup> (Ausführliche Diskussionen zu neuen Geschäftsmodellen für Städte finden sich in Walravens/Ballon 2013 sowie Ballon 2009)

<sup>119</sup> Vgl. Chatterjee 2013, Seite 114ff.

<sup>120</sup> Für einen ersten Einblick siehe Johnson et al. 2008.

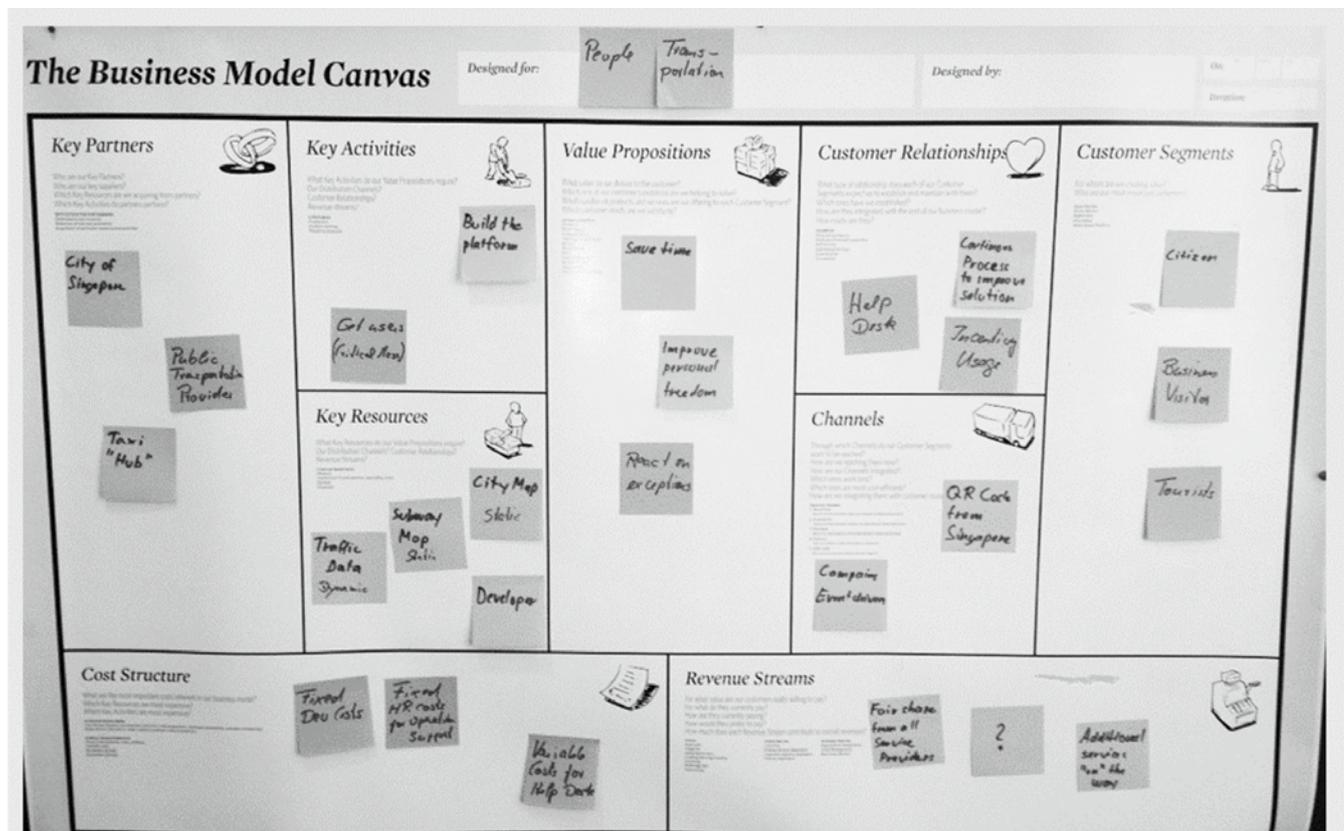
Ein sehr hilfreiches Rahmenwerk zur Erarbeitung und Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle stellt ein Ansatz dar, der als *Business Model Generation*<sup>121</sup> bezeichnet wird. Ein Bestandteil dieses Ansatzes ist das Instrument des *Business Model Canvas*. Damit können folgende neun Dimensionen eines Geschäftsmodells systematisch beschreiben und in einen ganzheitlichen Kontext gesetzt werden:

- Nutzenstiftungen (Value Propositions),
- Kundensegmente (Customer Segments),
- Kundenbeziehungen (Customer Relationships),
- Distributionskanäle (Channels),
- Umsatzströme (Revenue Streams),
- Kernaktivitäten (Key Activities),
- Kernressourcen (Key Resources),
- Schlüsselpartner (Key Partners) und
- Kostenstruktur (Cost Structure).

Die Nutzenstiftung steht dabei im Mittelpunkt des Geschäftsmodells, wie in Abbildung 8.3 ersichtlich und nachfolgend erläutert. Um die Nutzenstiftung herum werden die Dimensionen in zwei Kategorien angeordnet: der Kategorie der Außensicht des Geschäftsmodells mit Kundensegmenten, Kundenbeziehung, Kanälen und Umsatzströmen (rechte Seite des Canvas) und der Kategorie der Innensicht mit Kernaktivitäten, Kernressourcen, Schlüsselpartnern und Kostenstruktur (linke Seite des Canvas). Mit dem Instrument können neue Geschäftsmodelle nicht nur systematisch erstellt, sondern auch miteinander verglichen und analysiert werden. Abbildung 8.3 zeigt das Ergebnis eines Workshops zum Mobile-Stadt-Konzept auf Basis des *Business Model Canvas* und vermittelt damit illustrativ den Vorteil des Instruments.

Die Entwicklung und Ausarbeitung der innovativen Geschäftsmodelle – wir gehen davon aus, dass es verschiedene Ausprägungen

Abbildung 8.3: Ergebnis eines Geschäftsmodell-Kreativ-Workshops zum Mobile-Stadt-Konzept, basierend auf dem Instrument Business Model Canvas



Quelle: SAP AG Walldorf

<sup>121</sup> Osterwalder/Pigneur 2010.

