

TEXTE

74/2020

Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht

Abschlussbericht

TEXTE 74/2020

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3716 15 106 0
FB000182

Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht

Abschlussbericht

von

Frieder Schnabel, Constanze Heydkamp, Michael Schmitz, Steffen Braun
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart

Philipp Albrecht, Joachim Lonien
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

Carsten Rothballer, Nikolai Jacobi, Peter Ullrich
ICLEI – Local Governments for Sustainability – Europasekretariat gGmbH,
Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

ICLEI - Local Governments for Sustainability European Secretariat
Leopoldring 3
79098 Freiburg

Abschlussdatum:

September 2019

Redaktion:

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung, Umweltprüfungen
Ulrike von Schlippenbach

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2020

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Die Europäische Union hat erkannt, dass unsere Gesellschaften über die Tragfähigkeit der planetarischen Grenzen hinaus produzieren und konsumieren (Clift et al., 2017). Um dem zu begegnen, hat sie Strategien entworfen, um die europäische Produktion und den Konsum kreisläufiger und klimafreundlicher gestalten zu können (European Commission, 2016, 2014, 2011) und sich ferner von einer auf endlichen Rohstoffen basierenden, zu einer auf nachwachsenden Rohstoffen ausgerichteten, Wirtschaft zu entwickeln (Europäische Kommission, 2012). Auch in Deutschland gibt es zahlreiche Rahmenprozesse und Strategien, mit welchen die wachsenden Umweltprobleme politisch wie wirtschaftlich gelöst werden sollen.

Das Konzept der Smart City verspricht hierzu vor allem in urbanen Räumen Lösungen, welche durch Effizienzgewinne oder der besseren Nutzung von erneuerbaren Energien zustande kommen können. Dass smarte Infrastrukturen einen Beitrag zur Erreichung von bestimmten Umweltzielen leisten können, wird durch die vorliegende Studie bestätigt. Ferner stellt sich dennoch die Frage, inwieweit und unter welchen Voraussetzungen eine breitere Umweltwirkung systematisch ausgeweitet und gewährleistet werden kann. Im derzeitigen europäischen Diskurs (Angelidou et al., 2018; Bibri, 2018; Gazzola et al., 2019; Martin et al., 2018; Silva et al., 2018) wird teilweise der Eindruck vermittelt, dass die Smart City implizit immer auch zur Nachhaltigkeit beiträgt. Diese Einschätzung gilt es zu hinterfragen und wissenschaftlich zu belegen.

In diesem Zusammenhang untersucht die vorliegende Überblicksstudie spezifisch, ob und wenn ja, welcher Bedarf für eine Anpassung der Rahmenbedingungen und insbesondere der Normen und technischen Regelwerke besteht, um eben diese umweltrelevanten, technischen Infrastrukturen intelligent und nachhaltig zu gestalten und zu vernetzen.

Die zu untersuchenden Infrastruktursektoren wurden eingegrenzt auf die Bereiche Energie, Wasser, Verkehr, I&K sowie Sicherheit und Schutz. In diesen Infrastrukturbereichen wurde nach technischen Systemlösungen für Smart Cities gesucht, welche in ihrer Ausprägung einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit leisten, indem sie eine positive Wirkung auf den Ressourceneinsatz (Rohstoffe, Energie, Wasser, Luft, Klima, Boden/Fläche, Biodiversität) aufweisen. Der Bewertungsrahmen orientierte sich dabei an den strategischen Umweltzielen der Bundesregierung. Neben der Umweltrelevanz sollen die Lösungen außerdem „smart“ sein, also durch nachhaltig innovative, flexible, vernetzte, multifunktionale und bedarfsorientierte Systeme und Infrastrukturen charakterisiert sein.

Die Studie präsentiert ihre Ergebnisse anhand von fünf Kernbotschaften:

1. *Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen;*
2. *Effizienzgewinne sind nicht gleich Umweltschutz und können zu Rebound-Effekten, Verlagerung und Intensivierung führen;*
3. *die Smart City stellt neue Anforderungen an die Umsetzung kommunaler Aufgaben;*
4. *die Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich; und*
5. *die Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten.*

Entlang dieser Botschaften sind Handlungsempfehlungen für Kommunen, städtische Akteure sowie Bund und Länder entwickelt worden. In den Empfehlungen sind gleichzeitig Voraussetzungen formuliert, unter welchen eine umweltschonende Digitalisierung gelingen kann.

Damit smarte Infrastrukturen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele beitragen, bedarf es einer Digitalisierungsstrategie auf Bundesebene, welche „smarte Entwicklungen“ systematisch(er) mit Nachhaltigkeitszielen verknüpft und Verschränkungen mit anderen Strategiepapieren des Bundes ermöglicht

(beispielsweise mit dem Klimaschutzplan 2050, dem Kreislaufwirtschaftspaket oder der Deutschen Bioökonomiestrategie).

Kommunen und städtische Akteure müssen diese Rahmbedingungen aktiv mitgestalten (dürfen). Die Überblicksstudie kommt des Weiteren zur zentralen Erkenntnis, dass Effizienzgewinne smarterer Lösungen als Schlüsselmechanismus nicht mit Umweltschutz gleichgesetzt werden können. Rebound-Effekte, Verlagerungs- und sogar Intensivierungseffekte können auftreten, welche die Effizienzgewinne reduzieren oder auflösen.

Die Digitalisierung der Infrastrukturen kann folglich positive Effekte auf bestimmte Umweltbereiche haben, es gilt aber, die kausalen Wirkungsketten im Einzelfall genau zu prüfen und kritisch zu hinterfragen. Bund und Länder sind hier in der Pflicht, durch entsprechende Forschungsprogramme das nötige Wissen um diese Wirkungszusammenhänge zu schaffen und gegebenenfalls den gesetzlichen Rahmen anzupassen, um negative Effekte lokal wie global zu unterbinden. Hierzu unterbreitet die Studie verschiedene Vorschläge.

Außerdem machen die Ergebnisse der Studie deutlich, dass für die Realisierung von umweltwirksamen, smarten Infrastrukturen eine intensiviertere Kooperation verschiedener Akteursgruppen und Disziplinen unabdingbar ist. Insbesondere die Kooperation zwischen Bund und Ländern sowie städtischen Akteuren und Kommunen in transdisziplinärer Art und Weise ist zentral sowohl für die Bearbeitung der Umweltrelevanz als auch für das Sicherstellen eines gesamtgesellschaftlichen Mehrwerts und der Vermeidung des Effizienzparadoxons. Damit einher geht auch die Definition neuer Aufgaben in den Kommunen, welchen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie zukommt.

Die Studie resümiert, dass der Bedarf für eine Anpassung der Rahmenbedingungen und insbesondere der Normen und technischen Regelwerke besteht, um smarte Infrastrukturen hingehend der deutschen Nachhaltigkeitsziele zu gestalten und ihre potenzielle Umweltwirkung systematisch(er) von der Wirtschaft einzufordern.

Daher sollte sich die kommunale Ebene mit ihrer Perspektive der Daseinsvorsorge und Erfahrung in der Umsetzung von lokalem Umweltschutz, welcher oftmals gleichzeitig in sozioökonomische Überlegungen eingebettet ist, proaktiv stärker in Normierungsprozessen beteiligen. Hierzu müssen sowohl die Anwendungserfahrungen einzelner ISO Standards systematisch rückgekoppelt werden als auch die Kommunen selbst bei der Erstellung neuer Normen miteinbezogen werden. Der neue Leitfaden (DIN SPEC 91387) kann hier als vornormatives Instrument die Organisation von digitalen Transformationsprozessen auf kommunaler Ebene unterstützen.

Der Bund sollte sich noch stärker und transdisziplinärer in ausgewählte Normausschüsse einbringen mit dem Ziel, die von ihm angestrebten Nachhaltigkeits- und Umweltziele (z.B. im Klimaschutz, Luftreinheit, etc.) zu erreichen.

Die öffentliche Verwaltung aller Ebenen sollte einen ihrer wichtigsten Hebel der Marktbeeinflussung – die öffentliche Beschaffung – als strategisches Instrument gezielt einsetzen, um die positive Umweltwirkung von digitalen Produkten und Dienstleistungen möglichst vertraglich festzulegen und zu fördern. Hierbei gibt es im Bereich der Normung noch erheblichen Aufhol- und Abstimmungsbedarf.

Letztlich bedarf es ebenfalls einer Abwägung zwischen der Nutzung und Begrenzung von durch smarte Infrastrukturen gesammelten Daten durch den Bund, die Länder sowie die Kommunen. Diese dient grundsätzlich sowohl der Sicherstellung der sozialen Verträglichkeit der Digitalisierung (z.B. Privatsphäre) als auch einer verstärkten Anwendung für eine Zielüberprüfung (Umwelt Monitoring). Die Nutzung sollte an der jeweiligen Relevanz zur Lösung des Umweltproblems ausgerichtet und in einem demokratischen Prozess bestimmt worden sein.

Abstract

The European Union has recognized that our societies produce and consume beyond the sustainability of planetary boundaries (Clift et al., 2017). To address this, it has developed strategies to make European production and consumption more circular and climate-friendly (European Commission, 2016, 2014, 2011), and to move from an economy based on finite-resources to a renewable resource-driven economy (Europäische Kommission, 2012). In Germany too, there are numerous processes and strategies to address the growing environmental problems both politically and economically.

The concept of the Smart City promises solutions, especially in urban areas, which can come about through efficiency gains or the better use of renewable energies. The study confirms that smart infrastructures can contribute to the achievement of specific environmental goals. However, the question remains to what extent and under what conditions a broader environmental impact can be systematically extended and guaranteed. The current European discourse (Angelidou et al., 2018; Bibri, 2018; Gazzola et al., 2019; Martin et al., 2018; Silva et al., 2018) often suggests that the Smart City implicitly contributes to sustainability. This imperative must be questioned and backed empirically.

In this context, the present overview study specifically examines whether and, if so, what needs to be done for adapting the framework conditions, and in particular the standards and technical regulations, to shape these environmentally relevant technical infrastructures in an intelligent and sustainable way.

The infrastructure sectors under investigation comprises of energy, water, transport, I & C and security. In these infrastructure areas, the study focuses on technical system solutions for smart cities, which in their form contribute to environmental-friendliness and sustainability by impacting positively on the use of resources (raw materials, energy, water, air(quality), climate, soil/area and biodiversity). The evaluation framework is based on the strategic environmental goals of the German Federal Government. In addition to the environmental relevance, the solutions in focus should also be "smart", i.e. characterized by sustainably innovative, flexible, connected, multifunctional and demand-oriented systems and infrastructures.

The study presents its results along five key messages:

1. *the Smart City (i.e. smart infrastructures) may contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs);*
2. *efficiency gains do not always translate into environmental protection and sustainability – they may lead to trade-offs and rebound effects;*
3. *the Smart City creates new roles and tasks for municipalities;*
4. *the Smart City requires intensified transdisciplinary cooperation;*
5. *the Smart City, requires a careful weighing-up between utilizing and restricting data.*

Along these messages, recommendations for action have been developed for municipalities, urban actors as well as federal- and state governments. The recommendations also present prerequisites under which an environmentally sound digitization may succeed.

In order for smart infrastructures to contribute to the achievement of sustainability goals, a digitization strategy at the federal level is needed, which (more) systematically connects smart developments with sustainability goals and which links with other federal strategy papers (e.g. with the Climate Action Plan 2050, the Circular Economy Package or the German Bioeconomy Strategy).

Municipalities and urban actors must actively take part in shaping the framework conditions for these developments. The overview study also comes to the central conclusion that efficiency gains of smart

solutions as a key impact mechanism cannot be equated with environmental protection. Rebound effects, relocation and even intensification effects can occur which reduce or dissolve efficiency gains.

The digitization of infrastructures can therefore have positive effects on specific environmental areas, but it is important to examine the causal impact chains in each individual case and critically scrutinize them. It is the duty of the German Federal Government and the Provinces, through appropriate research programs, to create the necessary knowledge of these interdependencies and, if necessary, to adjust the legal framework in order to prevent negative effects, both locally and globally. To this end, the study makes various proposals.

In addition, the results of the study point out that for the realization of environmentally-friendly, smart infrastructures, an intensified cooperation between different stakeholder groups and disciplines is indispensable. In particular, cooperation between the federal government and the Provinces, the urban actors and municipalities in a trans-disciplinary manner, is central to ensuring both the environmental relevance and the added value for society as a whole as well as the avoidance of the efficiency paradox. This is accompanied by the creation and definition of new tasks in municipalities, which play a central role in implementing the digitization strategy.

The study concludes that there is a need to adapt the framework conditions, and in particular the standards and technical regulations, in order to design smart infrastructures in line with German sustainability goals.

Therefore, the municipal level, with its perspective on common interest and experience in the implementation of local environmental protection action, often embedded in socio-economic considerations at the same time, should proactively become more involved in standardization processes. For this purpose, the application experience of individual ISO standards must be systematically fed back, as well as the municipalities themselves, which must be (more) involved in the creation of new standards. The new guideline (DIN SPEC 91387) supports the organization of digital transformation processes at the local level as a pre-normative instrument.

The federal level should engage even more strongly and trans disciplinarily in selected standardization committees with the aim of achieving its sustainability and environmental goals (for example in climate protection, air quality, etc.).

Public administration at all levels should use one of its key levers - public procurement - as a strategic tool to effectively guarantee and promote the positive environmental impact of digital products and services. In public procurement, there is still considerable need for catching up and coordination of standardization efforts.

Finally, a balanced weighing-up is required between the unlimited use and application- and the restriction of data collected through smart infrastructures, by the federal, state and local governments. This, in principle, serves to ensure the social acceptability of digitization (e.g., privacy) as well as an enhanced application for goal verification (environmental monitoring). The use should be geared to the respective relevance of the solution for the environmental problem in question and should be determined in a democratic process.

Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung	4
Abstract	6
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	14
Zusammenfassung	15
Executive Summary	30
1. Einleitung	44
1.1 Betrachtungsrahmen	44
1.2 Forschungsfrage und Kernaufgaben	44
1.3 Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie	45
2 Überblick über Smart City Ansätze	47
2.1 Definitionen relevanter Fachbegriffe und Systemgrenzen	47
2.2 Theorie – Smart City-/Infrastruktur-Ansätzen in Literatur und Wissenschaft	49
2.2.1 Smart City	49
2.2.1.1 Smart City Frameworks aus EU Projekten	52
2.2.1.2 Weitere Smart City Frameworks	54
2.2.2 Smarte Infrastrukturen	55
2.3 Praxis – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Umsetzung	56
2.3.1 Projektportfolio von engagierten Städten in Deutschland und Europa	57
2.3.1.1 Köln	57
2.3.1.2 Wien	58
2.3.1.3 Amsterdam	58
2.3.1.4 Überblick über Smart City-Lösungsansätze	58
2.3.2 Bewertung der Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz	68
2.4 Trends – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Forschung	73
3 Bedeutung von Regelwerken und Normen für Smart City-Anwendungen	75
3.1 Identifizierung relevanter Normen und Regelwerke	75
3.1.1 Identifizierung und Priorisierung relevanter europäischer Komitees	77
3.1.2 Identifizierung und Kontaktierung der nationalen Spiegelausschüsse	83
3.2 Analyse bestehender Regelwerke anhand der Umfrageergebnisse	83
3.2.1 Interpretation der Umfrageergebnisse zur Relevanz von Normen und Regelwerken	87
3.2.2 Herausforderungen für umweltrelevante Normen und Regelwerke	88
3.2.3 Vernetzung zu anderen CEN/TCs / ExpertInnenkreisen	90

3.2.4	Identifizierte Dokumente	92
3.2.5	Handlungsempfehlungen für zukünftige Standards und Regelwerke	102
3.2.6	Aktuelle Smart City Aktivitäten	102
4	Einschätzung der Akteure und ExpertInnen	105
4.1	Methodik.....	105
4.1.1	Der Gesprächsleitfaden.....	105
4.1.2	Die Gesprächspartner	106
4.1.3	Die Auswertungsmethode.....	107
4.2	Ergebnisse: Offene Kodierung	107
4.2.1	Smart City Konzepte werden funktional unterschiedlich eingesetzt	107
4.2.2	Smart City Strategien verfolgen nicht ausschließlich Umweltschutz.....	108
4.2.3	Umweltwirkung der Smart City bleibt durch den Fokus auf Energie und Klima beschränkt	109
4.2.4	Der Smart City wird in der Stadt eine höhere Umweltwirkung zugeschrieben als auf dem Land	110
4.2.5	Effizienzgewinn ist nicht gleich Umweltschutz	110
4.3	Ergebnisse: Iterative Analyse.....	111
4.3.1	Smart City macht neue, interdisziplinäre interne und externe Kooperationen erforderlich	111
4.3.2	Nutzung von Smart City Lösungen kann zu Rebound, Intensivierung und Verlagerung führen.....	111
4.3.3	Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzung und Begrenzung von Daten	112
4.3.4	Digitalisierung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe	112
4.3.5	Große Hebel für Nachhaltigkeit in der Stadt sind nicht nur smart	113
4.3.6	Die Gestaltung der Smart City verlangt vielseitige Werkzeuge im Bereich Regulierung.....	113
4.3.7	Die Smart City spielt für die strategische Ausrichtung in jeder Kommune eine unterschiedliche Rolle	113
4.3.8	Die technische Weiterentwicklung der Smart City ist schwer vorherzusagen	113
4.3.9	Die Smart City führt zu schöpferischer Zerstörung.....	114
4.3.10	Die Smart City schafft neue Aufgaben in der Kommune	114
4.3.11	Smart City birgt das Risiko geschlossener, technischer Systeme.....	115
5	Anpassung des institutionellen Rahmens.....	116
5.1	Herausforderungen des Schnittstellenmanagements.....	116
5.1.1	Allgemeines	116
5.1.2	Zusammenarbeit der regelsetzenden Organisationen	117

5.1.3	Entstehung neuer Regelwerke	117
5.1.3.1	CEN – European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation)	119
5.1.3.2	ISO – International Organization for Standardization	122
5.1.4	Umgang mit der Notwendigkeit sektorübergreifender Regelwerke	123
5.2	Neue Konzepte des Schnittstellenmanagements	124
5.2.1	Allgemeines	124
5.2.2	Straßenbeleuchtung	125
5.2.3	Urbane Datenplattform für Verkehr, Energie, Umwelt	125
5.2.4	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung	126
5.2.5	Letzte Meile	128
5.2.6	Wasserver-/entsorgung	129
5.2.7	Weiteres	130
5.3	Zukünftiges Schnittstellenmanagement	130
5.4	Zentrale Handlungsempfehlungen zur Erarbeitung neuer Regelwerke (DIN, CEN, CENELEC, ISO, IEC)	131
6	Risiken und Unsicherheiten	134
6.1	Grundlagen Risiken und Unsicherheiten	134
6.1.1	Unterscheidung: Risiko vs. Unsicherheit	134
6.1.2	Kritische Infrastrukturen	135
6.1.3	Risikokategorien in der Risikoforschung	136
6.2	Analyse bestehender Risiken und Unsicherheiten in Smart City-Anwendungen	137
6.3	Risikobewertung und -interpretation	138
6.3.1	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung #1	138
6.3.2	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen #2	140
6.3.3	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge #3	140
6.3.4	Intermodalitäts-Account #4	141
6.3.5	Mobilität on-demand #5	142
6.3.6	Smart Taxi Stand System #6	143
6.3.7	Verkehrsvermeidung durch Remote Services #7	143
6.3.8	Smarte Logistik Hubs #8	144
6.3.9	Intelligentes Müllmanagement #9	145
6.3.10	Vernetzte Logistik-Objekte #10	145
6.3.11	Parkplatzreservierung #11	146
6.3.12	Verkehrsdatenservices #12	146
6.3.13	Intelligente Verkehrsleitsysteme #13	147

6.3.14	Intelligente Multifunktionale Straßenbeleuchtung #14.....	147
6.3.15	Alarm Online Plattform (City Alerts) #15	148
6.3.16	Management extremer Wetterereignisse #16	148
6.3.17	Wasserverteilnetz Monitoring #17	148
6.3.18	Plattform für urbane Daten #18.....	149
7	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder, städtische Akteure und Kommunen.....	151
7.1	Methode	151
7.2	Beschreibung des Ansatzes (Kriterien)	152
7.3	Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen	152
7.3.1	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder	153
7.3.2	Handlungsempfehlungen für städtische Akteure	154
7.3.3	Handlungsempfehlungen für Kommunen.....	155
7.4	Effizienzgewinne ist nicht gleich Umweltschutz und können zu Rebound-Effekten, Verlagerung und Intensivierung führen.....	157
7.4.1	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder	158
7.4.2	Handlungsempfehlungen für städtische Akteure	159
7.4.3	Handlungsempfehlungen für Kommunen.....	160
7.5	Smart City stellt neue Anforderungen an die Umsetzung kommunaler Aufgaben.....	161
7.5.1	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder	162
7.5.2	Handlungsempfehlungen für städtische Akteure	162
7.5.3	Handlungsempfehlungen für Kommunen.....	163
7.6	Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich	164
7.6.1	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder	165
7.6.2	Handlungsempfehlungen an städtische Akteure	165
7.6.3	Handlungsempfehlungen an Kommunen	166
7.7	Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten.....	167
7.7.1	Handlungsempfehlungen für Bund/Länder	168
7.7.2	Handlungsempfehlungen an städtische Akteure	168
7.7.3	Handlungsempfehlungen an Kommunen	169
7.8	Forschungsbedarfe: Zusammenfassung	169
8	Schlussfolgerungen.....	172
9	Quellenverzeichnis.....	175
10	ANNEX.....	177

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)	46
Abbildung 2: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2016 (Bunderegierung, aufgerufen Januar 2017)	48
Abbildung 3: Smart City Initiativen (eigene Darstellung)	51
Abbildung 4: Stadt-Geschäftsmodell basierend auf wirtschaftlicher, sozialer und umwelttechnischer Nachhaltigkeit (REPLICATE Projekt, http://replicate-project.eu)	53
Abbildung 5: Sharing City Framework (Sharing City Projekt, www.sharingcities.eu)	54
Abbildung 6: Smart City Sustainability Framework (Arup J. Paul, abgerufen Juni 2019) ..	54
Abbildung 7: Sensing in Smart City (Hancke et al., 2012).....	55
Abbildung 8: Smarte Infrastruktur (Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction)	56
Abbildung 9: Verortung der Praxisbeispiele in den Schnittmengen von Infrastruktursektoren (eigene Darstellung).....	57
Abbildung 10: Methodischer Rahmen und Bewertungsebenen für Smart City Solution am Beispiel: Wärmerückgewinnung aus Abwasser mittels einer Wärmepumpe (eigene Darstellung)	69
Abbildung 11: Modell zur Bewertung der Umwelteffekte auf unterschiedlichen Ebenen (eigene Darstellung)	70
Abbildung 12: Assoziationsnetz "Nachhaltigkeit" (eigene Darstellung, DIN).....	76
Abbildung 13: Grafische Darstellung der Ergebnisauswertung (eigene Darstellung, DIN)	85
Abbildung 14: Vernetzung zu anderen CEN/TCs und ExpertInnenkreisen (eigene Darstellung, DIN).....	91
Abbildung 15: Bezugnahmen auf Fokusbereiche des Projekts (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)	108
Abbildung 16: Bezugnahmen auf Umweltbereiche des Projekts (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat).....	109
Abbildung 17: Häufigkeit der angesprochenen Umweltbereiche für einzelne Kommunale Akteure (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)	110
Abbildung 18: Entstehung einer DIN SPEC, Konsortialstandard (eigene Darstellung, DIN)	118
Abbildung 19: Darstellung des Delegationsprinzips (DIN 2016).....	119
Abbildung 20: Gewichtete Abstimmung und Stimmverteilung bei CEN/CENELEC, basierend auf Einwohnerzahl (CEN Internal Regulations Part 2, 2018)	121
Abbildung 21: Erstellung einer internationalen (ISO-) Norm, schematisch dargestellt (ISO 2019, abgerufen September 2019).....	123

Abbildung 22: Struktur der klassischen Entscheidungstheorie (angepasst nach Rommelfanger and Eickemeier, 2013)135

Abbildung 23: Schematische Darstellung der synthetisierten Forschungsbedarfe entlang der betroffenen Akteure und identifizierten Botschaften (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)171

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Smart City Lösungsansätze in den Infrastruktursektoren.....	58
Tabelle 2: Übersicht zu relevanten Technologie-Clustern im Kontext von Smart City- Lösungsansätzen.....	67
Tabelle 3: Bewertung der Smart City Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Wirkung auf Ressourcen (stellt die erwartete Wirkung seitens der ExpertInnen dar).....	70
Tabelle 4: Zusammenfassung Stichwortliste	76
Tabelle 5: CEN/TC-Relevanz: hoch.....	77
Tabelle 6: CEN/TC-Relevanz: mittel.....	81
Tabelle 7: An Umfrage beteiligte CEN/TCs	84
Tabelle 8: Detaillierte Darstellung der Umfrageergebnisse	86
Tabelle 9: Normen und Dokumente des CEN/TC 183 Abfallwirtschaft.....	92
Tabelle 10: Normen und Dokumente des CEN/TC 226 Straßenausstattung.....	94
Tabelle 11: Normen und Dokumente des CEN/TC 282 Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas.....	95
Tabelle 12: Normen und Dokumente des CEN/TC 337 Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst.....	96
Tabelle 13: Normen und Dokumente des CEN/TC 354 Aufsitz- und Geländefahrzeuge für den Transport von Personen und Gütern.....	98
Tabelle 14: Normen und Dokumente des CEN/TC 391 Schutz und Sicherheit der Bürger	99
Tabelle 15: Normen und Dokumente des CEN/TC 176 Wärmezähler	99
Tabelle 16: Normen und Dokumente des CEN/TC 228 Heizungssysteme in Gebäuden ...	99
Tabelle 17: Normen und Dokumente des CEN/TC 247 Gebäudeautomation und Gebäudemanagement	99
Tabelle 18: Normen und Dokumente des CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung.....	100
Tabelle 19: Normen und Dokumente des CEN/TC 335 Feste Biobrennstoffe.....	101
Tabelle 20: Ausgewählte ExpertInnen	106