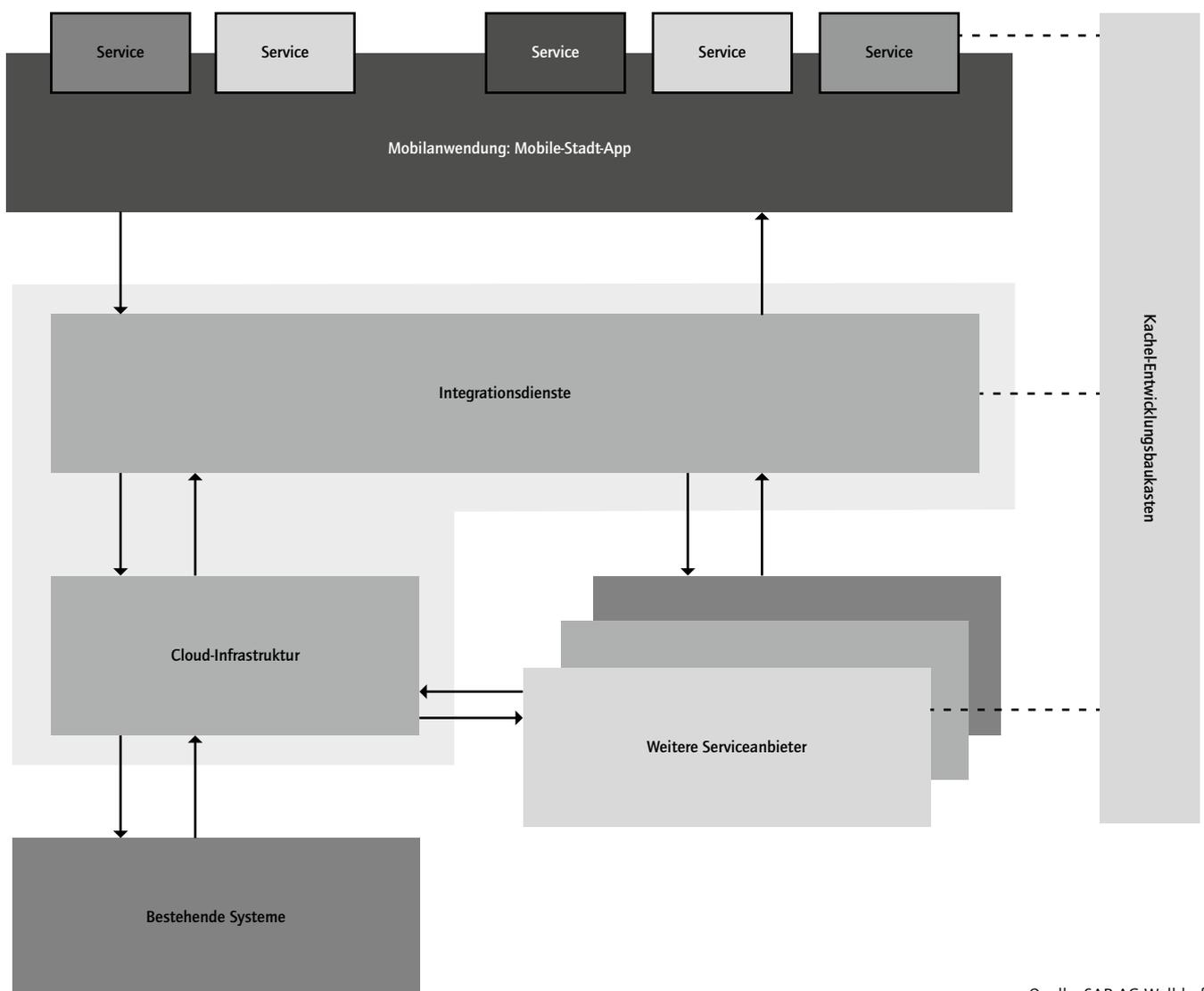
von Geschäftsmodellen geben wird, je nach Stadt/Region, aber auch je nach Stakeholdern und Interessenslage – müssen noch näher untersucht und in der Praxis validiert werden<sup>122</sup>.

### 8.5 TECHNISCHE KONZEPTION

Die wichtigsten technischen Komponenten des Mobile-Stadt-Konzeptes sind in Abbildung 8.4 dargestellt. Eine Mobile-Stadt-App

basiert dabei auf einem Hybrid-App-Ansatz, der es durch seine native und webbasierte Struktur ermöglicht, dass die App nicht nur auf einer, sondern auf möglichst vielen der derzeit verfügbaren (Apple iOS, Android, Windows Mobile Phone) und zukünftigen Mobilplattformen lauffähig ist<sup>123</sup>. Neben der Verwendung von Kamera, GPS etc. bietet der hybride Ansatz weitere Vorteile. Zum einen spart sich der Diensteanbieter redundante Programmierung für iOS und Android (und später andere unterstützte Betriebssysteme), da er nur eine Web-Applikation schreiben muss. Zum

Abbildung 8.4: Das technische Konzept im Überblick



Quelle: SAP AG Walldorf

<sup>122</sup> Zu Vorarbeiten siehe Jaekel/Bronnert 2013.

<sup>123</sup> Albert/Stiller 2012.

anderen kann durch die Registrierung der Services in der Registry die Funktionalität der Mobile-Stadt-App einfach erweitert werden, ohne dass ein Nutzer gezwungen werden muss, seine native App zu aktualisieren.

Durch die Bereitstellung einer Mobile-Stadt-App ist es möglich, eine sichere Cloud-Infrastruktur mit bestehenden Backend-Lösungen problemlos anzubinden. Diese Architektur beinhaltet darüber hinaus dynamische Aspekte. Neue Bedienfelder für neue Services können einfach und binnen Stunden von Dienst Anbietern entwickelt, in eine Plattform eingespielt und zu den Mobile-Stadt-Apps verteilt werden. Hierfür ist ein eigener Kachel-Entwicklungsbaukasten vorgesehen.

Nur wenn möglichst viele Menschen eine Mobile-Stadt-App nutzen, führt der Aufwand zum Erfolg für alle Beteiligten. Aus diesem Grund muss der Einstieg in die App leichtfallen, was dadurch erreicht wird, dass eine initiale Anmeldung bei den meisten Anwendungen nicht notwendig ist. Dennoch können manche Prozesse (Bürgerdienste, Geldtransaktionen per Nahbereichskommunikation etc.) authentifizierungspflichtig sein, weshalb eine Mobile-Stadt-App eine geeignete Identifizierungsmöglichkeit bereithält.