Zusammenfassung

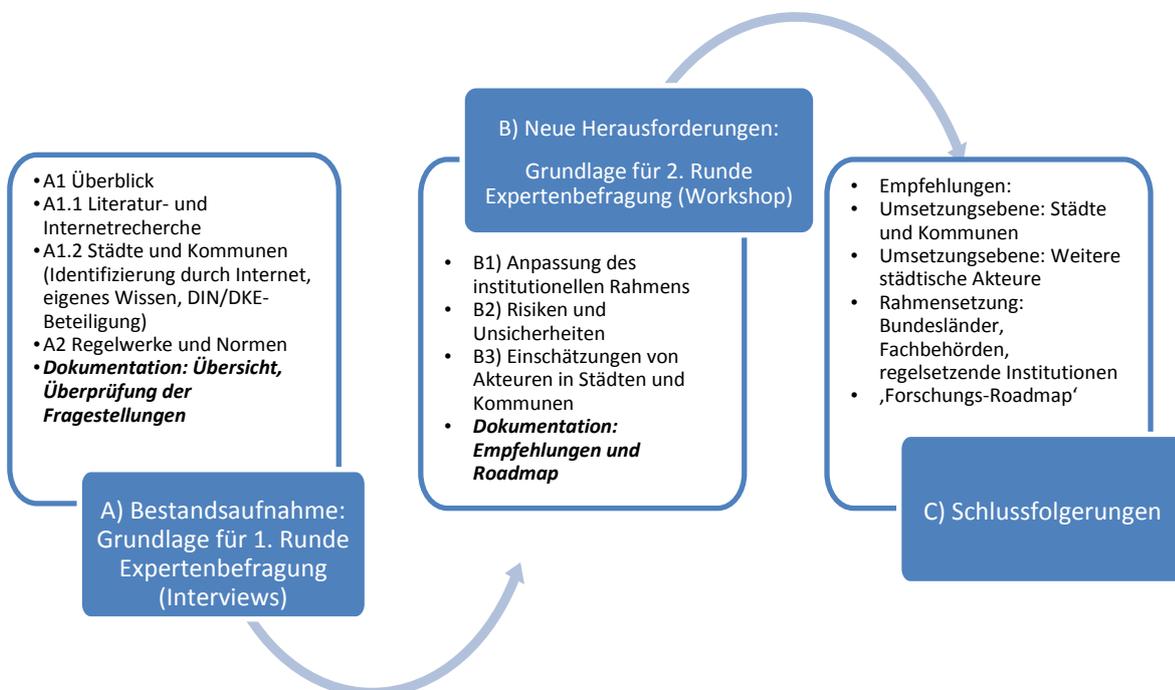
Die vorliegende Überblicksstudie untersucht 18 smarte Lösungen städtischer Infrastrukturbereiche im Hinblick auf ihre Umweltrelevanz bzw. hinsichtlich ihres Einflusses auf die natürlichen Schlüsselressourcen Luft/Klima, Wasser, Boden, Materialien und Biodiversität. Dabei steht die Frage im Vordergrund, welchen Änderungsbedarf es im Bereich der institutionellen und organisatorischen Rahmenbedingungen, Regelwerke und Normen/Standards gibt, damit smarte Infrastrukturlösungen nachhaltig gestaltet werden können. Darüber hinaus entwickelt die Studie Handlungsempfehlungen für verschiedene Akteursgruppen (Kommunen, städtische Akteure, wie z.B. Stadtwerke, und Bund/Länder) entlang des genannten Änderungsbedarfs, welche für eine *nachhaltige* Gestaltung smarterer Lösungen in Deutschland von zentraler Bedeutung sind.

Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie

Zur Erreichung der aufgezeigten Kernaufgaben wurde das im Folgenden abgebildete Vorgehen (vgl. Abbildung unten) umgesetzt.

In der ersten Phase kam es zu einer Aufnahme von smarten, umweltrelevanten Infrastrukturlösungen aus retrospektiver und prospektiver Sicht sowie der Identifikation von technischen Regelwerken/Normen, welche auf die Implementierung dieser Lösungen eine potenzielle Wirkung haben könnten. In der zweiten Phase des Vorhabens lag der Fokus verstärkt auf der Anpassung des institutionellen Rahmens, der Identifikation von Risiken und Unsicherheiten sowie der Einschätzung von Akteuren und ExpertInnen. Die Ergebnisse dieser Phase wurden anschließend in einem Workshop mit ExpertInnen aus der Praxis diskutiert und validiert.

Abbildung: Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie (eigene Darstellung, ICLEI Europa-sekretariat)



Überblick über Smart City Ansätze

Eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen für die Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft, ihrer Wirtschaft und der Lebensqualität in Städten, ist eine stabile, technische Infrastruktur. Die klassischen Infrastrukturen wie Energieversorgung, Siedlungswasserwirtschaft oder Verkehr werden durch den Einsatz von Informations- und Kommunikations- sowie weiterer innovativer Technologien stärker vernetzt und dadurch effizienter, umweltfreundlicher und sicherer gestaltet. Für den städtischen Raum spricht man dabei von „Smart Cities“. Der in Arbeitspaket A1 erstellte Überblick gibt der Studie die Basis für die Analyse der smarten, umweltfreundlichen Infrastrukturlösungen aus Theorie und Praxis von Smart Cities und zeigt einen Ausblick auf Trends in ausgewählten Infrastruktursegmenten auf.

Theorie - Smart City-/Infrastruktur-Ansätze in Literatur und Wissenschaft

Da keine allgemeingültige Begriffsdefinition von „Smart Cities“ und „Smarten Infrastrukturen“ existiert, erfolgte zunächst eine Recherche und Analyse bestehender Literatur zu diesen Begrifflichkeiten, um daraus einen umfassenden Handlungsrahmen und Betrachtungshorizont für das Gesamtprojekt abzuleiten.

Hauptinhalte des Begriffs lassen sich sowohl aus der Fachliteratur (Caragliu et al., 2011; DIN e.V., 2015; Jakubowski, n.d.; Meeus, 2011; Schweitzer, 2015) als auch durch Definitionen aus verschiedenen Forschungsprojekten (z.B. REMO URBAN, REPLICATE) gewinnen. Eine ambitioniertere Definition deutet allerdings auf ein Zusammenspiel von Ökonomie, Sozialem und Ökologie, jeweils vernetzt mittels IKT. „Smarte Infrastrukturen“ verknüpfen physische Infrastrukturen (Transport, Energie, Wasser, Abfall, Telekommunikation) mit digitalen Infrastrukturen (Sensoren, IoT, Netzwerke, BIM/GIS, Big Data, maschinelles Lernen).

Die zu untersuchenden Infrastruktursektoren wurden eingegrenzt auf die Bereiche Energie, Wasser, Verkehr, I&K sowie Sicherheit und Schutz. In diesen Infrastrukturbereichen wurden technische Systemlösungen für Smart Cities (im Folgenden „Lösungen“) gesucht, welche in ihrer Ausprägung einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit leisten, indem sie eine positive Wirkung auf den Ressourceneinsatz (Rohstoffe, Energie, Wasser, Luft, Klima, Boden/Fläche, Biodiversität) aufweisen. Der Bewertungsrahmen orientierte sich dabei an den strategischen Umweltzielen der Bundesregierung. Neben der Umweltrelevanz sollen die Lösungen außerdem „smart“ sein, also durch nachhaltig innovative, flexible, vernetzte, multifunktionale und bedarfsorientierte Systeme und Infrastrukturen charakterisiert sein.

Dieses Verständnis der Begriffe und die Eingrenzung auf Systemgrenzen dienten als Basis für die Recherche nach Praxisbeispielen und den weiteren Projektverlauf.

Praxis – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Umsetzung

Die Recherche nach Smart City-Lösungen wurde mittels zweier Suchstrategien durchgeführt: zum einen konnten mit Köln, Wien und Amsterdam drei besonders aktive Städte identifiziert werden. Deren Portfolios an Umsetzungsprojekten zu innovativen, umweltfreundlichen, smarten Anwendungen für siedlungsbezogene Infrastrukturen wurden untersucht, um einen Überblick über die Handlungsfelder dieser drei einzelnen Vorreiterstädte zu erlangen. Zum anderen wurden weitere Smart City-Lösungen mit Beitrag zur Umweltfreundlichkeit in vorwiegend deutschen, aber auch europäischen und außereuropäischen Städten identifiziert und anhand standardisierter Kriterien näher beschrieben.

Die Vielzahl an identifizierten Lösungen wurden zu folgenden **18 Lösungsansätzen** gebündelt (Tabelle unten).

Tabelle: Identifizierte Smart City Lösungsansätze

Energie	Wasserver-/entsorgung	Mobilität	Logistik	Verkehr	Sicherheit und Schutz
Information und Kommunikation					
Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung	Management extremer Wetterereignisse	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen	Smarte Logistik Hubs – Last Mile Delivery	Parkplatz-reservierung	Intelligente multi-funktionale Straßenbeleuchtung
	Wasserverteilnetzwerk Monitoring	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge	Intelligentes Müllmanagement	Verkehrsdienstleistungen	Alarm Online Plattform (City Alerts)
		Inter-modalitäts-Account	Vernetzte Logistik-Objekte (Transportbehälter)	Belieferungs- und Transportprozesse (Gewerbe) in den Nachtstunden	
		Mobilitätsvermeidung (Remote Expert Government Services)		Intelligente Verkehrsleitsysteme	
		Mobilität on-demand			

Bewertung der Smart City Lösungen hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz

Die identifizierten Smart City-Lösungen wurden anschließend hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz bewertet. Hierbei war v.a. der Haupteffekt auf die o.g. Ressourcen maßgebend. Haupt- und Nebeneffekte können dabei in unterschiedlichen Wirkebenen auftreten: direkt im individuellen Anwendungskontext, indirekt aber auch auf die Stadtebene sowie darüber hinaus auf globaler Ebene.

Tabelle: Erwartete Umweltwirkung von Smart City Lösungen

Identifizierte Smart City Lösungsansätze in den Infrastrukturektoren Energieversorgung, Wasserver-/entsorgung, Verkehr/Mobilität, Sicherheit und Schutz	Erwartete Wirkung auf die Ressourcen						
	Rohstoffe	Energie	Wasser	Luft (qualität)	Boden / Fläche	Klima (stabilität)	Biodiversität
1) Smart Grid zur dezentrale Energieversorgung		++		+		+	
2) Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen	+			+	+	+	
3) Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge				+	-	+	
4) Intermodalitäts-Account				+		+	
5) Mobilität on-demand	+	+		+	+	+	

6) Smart Taxi Stand System		+		+		+	
7) Mobilitätsvermeidung durch Remote Services	+			+		+	
8) Smarte Logistik Hubs	-	+		+	+	+	
9) Intelligentes Müllmanagement		+		+		+	
10) Vernetzte Logistik-Objekte (Transportbehälter)		+			+		
11) Parkplatzreservierung		+		+		+	
12) Verkehrsdaten-Services		+		+		+	
13) Intelligente Verkehrsleitsysteme		+		+		+	
14) Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung	-	+		(+)	+	(+)	+
15) Alarm Online Plattform	+						
16) Sturmwasser Management			+	(+)	-		
17) Wasserverteilnetzwerk Monitoring			+				
18) Plattform für urbane Daten / Informationen	+/-	+/-				+/-	

Bei der Analyse der obigen Tabelle ist es bemerkenswert, dass die Biodiversität nur einmal betroffen ist (d.h. durch intelligente Straßenbeleuchtung, die ein bedarfsorientiertes automatisches Ein-/Aus-schalten gewährleistet und somit Lichtverschmutzung in urbanen Räumen reduziert, was sich nachweislich positiv auf die Biodiversität in urbanen Räumen auswirkt) (vgl. Pauwels et al., 2019; Rowse Elizabeth G. et al., n.d.). Während man durchaus argumentieren kann, dass es zwischen den einzelnen Ressourcen ebenfalls Wirkungszusammenhänge gibt – dass also beispielsweise ein stabiles Klima auch die Biodiversität begünstigen wird, scheint die direkte Ansprache von intelligenten Infrastrukturlösungen den Schwerpunkt anderswo zu legen, nämlich auf Energie, Klima und Luftqualität (hauptsächlich indirekt). Interessanterweise erwarten befragte ExpertInnen bei Lösungen im Bereich der Rohstoffe in einigen Fällen Kompromisse oder sogar negative Auswirkungen, da ein Anstieg des Rohstoffverbrauchs erwartet wird - v.a. im Bereich der Seltenen Erden, welcher wiederum negative Auswirkungen auf die Ressource Boden/Fläche erwarten lässt.

Trends für zukunftsweisende Infrastrukturlösungen

In einem dritten und letzten Teilschritt des Arbeitspaketes A1 wurden Trends innerhalb der Infrastruktursektoren identifiziert, welche aus Anwendersicht neue Leistungen versprechen oder neue Nutzungsszenarien beschreiben. Diese Trends befinden sich noch weit entfernt von der Umsetzungsphase und beschreiben eher zukunftsweisende Infrastrukturlösungen.

Ein identifizierter Trend kann die **Dezentralisierung in der Energieversorgung mittels autarker Micro-Grids** sein. Micro Grids stellen dabei dezentrale Infrastrukturzellen dar. Der Trend im Sektor Energie führt mit vernetzter Energieversorgung und intelligentem Energiemanagement im Quartier und im lokalen Raum zur größeren Unabhängigkeit von überregionalen Infrastrukturen. Positive Effekte sind beispielsweise, dass Energie dezentral erzeugt und gespeichert werden kann und dass über verbundene „Vehicle to Grid“ Lösungen das Stromnetz entlastet und die Flexibilität erhöht werden kann. Außerdem kann „Micro-Harvesting“ durch die Einbindung bisher nicht genutzter Energiequellen

zunehmen und ein „peer to peer-Markt“ kann sich im Stromsektor etablieren. Unterstützt wird letzteres durch die Block-Chain Technologie.

Ein wichtiger Trend wird außerdem die **Sektorenkopplung** sein. So wird die Kombination verschiedener bestehender Trends wie Elektrifizierung, Vernetzung und autonomes Fahren zusammengeführt in Ansätzen wie „Mobility as a service“ (auch in weiterer Kombination mit autonomem Fahren), gemeinschaftliche Mobilitätssysteme oder on-demand ÖPNV.

Im Sektor Verkehr tritt die **dreidimensionale Nutzung des Stadtraumes** in den Vordergrund. So besteht der Trend, dass der urbane Luftraum zur Belieferung von Städten mittels Drohnen und Zeppelin (als Pufferspeicher über der Stadt, bspw. Amazon) genutzt wird. Der Erdrum wird als temporärer Speicher oder für Transportwege in dicht bebauten Städten (bspw. Vorhaben ‚Cargo Sous Terrain‘ in der Schweiz) verstärkt genutzt werden. Außerdem werden neue Smart Parking Lösungen aufkommen, bspw. durch Umnutzung von Parkhäusern als temporäre Lager für Güter.

Die Technologie **Internet of Things (IoT) wurde in Kombination mit Big Data (IKT)** hier ebenfalls als ein Trend identifiziert. So kann beispielsweise die Integration von Big Data in Smart Parking, Urbane Sensorik, die Automatisierung / Vernetzung von Verkehrsträgern oder die Kombination von Big Data und Verkehrssensoren einen optimierten Verkehrsfluss und Parkmöglichkeiten ermöglichen. In Hinblick auf Schutz und Sicherheit wird die Mehrfachnutzung bereits vorhandener Infrastruktur zunehmen. Beispiele dafür sind eine zunehmende Funktionalisierung von Straßenbeleuchtung, bspw. als WLAN-Transmitter, Parkraumüberwachung und Ladestation für Elektroautos oder die Nutzung bereits vorhandener privater WLAN-Netzwerke als öffentliches WLAN.

Bedeutung von Regelwerken und Normen für Smart City-Anwendungen

Aufgrund zunehmender Technikkonvergenz und Digitalisierung werden in bisher traditionellen Technologiesektoren und Wirtschaftsbranchen ganzheitliche Betrachtungen erforderlich. Vor allem müssen in diesem Zusammenhang **Schnittstellen** betrachtet und häufig neu definiert werden. Eine nachhaltige Quartiers- bzw. Stadtentwicklung erfordert ebenso eine ganzheitliche Betrachtung: von der Planung und Erschließung bis zu der Umsetzung durch entsprechende Technologieanbieter muss der gesamte Lebenszyklus abgedeckt werden. Einen wesentlichen Beitrag zu dieser **Ausgestaltung** und des **Managements** der zum Teil neu auftretenden Schnittstellen bilden Normen und Standards. Der Einsatz neuer Technologien – wie für smarte Infrastrukturlösungen - erfordert eine Überprüfung existierender Regelwerke (inklusive Normen und Standards) und ggf. deren Anpassung. Aufgrund der sehr hohen Anzahl potenziell relevanter Dokumente - es wurden nationale, europäische und internationale Dokumente (DIN, EN und ISO Normen) in Betracht gezogen - wurde eine mehrstufige Vorgehensweise gewählt.

Zunächst wurden sämtliche Technischen Komitees (TC – Technical Committee) des Europäischen Komitees für Normung (CEN - Comité Européen de Normalisation) aufgelistet. Die Fokussierung auf europäische Komitees (CEN/TC) liegt darin begründet, dass ein Großteil der europäischen Normen auf nationaler Ebene übernommen wird. Seitens des DIN wurde eine erste **Priorisierung der Komitees** hinsichtlich ihrer Relevanz für das Projekt anhand ihrer Themenfelder und Aufgabenbereiche vorgenommen. Anschließend haben die Projektpartner ICLEI und Fraunhofer IAO die identifizierten CEN/TCs anhand der Priorisierungsstufen gering, mittel und hoch bewertet. Von insgesamt 334 existierenden CEN/TCs wurden 232 als nicht relevant für das Projekt eingestuft. Von den verbliebenen 102 Technischen Komitees wurde die Priorität von 21 Komitees als gering, von 27 Komitees als mittel und von 54 Komitees als hoch eingestuft.

Um eine qualitativ hochwertige und inhaltlich fundierte Bewertung der potenziell relevanten Normen und Standards zu gewährleisten und eine realistische Einschätzung von Expertinnen der Fachbereiche einzuholen, wurden die Verantwortlichen der **Technischen Komitees und deren ExpertInnen** in die

Bewertung einbezogen. Hierfür erstellte das Projektkonsortium einen Fragebogen, welcher die Kernfragen des Projektes bezüglich der Normen und Standards der Technischen Komitees umfasst. Die Rücklaufquote beantworteter Umfragebögen belief sich auf 24,69 %, was einer absoluten Größe von 20 CEN/TCs entspricht, welche den Fragebogen beantwortet haben. Die ExpertInnen wurden gebeten, die Relevanz der nachfolgenden Themen für ihre thematischen Bereiche zu bewerten:

- ▶ Digitalisierung
- ▶ Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien
- ▶ Reduzierung des Ressourcenverbrauchs
- ▶ Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer
- ▶ Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass nur wenige der an der Umfrage partizipierenden Komitees die identifizierten Themen als irrelevant für ihre zukünftige Arbeit sehen. Diese Ergebnisse lassen die Interpretation zu, dass die Wichtigkeit der Themen Digitalisierung, Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien, Reduzierung des Ressourcenverbrauchs, verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer sowie Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft bei einem Großteil der Umfrageteilnehmer erkannt wurde.

In einem weiteren Schritt wurden die ExpertInnen der Technischen Komitees gebeten, die aus Ihrer Sicht größten Herausforderungen für eine nachhaltige Gestaltung und Vernetzung von **umweltrelevanten technischen Infrastrukturen** darzustellen, um ferner die zuvor eingestuft Themen in ihrem Komitee einzubinden. Die nachfolgenden **Herausforderungen** wurden hierbei identifiziert:

- ▶ Anpassung der aktuellen Strukturen der CEN/TCs und Normenausschüsse
- ▶ Vorliegende Informationsdefizite in den Gremien abbauen
- ▶ Aufnahme der Themen / Eigenschaften in Verordnungen
- ▶ Nutzung anderer Rechtsvorschriften in kürzeren Innovationszyklen
- ▶ Divergenz von nationalen und europäischen Anforderungen
- ▶ Verschmelzung der Gewerke
- ▶ IT-Sicherheit erhöhen
- ▶ Digitale Dokumentation des Herstellungsprozesses
- ▶ Definition von Kennzahlen
- ▶ Kompatibilität gewährleisten
- ▶ Anpassung der Rahmenbedingungen

Des Weiteren wurden die CEN/TCs um eine Einschätzung gebeten, inwiefern sie den Bedarf für eine Vernetzung zu anderen CEN/TCs und / oder ExpertInnenkreisen sehen. Die Ergebnisse der ExpertInnenbefragung haben gezeigt, dass bereits einige der befragten CEN/TCs die **Notwendigkeit einer Vernetzung** zu anderen ExpertInnenkreisen erkannt haben. Durch die zunehmende Digitalisierung in sämtlichen Bereichen und die steigende Relevanz von Nachhaltigkeitsaspekten wird die Vernetzung existierender CEN/TCs untereinander zukünftig essentiell sein.

Abschließend wurden erste **Handlungsempfehlungen** erarbeitet, die aus den Ergebnissen der obigen Auswertungen resultieren:

- ▶ Anpassung der **Rahmenbedingungen** der Normung und Standardisierung zur Betrachtung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten.

- ▶ Anleitung zur Vernetzung/Kommunikation bei der Erstellung neuer Normen und Standards bei konvergenten Themen.
- ▶ Lösungsvorschläge erarbeiten, wie zukünftig die Verantwortlichkeiten zur Erstellung neuer und zur Überarbeitung existierender Dokumente von mehreren Komitees oder Normenausschüssen übernommen werden können (z.B. durch "Joint Venture").
- ▶ Anpassung der **Richtlinien und Vorgaben** bei der Normenerstellung auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.
 - ▶ Obligatorische Bewertung der CEN/TCs bei der Initiierung neuer Normungs- und Standardisierungsthemen hinsichtlich Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten.
- ▶ Auf **nationaler Ebene** ist die Anpassung der *DIN 820 Normungsarbeit* zu überlegen. In Anlehnung an den vorherigen Punkt wäre die Aufnahme einer "verpflichtenden" Passage denkbar, dass im Rahmen der Erstellung einer neuen Norm oder der Überarbeitung einer existierenden Norm Nachhaltigkeits- und Digitalisierungsaspekte bewertet werden. Hierbei müsste zudem die formale Gestaltung einer solchen Bewertung und die zu berücksichtigenden Kriterien betrachtet werden. Die Umsetzung einer solchen Passage und die Überarbeitung der DIN 820 ist in diesem Zusammenhang als *kritisch* anzusehen und Bedarf engster Abstimmung und offener Kommunikation mit den betroffenen Normenausschüssen. Eine Realitätsprüfung dieser Empfehlung wird im weiteren Projektverlauf erfolgen.
- ▶ Ausarbeitung einer **Handlungsempfehlung** zur Berücksichtigung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten in der Normungsarbeit, die an sämtliche Komitees und Normenausschüsse verteilt wird.
- ▶ Erarbeitung einer **Entscheidungsgrundlage** für die relevanten DIN-Präsidialausschüsse, das Präsidium von DIN und/oder den Vorstand/Geschäftsleitung, wie die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit zukünftig in der Normungsarbeit verankert werden können.

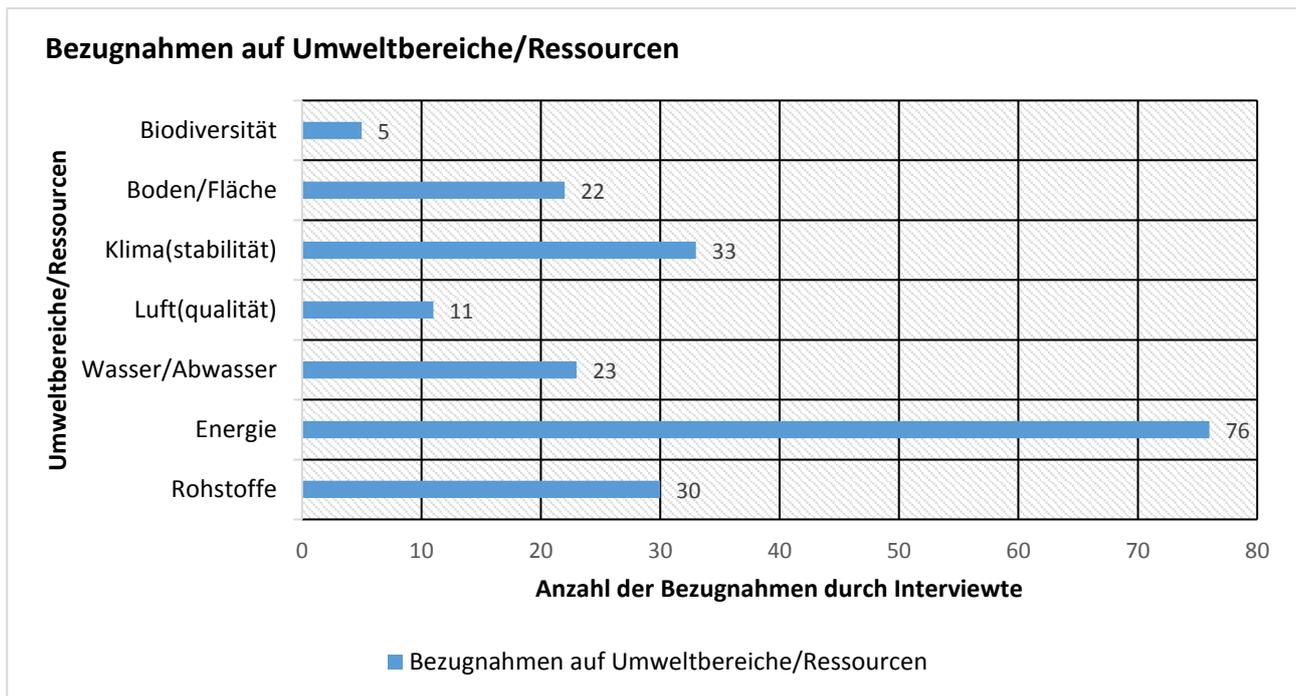
Einschätzung der Akteure und ExpertInnen

Im Rahmen des Projekts Smarte Umweltrelevante Infrastruktur wurden im Zeitraum von Mai 2017 bis Januar 2018 insgesamt **24 Interviews** mit ExpertInnen aus der Stadtverwaltung, städtischen Versorgern, Unternehmen, Umweltämtern sowie Stadtplanungsämtern geführt. Darunter befanden sich VertreterInnen von Kommunen, Landesministerien, Verbänden, Akteure aus Wissenschaft und Beratung, sowie ExpertInnen aus Infrastrukturunternehmen. Ziel der Gespräche war es in Anbetracht der umfangreichen Ergebnisse der verschiedenen Arbeitspakete den Rückbezug zur Praxis herzustellen.

Die Ergebnisse der offenen Kodierung zeigen, dass Smart City ein oft nicht klar definierbares Konzept ist, unter dem verschiedene Akteure unterschiedliche Dinge verstehen. Allgemein gilt jedoch, dass **Umweltaspekte** nicht die primären Treiber für die Entwicklung und Umsetzung smarter Infrastruktur und Smart City Lösungen allgemein sind. Meist stehen andere Argumente im Vordergrund, wie **Lebensqualität** in Kommunen oder **Effizienzsteigerungen** in verschiedenen Abläufen.

Innerhalb der Umweltbereiche liegt für die interviewten ExpertInnen in ihrem täglichen Arbeitsfeld ein starker Fokus auf den Themen **Energie und Klimaschutz**. Umweltthemen wie **Biodiversität oder Flächenverbrauch** werden nur am Rande als relevant für die Smart City wahrgenommen. Dies hängt auch mit einer oft beobachteten Wahrnehmung zusammen, in der Ressourcen und Umwelt als verschiedene Bereiche betrachtet werden. Während Energie und Klimaschutz dem Bereich Ressourcen zugeordnet werden, scheinen Themen wie Wasser oder Biodiversität von den Befragten eher den Kategorien Umwelt- und Naturschutz zugeordnet zu werden (vgl. Abbildung unten).