Ein wichtiger Aspekt bei einer Mobile-Stadt-App ist der Anspruch schneller und einfacher Verbreitung. Eine Mobile-Stadt-App ist durch einen öffentlich angebrachten oder über Medien verbreiteten QR-Code downloadbar. Zusätzlich enthält eine Mobile-Stadt-App eine Share-Funktion, die es Nutzern möglich macht, die App mit anderen zu teilen.

## 8.6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die im vorliegenden Kapitel behandelten Konzepte lassen sich hervorragend aufbauen auf den Konzepten der in Kapitel 3 eingeführten Plattform-Komponenten Smart-City-Dienstplattform (8)-[WBI] und Baukasten für soziale Bürgernetze (9)-[WBI]. Die

Anbindung betrifft außerdem selbstverständlich die Schnittstellen zwischen Plattform und Anwendungen, also die vier Artefakt-Kategorien gemäß (10)-[WBI]. Der letztgenannte Zusammenhang wird hier verwendet, um die Handlungsempfehlungen (mit dem Kürzel MBB für mobile Bürgerbeteiligung) einzuordnen. Die Nummerierung aus Kapitel 7 wird fortgesetzt.

(10.6)-[MBB]: *Verwendung der wirtschafts- und bürgerorientierten Infrastruktur.* Die Verantwortlichen in den Städten sollten die Basis für eine entsprechende technische Infrastruktur für derartige Projekte herstellen und vor allem die Integration von vielfältigen Diensten mit einplanen und diese technisch und organisatorisch ermöglichen.

(10.7)-[MBB]: *Innovative Geschäftsmodelle.* Städte müssen für moderne Bürgerdienste auch neue, zum Charakter der Stadt passende Geschäftsmodelle entwickeln. Rahmenbedingungen müssen hierfür angepasst werden und ggf. neue Regularien geschaffen werden, um solche neuen Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Oft ist ein Wandel in den Köpfen der Beteiligten erforderlich.

(10.8)-[MBB]: *Nutzerzentrierte Entwicklung.* Von zentraler Bedeutung ist der Einbezug der Nutzer (Bürger) über einen Design-Thinking-Ansatz. Entlang der Anforderungen der Bürger und der lokalen Gegebenheiten sind die Dienste auszugestalten und das Angebot zu strukturieren. Für eine breite Akzeptanz ist es selten ausreichend, die vorhandene Infrastruktur durch einfaches Aufsetzen von mobilen Anwendungen direkt 1:1 zum Bürger „durchzureichen“.

(10.8)-[MBB]: *Innovative Endgeräte.* Durch Gerätehersteller (oder *mit* diesen) sind technische Neuerungen zu schaffen, beispielsweise um Mobilgeräte zu verbinden mit innovativen attraktiven cityweiten Feststationen oder für mobilen barrierefreien Zugang. Bestehende erste Ansätze, beispielsweise für Mobilgeräte für Personen mit Beeinträchtigungen, sind weiterzuentwickeln.



## 9. ZUSAMMENFASSUNG DER HANDLUNGSFELDER

### Bereich 1: Kerninfrastruktur DICS:

#### Dynamisierendes integratives cyberphysikalisches System gemäß Kapitel 2

- (1)-[DICS]: Dynamisierende Infrastrukturen  
Fokusthema **Integration und Dynamisierung städtischer Infrastrukturen [IDSI] gemäß Kapitel 4:**
- (1.1)-[IDSI]: Systemübergreifende Integration der Steuerungssysteme
  - (1.2)-[IDSI]: Echtzeit-Informationen zu städtischen Infrastrukturen
  - (1.3)-[IDSI]: Simulation städtischer Infrastrukturen
  - (1.4)-[IDSI]: Partizipative Makro- und Mikroplanung
  - (1.5)-[IDSI]: Automatisierte Echtzeit-Steuerung
  - (1.6)-[IDSI]: Modellierung der Prozesse und dynamischen Abläufe in der Stadt
  - (1.7)-[IDSI]: Sammlung von Lösungsmustern für die Dynamisierung städtischer Infrastrukturen
- (2)-[DICS]: Genuine Sicherheit  
Fokusthema **Genuine IKT-Sicherheit [GS] gemäß Kapitel 5:**
- (2.1)-[GS]: CitySecurity By Design
  - (2.2)-[GS]: Bereitstellung von Sicherheitsdiensten
  - (2.3)-[GS]: Definition von Sicherheitsschnittstellen
  - (2.4)-[GS]: Transparente Adressierung des Zielkonflikts Privatheitsschutz–Dienstkomfort
  - (2.5)-[GS]: Prozesszentrierte Sicherheit
  - (2.6)-[GS]: Sicherheits-Grundlagenforschung
- (3)-[DICS]: Integrative Stadtentwicklung als multidisziplinärer Ansatz  
Fokusthema **City Information Model [CIM] gemäß Kapitel 6:**
- (3.1)-[CIM]: Rahmenwerk zur systematischen Erfassung und Modellierung
  - (3.2)-[CIM]: Messung anhand neutraler vergleichbarer Indikatoren
  - (3.3)-[CIM]: Integrative Modellierung als City Information Model
  - (3.3)-[CIM]: Steuerung anhand CIM-basierter Governance
- (4)-[DICS]: Feld als integraler Bestandteil der Plattform
- (5)-[DICS]: Netz als dedizierte und kritische Infrastruktur
- (6)-[DICS]: Steuerung mit Fokus auf Nutzer-Befähigung und Teamarbeit

### Bereich 2: Wettbewerbs- und bürgerorientierte Infrastruktur WBI gemäß Kapitel 3:

- (7)-[WBI]: Offene urbane Daten-Plattform
- (8)-[WBI]: Smart-City-Basisdienste für Smart City Services
- (9)-[WBI]: Baukasten für soziale Bürgernetze
- (10)-[WBI]: Schnittstellenfestlegung anhand von Prozessen–Daten–Diensten–Communities  
Domänenfokus **Geoinformation im Prozessmanagement GIP gemäß Kapitel 7:**
- (10.1)-[GIP]: Hohe Datenqualität
  - (10.2)-[GIP]: Datenintegration
  - (10.3)-[GIP]: Simulationsdienste
  - (10.4)-[GIP]: Interaktive Visualisierungsdienste
  - (10.5)-[GIP]: Bürgerpartizipation online über Stakeholder Communities
- Domänenfokus **Mobile Bürgerbeteiligung gemäß Kapitel 8:**
- (10.6)-[MBB]: Verwendung der wirtschafts- und bürgerorientierten Infrastruktur
  - (10.7)-[MBB]: Innovative Geschäftsmodelle
  - (10.8)-[MBB]: Nutzerzentrierte Entwicklung
  - (10.8)-[MBB]: Innovative Endgeräte



## 10. LITERATUR

### Agarwal 2007

Agarwal, S.: *Formal Description of WebServices for Expressive Matchmaking* (Dissertation), Universität Karlsruhe (TH), 2007.

### Aitenbichler et al. 2007

Aitenbichler, E./Kangasharju, J./Mühlhäuser, M.: "MundoCore: A Light-weight Infrastructure for Pervasive Computing". In: *Pervasive and Mobile Computing*, 3: 4, 2007, S. 332-361.

### Akyildiz et al. 2002

Akyildiz, I. F./Su, W./Sankarasubramaniam, Y./Cayirci, E.: "Wireless Sensor Networks: A Survey". In: *Computer Networks*, 38: 4, 2002, S. 393-422.

### Albert/Stiller 2012

Albert, K./ Stiller, M.: „Der Browser als mobile Plattform der Zukunft – Die Möglichkeiten von HTML5-Apps“. In: Verclas, S./ Linnhoff-Popien, C.: *Smart Mobile Apps*, Berlin: Springer Verlag 2012, S. 147-160.

### Back 2009

Back, A.: "IBM Launches a 'Smart City' Project in China", In: *Wall Street Journal Online 2009*. URL: <http://online.wsj.com/article/SB125311797322316391.html> [Stand: 14.04.2014].

### Ballon 2009

Ballon, P. (2009): *Control and Value in Mobile Communications: A Political Economy of the Reconfiguration of Business Models in the European Mobile Industry* (PhD. Thesis), Dept. Commun. Vrije Universiteit Brussel 2009.

### Baldimtsi et al. 2012

Baldimtsi, F./Hinterwalder, G./Rupp, A./Lysyanskaya, A./Paar, C./Burleson, W. P.: „Pay as you go“. In: *5th Workshop on Hot Topics in Privacy Enhancing Technologies (HotPETs) 2012*, S. 109-117. URL: [http://petsymposium.org/2012/papers/hotpets12\\_selected\\_papers.pdf](http://petsymposium.org/2012/papers/hotpets12_selected_papers.pdf) [Stand: 14.04.2014].

### Bao/Dietterich 2011

Bao, X./Dietterich, T. G. „Folder Predictor: Reducing the cost of reaching the right folder“. In: *ACM Transactions on Intelligent Systems Technology (TIST) 2: 1*, 2011, S. 8:1 – 8:23.

### Barnickel et al. 2010

Barnickel, N./Both, W./Flügge, M./Schieferdecker, I.: „Städtische Data Cloud – Offene Daten für neue, innovative Unternehmen in Städten“. In: *IM-Fachzeitschrift für Information Management & Consulting 25: 3*, 2010, S. 21-28.

### Berners-Lee 2006

Berners-Lee, T.: *Linked Data* (als Teil von: Design Issues – The Road to The Semantic Web), World Wide Web Consortium (W3C), London 2006. URL: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html> [Stand: 14.04.2014].

### Blankenbach et al. 2011

Blankenbach, J./Schaffert, M./Wieser, E.: Über Web 2.0 und GDI zur ePartizipation 2.0 – Ein GIS-basierter Ansatz zur Unterstützung der Partizipation in Verwaltungs- und Planungsprozessen von Kommunen. URL: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/2692/> [Stand: 23.07.2013].

### Bochow/Emmelmann 2011

Bochow, B./Emmelmann, M.: "Purpose-Driven, Self-Growing Networks – A Framework for Enabling Cognition in Systems of Systems". In: *IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, IEEE, 15.-18. Mai 2011, doi: 10.1109/VETECS.2011.5956219, S. 1-5.

### Bonomi et al. 2012

Bonomi, F./Milito, R./Zhu, J./Addepalli, S. 2012. Fog computing and its role in the internet of things. In *Proc. 1<sup>st</sup> MCC workshop on Mobile cloud computing (MCC '12)*. ACM, New York, NY, USA, 13-16. DOI=10.1145/2342509.2342513

### Börger 2011

Börger, E.: "A Subject-Oriented Interpreter Model for S-BPM". In: Fleischmann, A./Schmidt, W./Stary, C./Obermeier, S./Börger, E. (Hrsg.): *Subjektorientiertes Prozessmanagement*, München: Hanser-Verlag 2011.

### Börger 2012

Börger, E.: "Approaches to Modeling Business Processes. A Critical Analysis of BPMN, Workflow Patterns and YAWL"; *Journal on Software and Systems Modeling 11:3*, 2012, Berlin: Springer, S. 305-318.

**Borgert et al. 2011**

Borgert, S./Steinmetz, J./Mühlhäuser, M.: "ePASS-IoS 1.1: Enabling Inter-Enterprise Business Process Modeling by S-BPM and the Internet of Services Concept", In: *Proc. 3rd Intl. Conf. on Subject-Oriented Business Process Management S-BPM ONE* (CCIS Volume 213, Part III), Heidelberg: Springer, 2011, S. 190-211.

**Both/Schieferdecker (Hrsg.) 2012**

Both, W./Schieferdecker, I. (Hrsg.): Berliner Open Data-Strategie. Organisatorische, rechtliche und technische Aspekte offener Daten in Berlin. Konzept, Pilotsystem und Handlungsempfehlungen. Berlin: Fraunhofer Verlag 2012. URL: [http://www.berlin.de/projektzukunft/fileadmin/user\\_upload/pdf/sonstiges/Berliner\\_Open\\_Data-Strategie\\_2012.pdf](http://www.berlin.de/projektzukunft/fileadmin/user_upload/pdf/sonstiges/Berliner_Open_Data-Strategie_2012.pdf) [Stand: 23.12.2012].

**Buchmann (Hrsg.) 2012**

Buchmann, J. (Hrsg.): *Internet Privacy: Eine multidisziplinäre Bestandsaufnahme/A multidisciplinary analysis*. acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München, 2012.