Abbildung: Bezugnahmen auf Umweltbereiche des Projekts (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



*Basiert auf der Auswertung der ExpertInneninterviews und zeigt die Summe der Bezugnahmen auf die Umweltbereiche in absoluten Zahlen. Nach statistischen Ausreißern bereinigt.

Dabei überrascht angesichts aktueller politischer Diskussionen zu Dieselfahrverboten und Feinstaubbelastung die geringe Erwähnung der Luftqualität. Es ist nicht auszuschließen, dass dieser Bereich aufgrund der Methodik nicht erfasst werden konnte. Obwohl Verkehr und E-Mobilität eine große Rolle in den Gesprächen spielten, haben die Gesprächspartner nur selten den Bezug zur Luftqualität explizit gemacht. Möglicherweise ist dieser der Zusammenhang aufgrund der Aktualität des Themas zu offensichtlich.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Unterschied Stadt-Land. Smart City Lösungen beschränken sich im ländlichen Raum auf Energie, Mobilität und IKT. Städte konzentrieren sich primär zwar ebenfalls auf diese Bereiche, meinen jedoch vereinzelt auch einen positiven Effekt im Hinblick auf Boden/Fläche, Rohstoffe/Abfälle, Wasser/Abwasser und Biodiversität ausmachen.

In der anschließenden **iterativen Analyse** wurden darüber hinaus wiederkehrende Beobachtungen in den Gesprächen identifiziert. Diese können einen interessanten Kontext zur Bewertung und Einordnung der Smart City Debatte liefern:

- ▶ Smart City macht neue interne und externe Kooperationen erforderlich
- ▶ Nutzung von Smart City Lösungen kann zu Rebound, Intensivierung und Verlagerung führen
- ▶ Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzung und Begrenzung von Daten
- ▶ Digitalisierung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe
- ▶ Große Hebel für Nachhaltigkeit in der Stadt sind nicht nur smart
- ▶ Die Gestaltung der Smart City verlangt vielseitige Werkzeuge im Bereich Regulierung
- ▶ Die Rolle der Smart City für die strategische Ausrichtung ist in jeder Kommune verschieden
- ▶ Die technische Weiterentwicklung der Smart City ist schwer vorherzusagen
- ▶ Die Smart City führt zu schöpferischer Zerstörung

- ▶ Die Smart City schafft neue Aufgaben in der Kommune
- ▶ Smart City birgt das Risiko geschlossener, technischer Systeme

Anpassung des institutionellen Rahmens

Zunehmende Technikkonvergenz und Digitalisierung erzwingen in bisher traditionellen Technologie-sektoren und Wirtschaftsbranchen neue, ganzheitliche Betrachtungen. Vor allem müssen in diesem Zusammenhang Schnittstellen betrachtet und häufig neu definiert werden. Eine nachhaltige Integration neuer Technologien erfordert ebenso eine ganzheitliche Betrachtung und erfordert neue, **sektorübergreifende Expertise**.

Als institutioneller Rahmen wird in diesem Projekt die Organisation und das Zusammenspiel zwischen den regelsetzenden Instituten DIN, DKE, VDE, VDI und DVGW verstanden. Ein unmittelbarer Bestandteil technischer Lösungen bzw. die Integration derer in den Alltag ist die Aufgabe der technischen Regelung.

Die thematische Abgrenzung der regelsetzenden Institutionen zueinander als auch teils innerhalb der Organisationen ist historisch gewachsen. Eine separate Betrachtung einzelner Themen war in der Vergangenheit und ist teilweise auch noch bei aktuellen Themen sinnvoll.

Die **Technikkonvergenz** der Themen Smart Cities oder Industrie 4.0, vor allem die Fusionierung der Informationstechnologie mit vormals analogen Bereichen, erfordert eine holistische Betrachtung und setzt eine stärkere Interaktion zwischen Technologieanbieter (Industrie) und Nutzer (Kommune) voraus. Diese neuen Verknüpfungen erzwingen auch neue Herausforderungen in der Organisation von Schnittstellen, fachlichen Zuständigkeiten und ressortübergreifender Kommunikation. Dies gilt nicht nur für die Arbeitsorganisation und **Kommunikation im kommunalen Bereich**, sondern auch für die Struktur der technischen Regelung.

In jüngster Vergangenheit konnten bereits erste **branchenübergreifende Standardisierungsprojekte** zu den Themenbereichen

- ▶ Straßenbeleuchtung
- ▶ Urbane Datenplattform für Verkehr, Energie, Umwelt
- ▶ Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
- ▶ Letzte Meile
- ▶ Wasserver- / entsorgung

durchgeführt werden, die in diesem Bericht als Best Practice Beispiele näher vorgestellt werden.

Um der steigenden Anzahl konvergenter Themen durch eine zukunftsorientierte Organisation der nationalen, europäischen und internationalen Normungsarbeit gerecht zu werden, wird dem **zukünftigen Schnittstellenmanagement** eine besonders wichtige Rolle beigemessen. Daraus ergeben sich für die deutsche Normungslandschaft die nachfolgenden Herausforderungen:

- ▶ **hoher Abstimmungsbedarf:** es müssen Informationen geteilt werden zwischen technischen Regelsetzern (DIN/DKE), die die internationalen Arbeiten beobachten, und deutschen Konsortien, die an Smart City Projekten beteiligt sind, wie kommunalen Spitzenverbänden, anderen nationalen Spiegelgremien mit Smart City-Relevanz, Bundesministerien, Bundesbehörden.
- ▶ Keine (oder seltene) **Übernahme** internationaler Smart City-Normen, da hier weder der Fokus (andere Ausgangssituation Asien = Neubau vs. Europa = Bestand) noch eine ausgeglichene Besetzung bzw. deutsche Beteiligung gewährleistet werden kann.

- ▶ **Aufklärungsarbeit** ist zu betreiben bzgl. neuer Produkte für die städtische Infrastruktur: welchen internationalen oder europäischen Normen entsprechen diese Produkte und sind diese kompatibel mit der Position entsprechender nationaler ExpertInnenrunden / Gremien.

Um in den zuvor genannten und weiteren konvergenten Bereichen ein Schritthalten mit technologischer Entwicklung zu gewährleisten, wurden **zentrale Handlungsempfehlungen zur Erarbeitung neuer Regelwerke** ausgearbeitet, um die Schaffung agiler und flexibler Strukturen in der Normungslandschaft zu unterstützen:

- ▶ Einbindung sektor-übergreifender Expertise, bzw. Schaffung **flexibler-** und die Auflösung aktueller Strukturen, europäisch und international: die Trennung elektrotechnischer und nicht-elektrotechnischer Themen (sprich: ISO vs. IEC bzw. CEN vs. CENELEC) ist nicht mehr zeitgemäß.
- ▶ Verbindung diverser Technischer Komitees, sowohl bei DIN als auch bei CEN und ISO, deren Wissen bei Smart City fusioniert werden muss. Schaffung **organisatorische Strukturen** (Matrix-Strukturen), die es ExpertInnen aus Wirtschaft, Forschung, Kommunen, etc. ermöglicht, flexibel zwischen der starren Komitee-Struktur zu springen und sich bei Themen zu engagieren, die sie betreffen und die von deren Expertise profitieren können.
- ▶ Es müssen **Anreizsysteme** geschaffen werden, die es kommunalen Vertretern erlauben, an diesen Projekten teilzunehmen. Die Beschreibung und Gestaltung des kommunalen Raumes finden auch in internationalen Komitees statt (ISO/TC 268, Systemkomitees bei IEC und ISO) – hier finden sich aktuell jedoch keine Vertreter von Städten.

Diese genannten Vorschläge zu **strukturellen Änderungen** des Gesamtsystems sind nur unter Zustimmung von DIN, CEN, CENELEC, ISO, IEC denkbar und somit nicht kurzfristig zu realisieren. Daher wurden zudem weniger signifikante, strukturelle Änderungen dargelegt, was zumindest eine flexible und agile Erarbeitung von Normen und Standards in Deutschland ermöglichen könnte. Diese sind in Kapitel 5 genauer beschrieben.

Risiken und Unsicherheiten

Mit smarten, digitalen Lösungen für Infrastrukturen einer modernen Stadt werden große Potentiale verbunden. Mit ihrer Hilfe können positive Umwelteffekte wie eine Senkung der Treibhausemissionen, Energieeinsparungen oder die Schonung von Ressourcen erzielt werden. Gleichzeitig können diese Lösungen auch Risiken und Unsicherheiten mit sich bringen.

Kritische Infrastrukturen und Risikokategorien

Der Fokus der hier betrachteten Smart City-Ansätze liegt zu großen Teilen im Bereich der sogenannten **kritischen Infrastrukturen**, z.B. Versorgung mit Energie und Wasser, Sicherheit, Verkehr und Informations- und Kommunikationsnetze. Diese kritischen Infrastrukturen beschreiben Systeme, welche eine übergreifende Bedeutung für die Aufrechterhaltung zentraler, gesellschaftlicher Funktionen haben und daher eines besonders guten Risikomanagements bedürfen. Sie liegen überwiegend in **kommunaler Verantwortlichkeit** und dienen gleichzeitig der **Daseinsvorsorge**. Die aus der Theorie stammende Unterscheidung zwischen Entscheidungen, die unter Risiko und solchen, die unter Unsicherheit getroffen werden, ist aufgrund der Komplexität der untersuchten Lösungsansätze und des teilweise divergierenden Nutzens für unterschiedliche „Akteure“ (Kommune, Privatwirtschaft, Umwelt) auf der Beschreibungsebene der Lösungsansätze nicht möglich. Somit wird nachfolgend die Kategorie „Risiken und Unsicherheiten“ verwendet, ohne dabei Wahrscheinlichkeitszustände zu unterscheiden.

Folgende Zusammenstellung an Risikokategorien mit Smart City Relevanz können abgeleitet- und nach Umweltrisiken (Rohstoffverbrauch, nicht erneuerbare Energie, Wasserqualität, Luftqualität, Boden/Flächenverbrauch, Klimastabilität, Biodiversitätsverlust) und kommunalen Risiken (strategisch, politisches, finanz- /marktwirtschaftlich, organisatorisch, operativ, sozial und sicherheitsbezogen) unterteilt werden:

Synthese der Ergebnisse zur Risikobewertung und -interpretation der 18 Lösungsansätze

Viele der genannten Risiken treffen gleich auf mehrere Lösungsansätze zu. Die Schnittstelle zwischen Digitalisierung und Automatisierung bspw. begünstigt immer wieder ähnliche Risiken. So ist die Bedrohung der allgemeinen **Sicherheit** durch Cyberattacken allgemein gültig. Die Versorgungssicherheit sowie die Daseinsvorsorge werden durch die Entwicklung von größtenteils digitalen, automatisierten und vernetzten Infrastrukturen (Energie, Wasser, Sicherheit, Verkehr, IKT) komplexer, die Störung oder Zerstörung insbesondere von kritischen Infrastrukturen möglicherweise riskanter. In diesem Zusammenhang muss laut der ExpertInnen bedacht werden, dass verstärkt **Kaskadeneffekte** auftreten werden. Wenn innerhalb des vernetzten Systems eine Einheit defekt ist, kann sich dies auf andere Einheiten im System oder auf das Gesamtsystem auswirken. Die Abhängigkeit geht dabei soweit, dass **Marktmacht** durch einzelne Internet- und Technologiekonzerne erlangt werden kann, wie sie bisher nicht gegeben war. Ursprünglich liegt die Pflicht der Fürsorge für die Daseinsvorsorge in öffentlich kommunaler Hand. Durch die Abhängigkeit von Konzernen entsteht das Risiko des **Lock-in-Effekts**. Ein Ausweg sind möglicherweise neue Formate für die Gestaltung öffentlicher Ausschreibungen, die mehr Flexibilität und Systemoffenheit bieten.

Durch Digitalisierung und Vernetzung, die für jeden der diskutierten 18 Smart City Lösungsansätze zentral sind, entsteht eine massive Ansammlung von Daten. Dies birgt Angriffsfläche für **Datenmissbrauch**, was vor allem von Individuen und Schutzinitiativen als ernstzunehmendes Risiko aufgegriffen wird. Die Sammlung und Bereitstellung von großen Datenmengen birgt bspw. das **soziale Risiko**, individuelle Bewegungs- und Konsumprofile zu erstellen und diese mit den sozio-demographischen Merkmalen von Nutzern verknüpfen zu können, was einer gewissen Überwachung gleichkommt. Unter dem Schlagwort „Filterblase“ ist das in der jüngsten Vergangenheit häufig diskutierte Phänomen zwischen individueller bedarfsgerechter Informationsaufbereitung und gezielter Meinungsbeeinflussung angekommen. Es stellt sich die Frage, wie die Gesellschaft in Zukunft mit dem „gläsernen Bürger“ umgehen wird. In Deutschland besteht eine der größten Ängste von Privatpersonen darin, durch die schnelle Digitalisierungsentwicklung keine Kontrolle mehr über den Datenschutz zu haben. Es müssen also Wege gefunden werden, wie die Kommunikation und Vernetzung sichergestellt und mit datenschutzrechtlichen Aspekten kombiniert werden kann.

Daneben werden zum sicheren Austausch von großen und wertvollen Datenmengen Block Chain Anwendungen notwendig, welche einen enormen Energieverbrauch mit sich bringen und somit nicht in Einklang mit dem Nachhaltigkeitsgedanken stehen. Während einerseits eine Datenvielfalt sehr einfach angesammelt werden kann, was teilweise in einen undurchsichtigen Datenwald resultiert, führt der Datenschutz andererseits zu Datenisolierung, z.B. in einzelnen Fachabteilungen von Kommunen. Das Dilemma zwischen Datenquantität und -qualität ist kaum aufzulösen und ist mit einem hohen, **strategischen Risiko** verbunden.

Von den interviewten ExpertInnen wird außerdem mehrfach aufgezeigt, dass Low-Tech Anwendungen manchmal zielführender als die High-Tech Anwendungen sind, letztere also nicht zwangsläufig zu einer nachhaltigen Gesellschaft führen. Häufiger sollte sich die Frage gestellt werden, ob digitale Lösungen nur aufgrund der technologischen Machbarkeit und Innovationsfreude verfolgt werden.

Organisatorische und operative Risiken bestehen auch durch zu langsame Adaptierung an Technologien (z.B. fehlende Normierung der Ladestecker in den Anfängen der Entwicklung). Weiterhin be-

steht für nahezu jeden Lösungsansatz ein politisches Risiko, weil Gesetzesänderungen sich so auswirken können, dass bestimmten smarten Lösungssystemen der Zugang verweigert wird oder neben zu langsamer Standardisierung auch falsche Rahmenbedingungen (z.B. gesetzlich) geschaffen werden. Beispiele hierfür sind auch disruptive Geschäftsmodelle wie UBER, Lyft; Fahrdienste die etablierte Branchen bedrohen. Die Reaktionszeit von Politik und Gesetzgebung sind auch in diesem Fall zu langsam um eine zeitnahe Lösung von diese sozio-ökonomischen Konflikte zu erarbeiten.

Im Bereich des automatisierten Fahrens entstehen darüber hinaus Konsortialstrukturen, die es Unternehmen erlauben eigene technische Regeln aufzusetzen, teilweise unter Ausschluss der Öffentlichkeit, Gesetzgebern, Behördenvertretern. Auch hier besteht verstärkt die Gefahr Umwelt- und Nachhaltigkeitsfaktoren gänzlich aus der Betrachtung zu lassen.

Das Ziel der Nachhaltigkeit, welches in erster Linie mit smarten Lösungen und vernetzten Technologien verfolgt wird, ist dabei nicht zwangsläufig durch den digitalen Wandel gegeben, sondern muss auch von einem radikalen Systemwechsel begleitet sein. Die Relation von eingesetzter „**grauer**“ **Energie** für Aufbau und Betrieb eines Systems (z.B. Lebenszyklus/Austauschrate/Wartungsintensivität Sensoren) zur Einsparung muss dabei genauso berücksichtigt werden wie das Vermeiden von **Rebound-Effekten**.

Eines von vielen **sozialen Risiken** besteht in dem Verlust von eigenen Arbeits- und Denkweisen und einer Entfremdung zu den oft einfacheren oder besseren analogen Lösungen. Zudem spielt die **soziale Akzeptanz** für jeden der oben genannten Ansätze eine wesentliche Rolle und ist von mehreren Faktoren beeinflusst. Zum einen ist der Erfolg des Ansatzes immer abhängig vom Nutzen für die Zielgruppen. Selten werden dabei solche Menschen berücksichtigt, die keinen finanziellen, physischen, sprachlichen oder technikaffinen Zugang zu den entsprechenden smarten Lösungsansätzen finden (können). Insbesondere die digitale Spaltung wird Deutschland in den kommenden Jahrzehnten in diesem Kontext begleiten. Eine zentrale Aufgabe zur Vermeidung dieses sozialen Risikos wird es sein, alle Menschen mitzunehmen und ihnen den Zugang zu den Lösungsansätzen zu bieten.

Zum anderen haben technische Innovationen keine Chance, wenn sie nicht mit **sozialen Innovationen** einhergehen, die sich in veränderten Handlungspraktiken der Gesellschaft ausdrücken. Für die Ausbreitung besonders wünschenswerter Handlungspraktiken sollten Anreize z.B. durch öffentliche Institutionen geschaffen werden, um gesellschaftsrelevante Ziele vor wirtschaftlichen Zielen zu verfolgen.

Zur Frage, ob die **I&K-Infrastruktur** der Stadt Teil der Daseinsvorsorge ist, existieren unterschiedliche Meinungen im ExpertInnenkreis. Allgemein gilt jedoch, dass der digitale Wandel die Daseinsvorsorge verbessern oder wenigstens halten sollte. Aktuell ist dies insbesondere in ländlichen Gegenden noch nicht gegeben. Ein Ungleichgewicht entwickelt sich dabei nicht nur auf kommunaler Ebene, sondern auch zwischen der Stadt und dem Bund bzw. der EU. Das in der Stadt erwirtschaftete Geld wird hier von Bund oder EU verwaltet und verteilt. Die Stadt kann mit einem Lösungsansatz Gewinne erwirtschafteten, aber nur verhältnismäßig geringe Anteile zurückbekommen, womit sich Investitionen in smarte, nachhaltige Lösungen nicht lohnen. Für ein funktionierendes Allgemeinwesen ist laut interviewten ExpertInnen eine Zentralstruktur von Nöten, muss jedoch im Einzelfall überdacht werden. Beispielsweise können ressort- und bereichsübergreifende Finanzierungsmöglichkeiten durch verschiedene Ministerien realisiert werden. So könnte in diesem Fall ein Ausgleich dieser Schieflage zu mehr sozialer Akzeptanz eines Lösungsansatzes führen und das **finanzwirtschaftliche Risiko** senken.

Die Risikoanalyse der identifizierten Smart City-Lösungsansätze zeigt, dass viele Ansätze in ihrer Grundausrichtung neben den vorwiegend wirtschaftlichen Absichten auch eine positive Umweltwirkung zum Ziel haben. Nichtsdestotrotz müssen vor einer Umsetzung der Ansätze in Städten Einzelfalluntersuchungen erfolgen, ob **umwelttechnische** und **kommunale Risiken** auftreten können und welche Folgen daraus bei Eintreten dieser Risiken für Umwelt und Kommune zu erwarten sind.

Empfehlungen für Bund/Länder, Kommunen und weitere städtische Akteure

Die Studie leitet eine Reihe von Empfehlungen für die verschiedenen Verwaltungsebenen in Deutschland ab, d. h. für Bund/Länder, Kommunen und städtische Akteure. Dazu gehören direkte Empfehlungen auf legislativer und organisatorischer Ebene sowie die Aufforderung, in weitere Forschung zu investieren und eine mögliche Verknüpfung mit dem bestehenden Nachhaltigkeitsrahmen zu schaffen.

Empfehlungen für Bund/Länder

Eine der wichtigsten Empfehlungen der Studie ist die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie, die den Weg zu einer umwelt- und ressourcenschonenden Digitalisierung aufzeigt und eine Vorstellung davon vermittelt, wie die Digitalisierung in Deutschland aussehen soll. In vielen Bereichen (z. B. der deutschen Bioökonomiestrategie) gibt es politische Rahmenbedingungen, die eine Grundlage für detailliertere Gesetzgebungen sowie für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bieten. Eine Strategie, die Orientierung über die Richtung der Digitalisierung gibt, ist essentiell, um die Interessen aller in diesem Prozess zu berücksichtigen, insbesondere im Hinblick auf den Schutz der BürgerInnen, aber auch um Rahmenbedingungen zu schaffen, die deutschen Unternehmen internationale Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen. Dabei muss eine solche Strategie mit internationalen Nachhaltigkeitsrahmen und -zielen verknüpft werden. Die wichtigste Herausforderung besteht daher darin, smarte Lösungen zu fördern, die sowohl sozioökonomische als auch ökologische Vorteile bieten. Die Verbindung dieser beiden Dimensionen ermöglicht es, ein nützliches Instrument zur Lösung und Vermeidung von Umweltproblemen zu schaffen. Das Fehlen einer zielgerichteten Steuerung kann jedoch zu einem unkontrollierten Digitalisierungsprozess mit asymmetrischer Machtverteilung und potenziell schädlichen Auswirkungen für Mensch und Umwelt führen sowie Potentiale für umwelt- und ressourcenschonende Entwicklungen ungenutzt lassen. Hierfür müssen Systemzusammenhänge besser erforscht und die Wissensbasis geschaffen werden, um eine solide Korrelation (oder Nichtkorrelation) zwischen smarten Lösungen und Nettovorteilen für die Umwelt unter Berücksichtigung von Trade-Offs, Rebound- und Verlagerungseffekten herzustellen. Diese Aufgaben umfassen Akteure aus Forschung und Wirtschaft sowohl auf der regionalen und lokalen Ebene als auch auf der internationalen und der EU-Ebene. Der Prozess sollte von der deutschen Bundesregierung initiiert und begleitet werden unter Beteiligung des Umweltbundesamtes (UBA) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

Empfehlungen für Kommunen

Innerhalb des High-Tech-Diskurses um Smart-City-Lösungen müssen Kommunen das Allgemeinwohl und den "klassischen Umweltschutz" immer auch mitberücksichtigen. Hierzu zählen Maßnahmen, welche beispielsweise den innerstädtischen Verkehr reduzieren oder durch sogenannte „inter-locking Effekte“¹ das Mobilitätsbedürfnis der Menschen verringern und Verfahren zur Abfallentsorgung fördern, die die Kreislaufigkeit des kommunalen Metabolismus erhöhen. Bei den genannten Aktivitäten können smarte Lösungen eine wichtige Rolle spielen, sind aber nicht unbedingt entscheidend für ihre erfolgreiche Implementierung. Durch eine verstärkte Beteiligung der Kommunalvertreter in den Technischen Komitees des DIN könnten deren Bedürfnisse besser wahrgenommen und in bestehende und zukünftige Standards integriert werden. Um an der Digitalisierung teilzunehmen und um sicherzustellen, dass dieser Prozess nachhaltig ist, müssen sich Kommunen auf internationale Nachhaltigkeitsziele beziehen wie die *EU Urban Agenda Partnership* und die *SDGs* - insbesondere SGD (United Nations,

¹ „inter-locking“ Effekt ist ein Begriff aus der angewandten Sozialforschung (Hielscher et al., „Governing Community-Based Social Innovation for Climate Change Mitigation and Adaption“) und beschreibt das Zusammenspiel verschiedener Verhaltensformen und Praktiken, welche durch das Zusammenwirken un intendierte Nebeneffekte aufweisen können. Ferner wird er in Zusammenhang mit Alltagspraktiken verwendet, welche un intendierte positive Wirkung auf den Klimaschutz haben (Spurling et al., *Interventions in Practice*.)

2016) 6, 7, 11, 12 und 13. Darüber hinaus sollten Kommunen bei der Gestaltung der Transformation hin zu einer nachhaltigen Digitalisierung eine langfristige und abteilungsübergreifende Planung vornehmen, die nicht durch politisch motivierte Programmunterbrechungen erodiert wird. Auch sollten die gesetzten Ziele in dem Sinne überschaubar sein, dass sie machbar und einfach umsetzbar sind, wie beispielsweise intelligentes Parken durch eine App-gestützte Unterstützung bei der Parkplatzsuche, eine intelligente, multifunktionale Straßenbeleuchtung oder Initiativen zum gemeinsamen Auto- und Fahrradverkehr. Dabei sollten Kommunen versuchen, Stakeholder auf mehreren Ebenen einzubeziehen, darunter IT-Unternehmen, Start-ups, Beratungsunternehmen, Forschungseinrichtungen und Verbände. Letztlich müssen Kommunen die Veränderungen der Daseinsvorsorge durch den Digitalisierungsprozess prüfen und lokale Entwicklungen antizipieren. Hierfür bedarf es des Aufbaus von entsprechenden Strukturen und Fähigkeiten innerhalb der Kommunalverwaltung. Die Bundesebene sollte diesbezüglich ein Programm zu Unterstützung auflegen.