**Bundesministerium des Innern (Hrsg.) 2003**

Bundesministerium des Innern (Hrsg.), 2003: *SAGA Standards und Architekturen für eGovernment-Anwendungen V. 2.0*. URL: [www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/archiv\\_saga\\_2\\_0\\_download.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/archiv_saga_2_0_download.pdf?__blob=publicationFile) [Stand: 14.5.2014]

**Bundesministerium des Inneren (Hrsg.) 2012**

Bundesministerium des Inneren (Hrsg.): *Vorsprung durch Geoinformationen*, 3. Geo-Fortschrittsbericht der Bundesregierung, Stand Oktober 2012.

**Cardoso et al. 2009**

Cardoso, J./Voigt, K./Winkler, M. *Service Engineering for the Internet of Services*, In *Enterprise Information Systems*. Berlin: Springer, 2009, S. 15-27.

**Chandola et al. 2009**

Chandola, V./Banerjee, A./Kumar, V.: "Anomaly Detection: A Survey". In: *ACM Computing Surveys*, 41: 3, S. 15:1 - 15:58, 2009

**Charalabidis et al. 2011**

Charalabidis, Y./Kleinfeld, R./Loukis, E./Steglich, S.: "Systematically Exploiting Web 2.0 Social Media in Government for Extending Communication with Citizens". In: *Customer Relationship Management and the Social and Semantic Web: Enabling Clients* *Conexus*, 2011, Hershey, PA: IGI Global, S. 113-128.

**Chatterjee 2013**

Chatterjee, S.: "Simple Rules for Designing Business Models". In: *California Management Review*, 55: 2, 2013, S. 97-124.

**Chong/Kumar 2003**

Chong, C./Kumar, S.: "Sensor Networks: Evolution, Opportunities and Challenges". In: *Proceedings of the IEEE*, 41: 8, 2003, S. 1247-1256.

**Christin et al. 2011**

Christin, D./Reinhardt, A./Kanhere, S./Hollick, M.: "A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications", *Journal of Systems and Software*, 84: 11, 2011, S. 1928-1946.

**Cofta 2008**

Cofta, P.: "Towards a better citizen identification system". In: *Identity in the Information Society*, 1: 1, 2008, S. 39-53.

**Cohen 2004**

Cohen, B.: "Urban Growth in Developing Countries: A Review of Current Trends and a Caution Regarding Existing Forecasts". In: *World Development*, 32: 1, 2004, S. 23-51.

**DDGI 2011**

Deutscher Dachverband für Geoinformation e.V. (DDGI): „Positionspapier ‚Energiewende und Geoinformationen‘“, Wuppertal: DDGI, 2011. URL: [http://www.ddgi.de/component/docman/doc\\_download/952-positionspapier-energiewende-und-geoinformationen?Itemid=8](http://www.ddgi.de/component/docman/doc_download/952-positionspapier-energiewende-und-geoinformationen?Itemid=8) [Stand: 15.4.2014].

**DDGI 2012**

Deutscher Dachverband für Geoinformation e.V. (DDGI): „Positionspapier ‚GMES und Geoinformationen‘“, Wuppertal: DDGI, 2011. URL: [http://www.ddgi.de/component/docman/doc\\_download/953-positionspapier-gmes-und-geoinformationen?Itemid=8](http://www.ddgi.de/component/docman/doc_download/953-positionspapier-gmes-und-geoinformationen?Itemid=8) [Stand: 15.4.2014].

**De Alwis et al. 2009**

De Alwis, B./Gutwin, C./Greenberg, S.: "GT/SD: performance and simplicity in a groupware toolkit". In: Proc. 1st ACM SIGCHI Symp. *Engineering interactive computing systems* (EICS '09). New York, NY: ACM 2009, S. 265-274.

**Demeure et al. 2008**

Demeure, A./Calvary, G./Coninx, K.: "COMET(s), A Software Architecture Style and an Interactor's Toolkit for Plastic User Interfaces". In: Graham T.C./Palanque P. (Hrsg.): *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification* (LNCS 5136). Berlin: Springer 2008, S. 225-237.

**Deutscher Gewerkschaftsbund 2004**

Deutscher Gewerkschaftsbund: Öffentliche Dienstleistungen – allgemein zugänglich und qualitativ hochwertig, Gewerkschaftliche Eckpunkte zur Gestaltung von eGovernment, 08. Juni 2004. URL: <http://www.einblickarchiv.dgb.de/hintergrund/2004/12/text02/> [Stand: 15.4.2014].

**Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (Hrsg.) 2011**

Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (Hrsg.): *SAGA-Modul Grundlagen*. Version de.bund 5.1.0, 2011, URL: [http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bundesbeauftragte-fuer-Informationstechnik/IT\\_Rat\\_Beschluesse/beschluss\\_71\\_2011\\_anlage\\_1\\_download.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bundesbeauftragte-fuer-Informationstechnik/IT_Rat_Beschluesse/beschluss_71_2011_anlage_1_download.pdf?__blob=publicationFile) [Stand: 15.4.2014].

**Duschaneck 2012**

Duschaneck, H., 2012: „Wer braucht schon Facebook“. In: *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 129:2, 2012, S. 79-82.

**Dzung et al. 2005**

Dzung, D./Naedele, M./von Hoff, T. P./Crevatin, M.: "Security for Industrial Communication Systems". In: *Proceedings of the IEEE*, 93: 6, 2005, S. 1152-1177.

**Emmelmann et al. 2012**

Emmelmann, M./Bochow, B./Makris, A./Kaloxylas, A./Koudouridis, G.: "The Self-Growing Concept as a Design Principle of Cognitive Self-Organization". In: *Globecom Workshops – The 4th IEEE International Workshop on Management of Emerging Networks and Services* (MENS), 3.-7.12.2012, Piscataway, NJ: IEEE, S. 897-902.

**Erhazakis et al. 2011**

Erhazakis, K./Metaxiitis, K./Tsitsanis, T.: "A State-of-The-Art Review of Applied Forms and Areas, tools and Technologies for e-Participation". In: *Electronic Government Research*, 7: 1, 2011, S. 1-19.

**European Commission 2012**

European Commission: Decision No 243/2012/EU of the European Parliament and the council of 14 March 2012 establishing a multiannual radio spectrum policy programme. *Official Journal of the European Union*, 2012. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32012D0243> [Stand: 15.4.2014].

**Farhangi 2010**

Farhangi, H.: "The Path to the Smart Grid". In: *IEEE Power and Energy Magazine* 8: 1, 2010, S. 18-28.