Empfehlungen für städtische Akteure

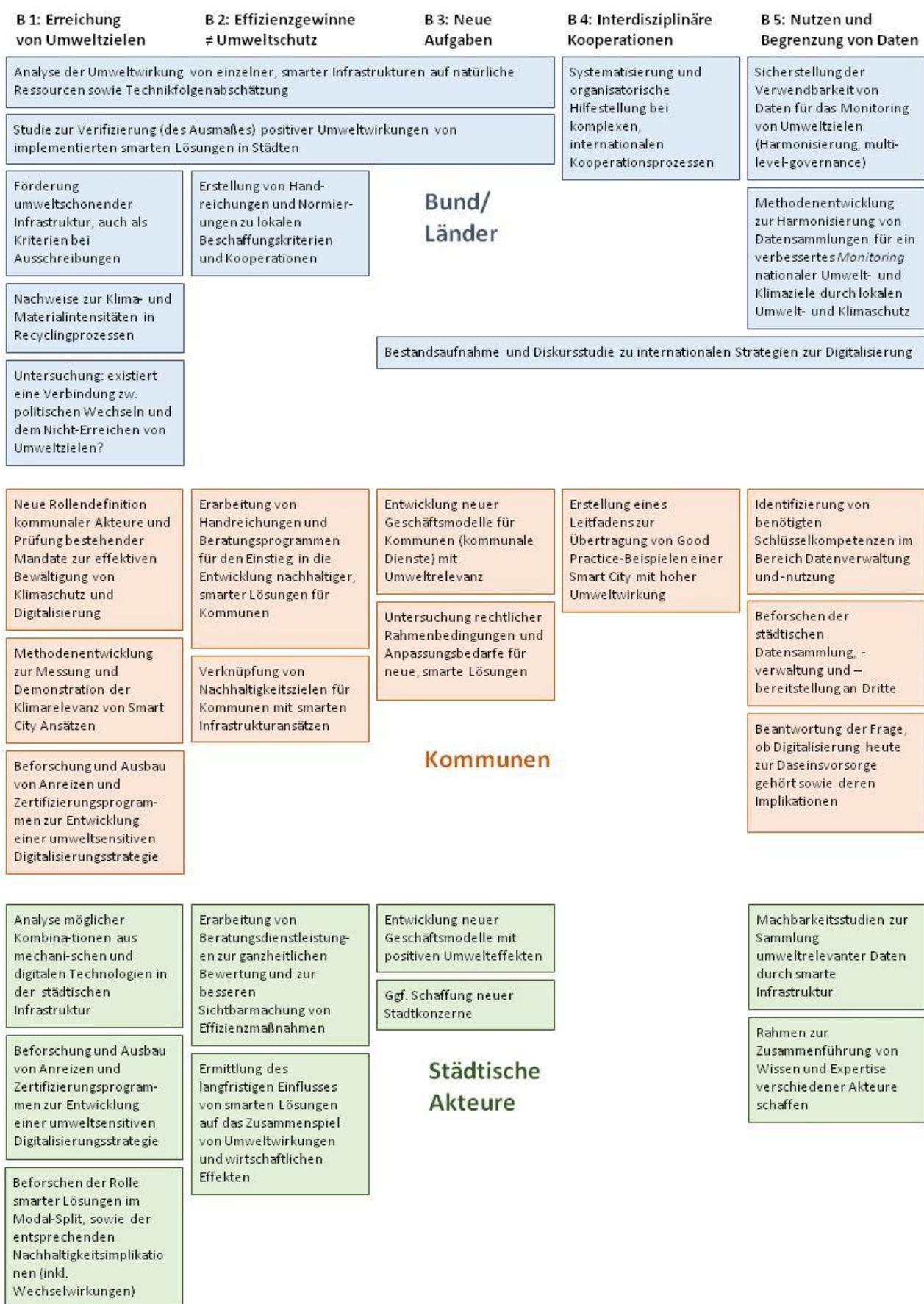
Städtische Akteure (beispielsweise Ver- und Entsorger wie etwa Stadtwerke) sind aufgefordert, ihre betrieblichen Verfahren an die oben genannte Digitalisierungsstrategie anzupassen und sich aktiv an ihrer Entwicklung zu beteiligen. Darüber hinaus müssen diese Akteure als Betreiber einer umweltrelevanten Infrastruktur sicherstellen, dass die über smarte Elemente in ihrer Infrastruktur gesammelten Daten auch für die Überwachung der Umwelteffekte im Hinblick auf die internationalen Nachhaltigkeitsziele geeignet sind. Mit anderen Worten, eine solche smarte Infrastruktur – z.B. die städtische Wasser- oder Stromversorgung/-entsorgung – muss sowohl Nachhaltigkeitsstandards für ihre Produktion erfüllen als auch so konzipiert und genutzt werden, dass sie zur Umsetzung und Erfüllung internationaler Nachhaltigkeitsziele (SDGs, Pariser Abkommen, EU-Klima und erneuerbare Energieziele) beiträgt, z.B. indem die für die Überwachung erforderliche Datensammlung ermöglicht wird. Städtische Anbieter sollten sich in einen Rückkopplungsprozess darüber begeben und sich aktiv in die Diskussion in den Normenausschüssen und Komitees dazu einbringen, wie internationale Standards auf Stadtebene anwendbar sind (z. B. ISO 37010 und ISO 14001²) und damit die Normsetzung sowohl in Deutschland als auch international beeinflussen. Geschieht dies nicht, riskieren die städtischen Anbieter, aus dem Digitalisierungsprozess ausgeschlossen zu werden, was ihre wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen, das Dienstleistungsangebot für die Bürger gefährden und dazu führen könnte, dass sie ihre Rolle bei der Umsetzung einer umweltorientierten Digitalisierungsstrategie nicht wahrnehmen können.

Weitere Handlungsbedarfe in der Forschung

Um den Digitalisierungsprozess in eine Richtung zu führen, welche in der Lage ist, die Versprechen zu halten, was wirtschaftliches Wachstum, gesellschaftliche Kohärenz und ökologische Vorteile angeht, muss die Forschung jetzt und in den kommenden Jahren eine entscheidende Rolle spielen. Die Studie hat eine Reihe von Forschungsbedarfen in Bezug auf Empfehlungen an die verschiedenen Akteursgruppen identifiziert, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

² ISO Standard 37000 *Guidance for the Governance of Organizations* und ISO Standard 14001 *Environmental Management*

Abbildung: Überblick zu identifizierten Forschungsbedarfen (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)

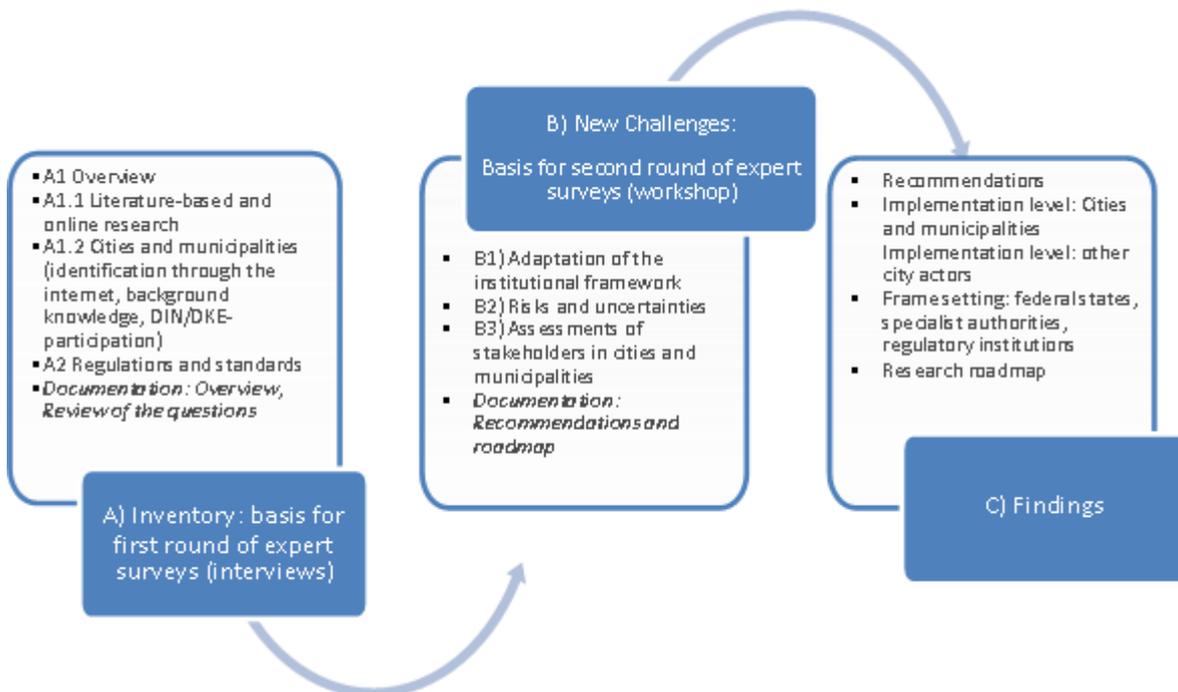


Executive Summary

This study examines 18 smart solutions of urban infrastructure areas with regard to their environmental relevance and their impact on key natural resources, such as air / climate, water, soil, materials and biodiversity. The question remains as to what changes need to be made in the areas of institutional and organizational framework conditions, rules and norms / standards so that smart infrastructure solutions can be designed sustainably. In addition, the study collects misconceptions of various stakeholder groups (municipalities, urban actors such as municipalities and federal / state governments) along the aforementioned change framework, which are of central importance for the sustainable design of smart solutions in Germany.

Methodological approach of the study

To achieve the stated core tasks, the following procedure was implemented (see Figure below).



The first phase involved the inclusion of smart, environmentally-relevant infrastructure solutions from a retrospective and prospective point of view, as well as the identification of technical regulations/standards which could potentially impact on the implementation of these solutions. This final report summarizes the results of all these points. The focus here is on the adjustment of the institutional framework, the identification of risks and uncertainties, as well as the assessment of stakeholders and experts. The results presented here will be discussed in a future workshop.

Overview of Smart City Approaches

One of the most important prerequisites for the functionality of a society, its economy and the quality of life in cities is a stable technical infrastructure. Traditional infrastructures such as energy supply, urban water management and transportation are being networked more intensively through the use of information, communication and other innovative technologies, making them more efficient, environmentally friendly and safe. As a result of this digitalization of infrastructure, so-called "Smart Cities" are emerging. The overview, produced in the first part of this study, provides the basis for the analysis of smart green infrastructure solutions from the theory and practice of Smart Cities, as well as an outlook on trends in selected infrastructure segments.

Theory: Smart City/Infrastructure Approaches in Literature und Science

As there is no generally accepted definition of "Smart Cities" and "smart infrastructures," a search and analysis of existing literature on these concepts was made to derive a comprehensive framework and basis of observation for the overall project.

The main contents of the term can be obtained from specialist literature (German Institute for Standardization) as well as definitions from various research projects (e.g. REMO URBAN, REPLICATE). Overall, Smart Cities are understood as an interaction between economy, society and the ecology, each networked by means of Big Data (ICT). "Smart infrastructures" link physical infrastructures (transportation, energy, water, waste, telecommunications) with digital infrastructures (sensors, IoT, networks, BIM / GIS, bag data, machine learning).

The infrastructure sectors under investigation were limited to the areas of energy, water, transportation, Instrumentation and Control (I&C), and security and protection. In these infrastructure areas, technical system solutions for Smart Cities (hereinafter referred to as "solutions") were sought, which contribute to environmental friendliness and sustainability by having a positive effect on the use of resources (raw materials, energy, water, air, climate, soil/area, biodiversity). The evaluation framework was based on the strategic environmental goals of the federal government. In addition to the environmental relevance, the solutions should also be "smart," i.e. characterized by sustainably innovative, flexible, interconnected, multifunctional and demand-oriented systems and infrastructures.

This understanding of the terms and the limitation to system boundaries served as the basis for the search for practical examples and steered the course of the project.

Practice: Smart City/Infrastructure Projects in Implementation

The search for smart city solutions was carried out using two search strategies: on the one hand, Cologne, Vienna and Amsterdam were identified as three particularly active cities. Their portfolios of implemented projects for innovative, environmentally friendly smart applications for settlement-related infrastructures were examined in order to gain an overview of these three pioneering cities' areas of activities. On the other hand, other Smart City solutions that contribute to environmental friendliness were identified in predominantly German, but also European and non-European cities, and described in more detail using standardized criteria.

The variety of identified solutions was bundled into the following **18 solutions** (see Table below).

Table: Identified Smart City Solutions

Energy	Water supply / disposal	Mobility	Logistic sector	Transportation	Security and Protection
Information and Communication					
Smart grid for decentralized energy supply	Management of extreme weather events	Mobility Hub with electric vehicles	Smart logistic hubs – last mile delivery	Parking reservations	Intelligent multifunctional street lighting
	Monitoring or water distribution network	Charging infrastructure for electric vehicles	Smart waste management	Traffic data services	Alarm online platform (city alerts)
		Mobility prevention (remote expert government services)	Connected logistics objects (transport container)	Delivery and transport processes (commercial) during the night	
		Mobility on-demand		Smart traffic systems	
		Smart Taxi systems			

Environmental validation if Smart City solutions

The identified Smart City solutions were then assessed and validated by experts for their environmental relevance. Here the main effect on the above mentioned resources prevailed. The main and secondary benefits can occur in different levels: directly in the individual application context, but also indirectly at the city level, as well as on a global level.

Table: Expected environmental impact of smart solutions

Identified smart city solutions in the infrastructure sectors energy supply, water supply, transport / mobility, security and protection	Expected impact on environmental resources						
	Raw materials	Energy	Water	Air(quality)	Soil / land	Climate (stability)	Biodiversity
1) Smart grid for decentralized energy supply		++		+		+	
2) Mobility Hub with electric vehicles	+			+	+	+	
3) Charging infrastructure for electric vehicles				+	-	+	
4) Intermodality account				+		+	

5) Mobility on-demand	+	+		+	+	+	
6) Smart Taxi systems		+		+		+	
7) Mobility prevention (remote expert government services)	+			+		+	
8) Smart logistic hubs – last mile delivery	-	+		+	+	+	
9) Smart waste management		+		+		+	
10) Connected logistics objects (transport container)		+			+		
11) Parking reservations		+		+		+	
12) Traffic data services		+		+		+	
13) Smart traffic systems		+		+		+	
14) Intelligent multifunctional street lighting	-	+		(+)	+	(+)	+
15) Alarm online platform (city alerts)	+						
16) Management of extreme weather events			+	(+)	-		
17) Monitoring or water distribution network			+				
18) Urban data platform	+/-	+/-			+/-		

When analyzing the above table, it is remarkable that biodiversity is only affected once (i.e. by smart street lighting). While one may argue that a stable climate would also favor biodiversity, direct targeting of smart infrastructure solutions seems to lay its focus elsewhere, namely on energy, climate and air quality (mainly indirectly). Interestingly, in the area of raw materials, solutions seem to exhibit trade-offs or even negative impacts on numerous occasions, as an increase in raw material consumption is expected; this includes rare earth elements, hence the negative impacts on soil.

Trends for future-oriented infrastructure solutions

In a third and final step of the work done related to the analysis of smart city solutions, trends within the infrastructure sectors were identified, which promise new benefits from the user's point of view or describe new usage scenarios. These trends are still far from the implementation phase and rather describe future-oriented infrastructure solutions.