**Fink 2011**

Fink, J.: "The Case for an Urban Genome Project: A Shortcut to Global Sustainability?". In: *The Bridge* (Issue on Urban Sustainability), 41:1, 2011, S. 5-12.

**Fischedick 2012**

Fischedick, M./Lechtenbömer, S.: „Smart City – Schritte auf dem Weg zu einer CO<sub>2</sub>-armen Stadt“. In: Servatius, H.G./Schneidewind, U./Rohlfing, D. (Hrsg.): *Smart Energy - Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*. Berlin: Springer 2012, S. 395-414.

**Fitch/Raulefs (Hrsg.) 2012**

Fitch, M., Raulefs, R. (Hrsg.): *Radio Access and Spectrum - A white paper on spectrum sharing*. URL: [http://www.ict-qosmos.eu/fileadmin/documents/Dissemination/White\\_Papers/RAS\\_Cluster\\_white\\_paper.pdf](http://www.ict-qosmos.eu/fileadmin/documents/Dissemination/White_Papers/RAS_Cluster_white_paper.pdf) [Stand: 15.4.2014].

**Fleischmann 2010**

Fleischmann, A.: What is S-BPM?. In: *S-BPM ONE – Setting the Stage for Subject-Oriented Business Process Management*. Berlin: Springer (LNCS 85, II), 2010, S. 85-106.

**Fleischmann et al. 2011**

Fleischmann, A./Schmidt, W./Stary, C./Obermeier, S./Börger, E.: *Subjektorientiertes Prozessmanagement: Mitarbeiter einbinden, Motivation und Prozessakzeptanz steigern*, München: Hanser Verlag 2011.

**Floch 2011**

Floch, J.: "A Framework for User-Tailored City Exploration". In: Costabile, M.F./Dittrich, Y./Fischer, G./Piccinno, A. (Hrsg.): *Proc. 3rd Intl. Symposium on End-User-Development IS-EUD*, 7.-10.6.2011, Berlin:Springer (LNCS 6654), S. 239-244.

**Fraunhofer-Gesellschaft 2011**

Fraunhofer-Gesellschaft: *KATWARN - Katastrophenwarnung für alle Fälle*, 2011. URL: [http://www.fokus.fraunhofer.de/de/es-ri/\\_pdfs/KATWARN.pdf](http://www.fokus.fraunhofer.de/de/es-ri/_pdfs/KATWARN.pdf) [Stand: 15.4.2014].

**Fromm/Höpner 2010**

Fromm, J./Höpner, P.: "The New German eID Card". In: Fumy, W./Paeschke, M. (Hrsg.): *Handbook of eID Security*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2010.

**Ganti et al. 2010**

Ganti, R./Pham, N./Ahmadi, H./Nangia, S./Abdelzaher, T.: "GreenGPS: a participatory sensing fuel-efficient maps application". In: *Proceedings of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '10)*. New York, NY: ACM 2010, S. 151-164.

**GBI Research 2013**

GBI Research: *Smart Cities Market to 2017 Smart Security Segment to Flourish as Interoperability Standards and Public Private Partnerships Promote Growth (Report)*, Hyderabad, Indien: GBI Research, 2013

**Gonzalez et al. 2011**

Gonzalez, J. M. C./Hopkinson, K. M./Greve, G. H./Compton, M. D./Wilhelm, J./Kurkowski, S. H./Thomas, R. W.: "Optimization of Trust System Placement for Power Grid Security and Compartmentalization". In: *IEEE Transactions on Power Systems*, 26: 2, 2011, S. 550-563.

**Gosh et al. 2007**

Gosh, D./Sharman, R./Raghav Rao, H./Upadhyaya, S.: "Self-healing Systems – Survey and Synthesis". In: *Journal of Decision Support Systems*, 42: 4, 2007, S. 2164-2185.

**Hagiu/Wright 2013**

Hagiu, A./Wright, J.: „Sollen wir Ebay kopieren?". In: *Harvard Business Manager*, Mai 2013, S. 64-72.

**Henkel 2001**

Henkel, J.: „Mobile Payment". In: Silberer, G./Wohlfahrt, J./Wilhelm, T. (Hrsg.): *Mobile Commerce. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren*, Wiesbaden: Gabler Verlag 2001, S. 327-351.

**Huber et al. 2010**

Huber, J./Steimle, J./Lissermann, R./Olberding, S./Mühlhäuser, M.: "Wipe'n'Watch: spatial interaction techniques for interrelated video collections on mobile devices". In: *Proceedings of the 24th BCS Interaction Specialist Group Conference (BCS '10)*, British Computer Society, Swinton, UK, 2010, S. 423-427.

**Jaekel/Bronnert 2013**

Jaekel, M./Bronnert, K.: *Die digitale Evolution moderner Großstädte. Apps-basierte innovative Geschäftsmodelle für neue Urbanität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Verlag 2013.

**Johnson et al. 2008**

Johnson, M.W./Christensen, C.M./Kagermann, H.: "Reinventing Your Business Model". In: *Harvard Business Review* 86:12, December 2008, S. 50-59.

**Karla et al. 2010**

Karla, I./Bitó, J./Bochow, B./Celentano, U./Csurgai-Horváth, L./Groensund, P./López-Benítez, M./Samano-Robles, R.: "Cognitive Spectrum Portfolio Optimisation, Approaches and Exploitation". In *Proceedings of the 19th European Wireless Conference (EW)*, 2013., Berlin: VDE, S. 1-6.

**Khan 2012**

Khan, L.: "A Cloud-based Architecture for Citizen Services in Smart Cities". In: *IEEE/ACM Fifth International Conference on Utility and Cloud Computing*, 2012, S. 315-320.

**Klessmann et al. 2012**

Klessmann, J./Denker, P./Schieferdecker, I./Schulz, S.: *Open Government Data in Deutschland*, i. Auftrag d. BMI, URL: [http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED\\_Verwaltung/ModerneVerwaltung/opengovernment\\_kurzfassung\\_en.pdf](http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED_Verwaltung/ModerneVerwaltung/opengovernment_kurzfassung_en.pdf), [Stand: 23.12.2012].

**Kolbe 2012**

Kolbe, T.: "Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML." In: Lee, J./Zlatanova, S.: *3D Geo-Information Sciences*, Berlin: Springer Verlag 2009, S. 15-31.

**Komninos et al. 2012**

Komninos, N./Pallot, M./Schaffers, H.: "Special Issue on Smart Cities and the Future Internet in Europe". *Journal of the Knowledge Economy* 4:2, 2012, S. 119-134.

**Kriegel et al. 2004**

Kriegel, U./Nentwig, L./Siegeris, E.: „IT-Projekte in der öffentlichen Verwaltung – Analogien zum Outsourcing. Ein Fallbeispiel aus der Berliner Verwaltung“. In: Borchers J./Kneuper, R.: *Software Management 2004*, Berlin: Springer Verlag, S. 40-45.

**Lapi et al. 2012**

Lapi, E./Tcholtchev, N./Bassbouss, L./Marienfeld, F./Schieferdecker, I.: "Identification and Utilization of Components for a linked Open Data Platform". In: 1st *IEEE International Workshop on Methods for Establishing Trust with Open Data (METH)*, Proc. Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), IEEE 36th Annual, Picataway: IEEE 2012, S. 112-115.

**Lee/Kwak 2012**

Lee, G./Kwak, Y.H.: "An Open Government Maturity Model for social mediabased public engagement." *Government Information Quarterly* 29:4, 2012, S. 492-503.

**Li et al. 2013**

Li, H. Q./Parriaux, A./Thalmann, P./Li, X. Z. "An integrated planning concept for the emerging underground urbanism: Deep City Method Part 1 concept, process and application". *Tunneling and Underground Space Technology* 38, 2013, S. 559-568.

**Löw 2010**

Löw, M.: Stadt- und Raumsoziologie. In: Kneer, G./Schroer, M. (Hrsg.): *Handbuch Spezielle Soziologien*, Berlin: Springer Verlag 2010, S. 605-622.

**Maali et al. 2010**

Maali, F./Cyganiak, R./Peristeras, V.: "Enabling Interoperability of Government Data Catalogues". In: *Proceedings of the Electronic Government 10th International Conference*. Heidelberg: Springer 2010, S. 339-350.

**Mather et al. 2009**

Mather, T./Kumaraswamy, S./Latif, S.: *Cloud Security and Privacy: An Enterprise Perspective on Risks and Compliance*, Sebastopol, CA: O'Reilly Media 2009.

**McCullough et al. 2012**

McCullough, A./James, P./Barr, S.: "Near realtime geoprocessing on the grid: A scalable approach to road traffic monitoring". In: *International Journal of Geographical Information Science*, 26:10, 2012, S. 1939-1957.

**Montero et al. 2009**

Montero, R. S./Llorente I. M./Foster, I. 2009: "Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds". *Internet Computing*, 13: 5, 2009, S. 14-22.

**Nanopoulos/Schmidt 2014**

Nanopoulos, A./ Schmidt, W.: *S-BPM ONE - Scientific Research, 6th Intl. Conf., S-BPM ONE 2014*, Eichstätt, Germany, April 22-23, 2014. Proceedings (LNBIP 170), Berlin: Springer Verlag 2014.

**Nazir et al. 2008**

Nazir, A./Raza, S./Chuah, C.: "Unveiling Facebook: a measurement study of social network based applications". In: *Proc. 8th ACM SIGCOMM conf. on Internet measurement (IMC)*. New York NY: ACM 2008, S. 43-56.

**Nentwig et al. 2012**

Nentwig, L./Steffens, P./Wolf, P.: *The P23R Principle - Reducing Bureaucracy Costs Through Rule-Based Business-To-Government Communication Processes*. In: Gascó, M. Proceedings of the 12th European Conference on eGovernment, Barcelona, Spanien, 14.-15.7.2012, S. 529-536. URL: [academic-conferences.org/pdfs/ECEG12-book-vol2.pdf](http://academic-conferences.org/pdfs/ECEG12-book-vol2.pdf). [Stand: 15.4.2014].

**Object Management Group 2011**

Object Management Group (OMG): *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0. OMG Document No. formal/2011-01-03, 2011*. URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0> [Stand: 15.4.2014].

**Osterwalder/Pigneur 2010**

Osterwalder, A./Pigneur, Y.: *Business Model Generation : A Handbook For Visionaries, Game Changers, And Challengers*, Wiley 2010.

**Panitzek et al. 2012**

Panitzek, K./Schweizer, I./Böning, T./Seipel, G./Schulz, A./Mühlhäuser, M.: "Enhancing Robustness of First Responder Communication in Urban Environments". In: Rothkrantz, L./Ristvej, J./Franco, Z.: *Proceedings of the 9th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2012)*, Vancouver, Canada: Simon Fraser University, 2012, S. 176:1-176:5. URL: <http://www.iscramlive.org/ISCRAM2012/proceedings/176.pdf>. [Stand: 19.05.2014]

**Potter/Archambault 2009**

Potter, C./Archambault, A.: "Building a Smarter Smart Grid Through Better Renewable Energy Information". In: *Proceedings of IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition (PSCE)*, 2009, S. 1-5.

**PCAST 2012**

President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST): *Report to the President - Realizing the Full Potential of Government-Held Spectrum to Spur Economic Growth*. Juli 2012, [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast\\_spectrum\\_report\\_final\\_july\\_20\\_2012.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast_spectrum_report_final_july_20_2012.pdf) [Stand: 21.5.2014]

**Przewloka et al. 2013**

Przewloka, M./Petschulat, S./Schindler, P.: „Effektive Mobile Services für urbane Lebensräume". In: *Information Management and Consulting*, 28:2, 2013, S. 30-35.

**Ro et al. 2008**

Ro, A./Xia, L. S./Paik, H.-Y./Chon, C. H.: „Bill Organiser Portal: A Case Study on End-User Composition". In: Hartmann, S./Zhou, X./Kirchberg, M. (Hrsg.): *Web Information Systems Engineering-WISE 2008 Workshops (LNCS 5176)*, Berlin: Springer Verlag 2008, S. 152-161.

**Satyanarayanan et al. 2009**

Satyanarayanan, M./Bahl, P./Caceres, R./Davies, N.: The Case for VM-based Cloudlets in Mobile Computing. *IEEE Pervasive Computing* 8:4, 2009, S. 14-23, doi: 10.1109/MPRV.2009.82

**Sareika/Schmalstieg 2007**

Sareika, J./Schmalstieg, D.: "Urban Sketcher: Mixed Reality on Site for Urban Planning and Architecture". In: *Proceedings of the 2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR '07)*. IEEE Computer Society, Washington, DC, S. 1-4.

**Schieferdecker (Hrsg.) 2011**

Schieferdecker, I. (Hrsg.): *Smart Cities - Deutsche Hochtechnologie für die Stadt der Zukunft*, Januar 2011, acatech, URL: <http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/smart-cities-deutsche-hochtechnologie-fuer-die-stadt-der-zukunft.html> [Stand: 23.12.2012].

**Schieferdecker 2010**

Schieferdecker, I.: „Wie werden Städte intelligent? Ansätze und Initiativen - eine Übersicht". Vortrag bei der Konferenz *Smart Cities* des Münchener Kreises, Berlin, 8.7. 2010. Unterlagen online. URL: <http://www.muenchner-kreis.de/pdfs/SmartCities/Schieferdecker.pdf>. [Stand: 19.05.2014]

**Scott 2009**

Scott, M.: "Amsterdam as Smart City: Going Green, Fast", *Business Week*. 13.3.2009, Online-Kopie. URL: [http://www.major-cities.org/generaldocuments/pdf/business\\_week\\_\\_\\_amsterdam\\_smart\\_city.pdf](http://www.major-cities.org/generaldocuments/pdf/business_week___amsterdam_smart_city.pdf) [Stand: 15.4.2014].

**Smart Cities Project 2010**

Smart Cities (EU North Sea Region Programme): *Creating Municipal ICT Architectures* (reference guide, project documentation), 2010. URL: [www.smartcities.info/files/Creating%20Municipal%20ICT%20Architectures%20-%20Smart%20Cities.pdf](http://www.smartcities.info/files/Creating%20Municipal%20ICT%20Architectures%20-%20Smart%20Cities.pdf). [Stand: 21.5.2014]

**Sunlight Foundation 2010**

Sunlight Foundation: *Ten Principles for Opening Up Government Information (2010)*. URL: <http://sunlightfoundation.com/policy/documents/ten-open-data-principles/> [Stand: 30.04.2012].

**Tambini 2006**

Tambini, D.: "What citizens need to know: digital exclusion, information inequality and rights". In: Richards, E./Foster, R./Kiedrowski, T. (eds.) *Communications - the Next Decade: a Collection of Essays Prepared for the Uk Office of Communications*. London, UK: Ofcom 2006, S. 112-124.

**Tcholtchev et al. 2012**

Tcholtchev, N./Farid, L./Marienfeld, F./Schieferdecker, I./Dittwald, B./Lapi, E.: "On the Interplay of Open Data, Cloud Services and Network Providers Towards Electric Mobility in Smart Cities". In: *37th Conference on Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops)*. Piscataway, NJ: IEEE 2012, S. 860-867.

**The Climate Group 2011**

The Climate Group: *Information Marketplace – The New Economics of Cities*, 2011. URL: <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Information-Marketplaces.pdf> [Stand: 15.09.2013].

**United Nations 2011**

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: *Percentage of Population Residing in Urban Areas by Major Area, Region and Country, 1950-2050*. 2011. URL: [http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F02-Proportion\\_Urban.xls](http://esa.un.org/unup/CD-ROM/WUP2011-F02-Proportion_Urban.xls) [Stand: 23.07.2013].

**von Lucke/Reinermann 2000**

von Lucke, J./Reinermann, H.: *Speyerer Definition von Electronic Government*. Speyer: Forschungsinstitut für Öffentliche Verwaltung 2000. URL: <http://foev.dhv-speyer.de/ruvii/Sp-EGov.pdf> [19.05.2014]

**von Rickenbach/Wattenhofer 2004**

von Rickenbach, P./Wattenhofer, R.: "Gathering correlated data in sensor networks". In: *Proceedings of the 2004 Joint Workshop on Foundations of Mobile Computing*, New York, NY: ACM 2004, S. 60-66.

**Walravens/Ballon 2013**

Walravens, N./Ballon, P.: Platform Business Models for Smart Cities: From Control and Value to Governance and Public Value. In: *IEEE Communications Magazine*, Juni 2013, S. 72-79.

**Wanner et al. 2011**

Wanner, L./Vrochidis, S./Tonelli, S./Moßgraber, J./Bosch, H./Karppinen, A./Myllynen, M./Rospocher, M./Bouayad-Agha, N./Bügel, U./Casamayor, G./Ertl, T./Kompatsiaris, I./Koskentalo, T./Mille, S./Moumtzidou, A./Pianta, E./Saggion, H./Serafini, L./Tarvainen, V.: "Building an environmental information system for personalized content delivery." In: Hrebicek, J.; *Environmental Software Systems. Frameworks of eEnvironment*, Berlin: Springer Verlag 2011, S. 169-176.

**Wiedenhöfer et al. 2011**

Wiedenhöfer, T./Reuter, C./Ley, B./Pipek, V.: "Interorganizational Crisis Management Infrastructures for Electrical Power Breakdowns", In: Santos, M.A./Sousa, L./Portela, E.: *Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2011)*, Lisbon, Portugal: National Civil Engineering Laborator LNEC 2011, S. 216:1-216:5. URL: <http://www.iscramlive.org/ISCRAM2011/proceedings/papers/216.pdf>

**Wohland 2007**

Wohland, G.: *Denkwerkzeuge der Höchstleister: Wie dynamikrobuste Unternehmen Marktdruck erzeugen*, Hamburg: Murmann-Verlag 2007.

**Wolf/Harmon 2012**

Wolf, C./Harmon, P.: *The State of Business Process Management 2012* (BPTrends Report), Phoenix, AZ: Business Process Trends 2012. URL: [http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/surveys/2012-\\_BPT%20SURVEY-3-12-12-CW-PH.pdf](http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/surveys/2012-_BPT%20SURVEY-3-12-12-CW-PH.pdf) [Stand: 15.4.2014]

**Zachman 1999**

Zachman, J.: "A framework for information systems architecture". *IBM Systems Journal* 38:2.3 1999, S. 454-470.

**Zheleva/Getoor 2009**

Zheleva, E./Getoor, L.: "To Join or Not to Join: The Illusion of Privacy in Social Networks With Mixed Public And Private User Profiles". In: *Proceedings of the 18th international conference on World Wide Web (WWW '09)*, New York, NY: ACM 2009, S. 531-540.