An identified trend is the decentralization of energy supply through self-contained micro-grids. Micro grids are decentralized infrastructure cells. The trend in the energy sector, with networked energy supply and intelligent energy management, in the neighborhood and in the local area, leads to greater independence from inter-regional infrastructures. Two benefits are that energy can be generated and stored decentral, and that connected vehicle-to-grid solutions can be used to relieve the power grid and increase flexibility. In addition, by incorporating previously unused energy sources, micro-harvesting can increase and a peer-to-peer market can be established in the power sector. The latter is supported by block-chain technology.

Another important trend will be sector coupling. The combination of different existing trends such as electrification, networking and autonomous driving will be combined in approaches such as "Mobility as a service" (also in combination with autonomous driving), inter-modal mobility systems or on-demand public transport.

In the transport sector, the three-dimensional use of urban space comes to the forefront. There is a trend that urban airspace will be used for supplying cities by means of drones and blimps (as a buffer over the city, for example by Amazon). Underground space will be used increasingly as a temporary storage facility or for transport routes in densely built-up cities (e.g. 'Cargo Sous Terrain' projects in Switzerland). In addition, new smart parking solutions, for example through re-purposing of parking garages as a temporary storage for goods, are emerging.

The Internet of Things (IoT) technology, in combination with ICT, has also been identified as a trend here. For example, the integration of ICT into smart parking, urban sensors, the automation / networking of transport modes or the combination of ICT and traffic sensors can enable optimized traffic flow and parking.

In terms of protection and security, the multi-purpose use of existing infrastructure will increase. Examples include an increasing multi-functionality of street lighting, for example as a wifi transmitter, parking space monitoring and charging station for electric cars, or even the use of existing private wireless networks as public wifi.

Importance of regulations and standards for Smart City applications

Due to increasing technology convergence and digitization, holistic considerations are needed in previously traditional technology sectors and business sectors. Above all, interfaces must be considered and often redefined. Sustainable neighborhoods or urban development also require a holistic approach: from planning and development to technology providers affected by the implementation, the entire lifecycle must be covered. Significant contributions to this design and the management of the newly emerging interfaces are provided through norms and standards. The use of new technologies - such as for smart infrastructure solutions - requires a review of existing regulations (including standards) and, if necessary, their adaptation. Due to the very high number of potentially relevant documents that include national, European and international documents (DIN, EN and ISO standards), a multi-stage process model was used.

First, all the Technical Committees (TC - Technical Committee) of the European Committee for Standardization (CEN - Comité Européen de Normalization) were listed. The focus on European committees (CEN / TC) is justified by the fact that a large part of European standards is adopted at the national level. Subsequently, DIN made a first prioritization of the committees with regard to their relevance to the project on the basis of their topics and areas of responsibility. Subsequently, the project partners ICLEI and Fraunhofer IAO evaluated the identified CEN / TCs on the basis of the prioritization levels: low, medium and high. Out of a total of 334 existing CEN / TCs, 232 were classified as not relevant to the project. Of the remaining 102 Technical Committees, 21 committees were rated as low, 27 committees as medium and of 54 committees as high.

In order to ensure a high-quality and substantiated assessment of the potentially relevant standards and to obtain a realistic assessment, the people responsible for the Technical Committees and their experts were included in the assessment. For this purpose, the project consortium compiled a questionnaire, which provided the core questions of the project concerning the standards (of the technical committees). The response rate was 24.69%, which corresponds to an aggregate size of 20 CEN / TCs, who responded to the questionnaire. The experts were asked to rate the relevance of the following topics for their thematic areas:

- ▶ Digitalization;
- ▶ Compatibility of different technologies;
- ▶ Reduction of resource use;
- ▶ Extended service life;

- ▶ Reparability and recyclability/circular economy.

The results have shown that few of the committees participating in the survey see the identified issues as irrelevant to their future work. These results allow for the interpretation that the importance of digitalization, integration of different technologies, reduction of resource consumption, extended service life as well as reparability and recyclability were recognized by a majority of respondents.

In a second step, the Technical Committee experts were asked to present what they saw as the greatest challenges for sustainable design and networking of environmental technical infrastructures in order to include previously classified topics in their committees. The following challenges were identified:

- ▶ Adaptation of the current structures of CEN / TCs and standards committees;
- ▶ Reduce the existing information deficits in the committees;
- ▶ Inclusion of topics / properties in regulations;
- ▶ Use of other legislation in shorter innovation cycles;
- ▶ Divergence of national and European requirements;
- ▶ Merging of the businesses;
- ▶ Increase IT security;
- ▶ Digital documentation of the manufacturing process;
- ▶ Definition of key figures;
- ▶ Ensure compatibility;
- ▶ Adjustment of the framework conditions.

Furthermore, CEN / TCs were asked to assess the extent to which they see the need for networking with other CEN / TCs and / or expert groups. The results of the expert survey have shown that some of the CEN / TCs surveyed have already recognized the need for networking with other expert groups. Due to the increasing digitization in all areas and the increasing relevance of sustainability aspects, the networking of existing CEN / TCs with each other will be essential in the future.

Finally, first recommendations for action, which were developed from the results of the above evaluations, were developed:

- ▶ Adaptation of the framework conditions of standardization for consideration of digitalization and sustainability aspects.
 - ▶ Guidance on networking / communication in creating new standards and standards for converged topics;
 - ▶ Proposed solutions for creating new and revising existing documents should be shared by several committees or standards committees in the future (for example, through joint ventures).
- ▶ Adaptation of standards and guidelines for the development of these standards at national, European and international level.
 - ▶ Mandatory evaluation of CEN / TCs in the initiation of new standardization and standardization issues with regard to digitization and sustainability issues.
- ▶ At the national level, the adaptation of the DIN 820 standardization work is to be considered. Based on the previous point, the inclusion of a "compulsory" passage would be valuable in evaluating sustainability and digitization aspects when creating a new standard or revising an existing standard. In addition, the formal design of such an evaluation and the criteria would

have to be considered. The implementation of such a passage and the revision of DIN 820 should be considered critical in this context and the need for close coordination and open communication with the relevant standards committees. The relevance of this recommendation will take place later in the project.

- ▶ Preparation of a recommendation for action in relation to digitization and sustainability aspects in standardization work, which should then be distributed to all committees and standards committees.
- ▶ Development of a decision-making process for the relevant DIN Presidial Committees, the Steering Committee of DIN and / or the Management Board, on how the topics of digitization and sustainability can be anchored in standardization work in the future.

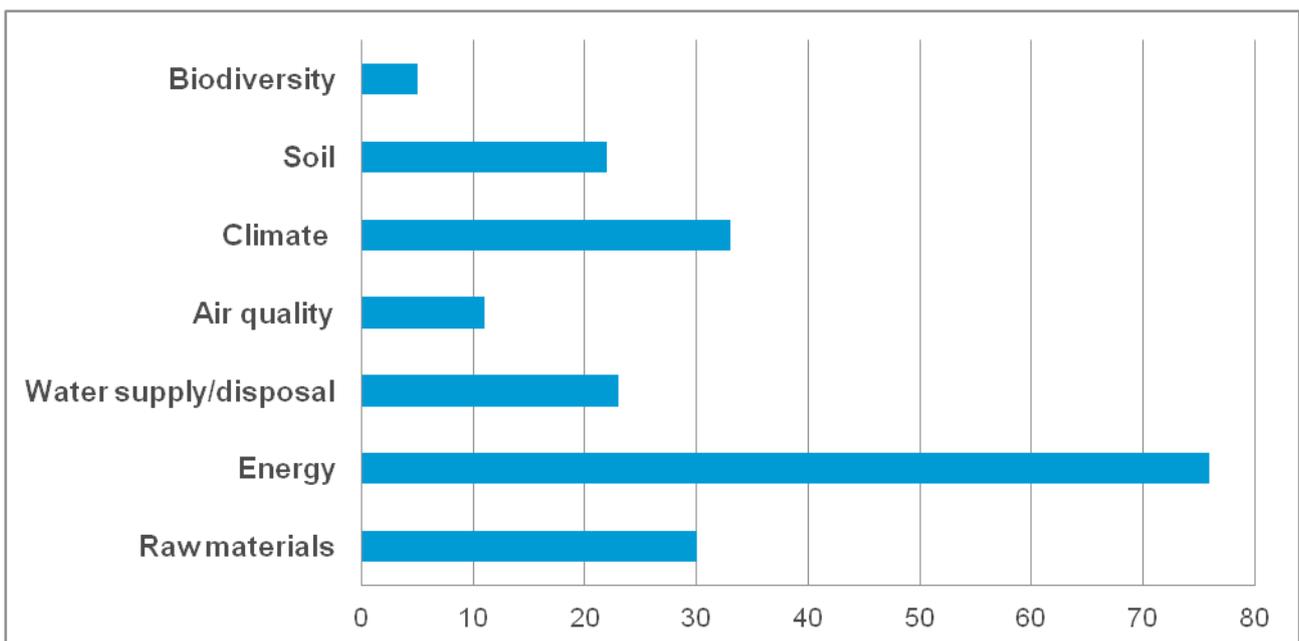
Assessment of the actors and experts

From May 2017 to January 2018, a total of 24 interviews with experts from various fields and disciplines were conducted as part of the Smart, Environmentally Relevant Infrastructure project. Among them were representatives of municipalities, state ministries, associations, actors from science and consulting, as well as experts from infrastructure companies. The aim of the discussions was to draw on the practical relevance of the various results of the work carried out in the project

The results of open coding show that the ‘Smart City’ is often an ambiguous concept in which different actors have different understandings of the term. In general, however, environmental issues appear not to be the primary drivers for developing and implementing smart infrastructure and Smart City solutions. In most cases, other arguments such as quality of life in municipalities or increases in efficiency in different processes are at the forefront.

Within the environmental resource areas, there is a strong focus on the topics of energy and climate protection. Environmental issues such as biodiversity or land use are only marginally perceived as relevant to the Smart City. This is also related to a common perception that resources and the environment are different areas and should therefore be considered independently. While energy and climate protection are assigned to resources, issues such as water or biodiversity tend to fall into the categories of environmental protection and nature conservation (see figure below)

Table 1: References to environmental resources made by interviewees (own representation, ICLEI Europe)



This figure shows the sum of the references made by interviewees in relation to the environmental areas in absolute terms. Statistical errors have been taken into account. In light of current political discussions on diesel driving bans and particulate matter pollution, the slight mention of air quality is surprising. It cannot be ruled out that this area could not be covered due to the methodology. Although traffic and e-mobility played a major role in the discussions, the interlocutors rarely made the relation to air quality explicitly.

Another important point is the differences between cities and regions. Smart City solutions in rural areas are limited to energy, mobility and ICT. In the context of smart solutions in cities, references are also primarily concentrated in these areas, but sometimes solutions are estimated to also have a positive effect on land/area, raw materials/waste, water/wastewater and biodiversity.

In the subsequent iterative analysis, recurring observations were also identified in the interviews. These can provide an interesting context for evaluating and classifying the Smart City debate:

- ▶ A Smart City requires new internal and external forms of cooperation;
- ▶ Using Smart City solutions can lead to Rebound-Effects, intensification and relocation;
- ▶ A Smart City needs to balance a trade-off between the use and limitation of data;
- ▶ Digitalization is a task for society as a whole;
- ▶ Big levers for sustainability in the city are not always “smart”;
- ▶ The design of a Smart City requires versatile tools in the area of regulation;
- ▶ The role of a Smart City for strategic orientation differs in every municipality;
- ▶ The technical aspects of Smart City Solutions are difficult to predict;
- ▶ A Smart City leads to the destruction of creativity;
- ▶ A Smart City creates new tasks for municipal administrations;
- ▶ A Smart City carries the risk of closed technical systems.

Adaptation of the institutional framework

Increasing technology convergence and digitization are forcing new holistic considerations in traditional technology sectors and sectors of the economy. In this context, interfaces must be considered and often redefined. Sustainable integration of new technologies also requires a holistic view and requires new, cross-sectoral expertise.

The institutional framework in this project is the organization and interaction between the regulatory institutes: DIN, DKE, VDE, VDI and DVGW. An immediate component of technical solutions or the integration of them into everyday life is the task of technical rule setting.

The thematic delineation of the regulatory institutions to each other and partly within the organizations has grown historically. A separate consideration of individual topics was used in the past and is in some cases still useful for current topics.

The technological convergence of the topics Smart Cities or Industry 4.0 (above all the fusion of information technology with previously analogous areas) requires a holistic view and presupposes a stronger interaction between technology providers (industry) and users (municipality). These new links are also forcing new challenges in the organization of interfaces, functional responsibilities, and inter-departmental communication. This applies not only to work organization and communication in the municipal sector, but also to the structure of technical regulation.

In the recent past, cross-industry standardization projects have emerged as best practice examples:

- ▶ Smart street lighting

- ▶ Urban data platform for traffic, energy, environment
- ▶ Smart grid for decentralized energy supply
- ▶ Logistic Hub - last mile delivery
- ▶ Water supply/disposal

In order to meet the increasing number of convergent topics for a future-oriented organization of national, European and international standardization, future interface management will be given a particularly important role. This results in the following challenges for the German standardization landscape:

- ▶ High need for coordination: information must be shared between technical rule-setters (DIN / DKE) who monitor international work and German consortia involved in smart city projects, municipal umbrella organizations, other national mirror committees with Smart City relevance, federal ministries and federal authorities.
- ▶ No (or rare) adoption of international Smart City standards, as neither the focus nor a balanced occupation or German participation can be guaranteed (other initial situation Asia = new building vs. Europe = existing stock).
- ▶ To educate people about new products for the urban infrastructure: which international or European standards correspond to these products and are compatible with the position of national expert panels/committees.

In order to ensure technological progress in the aforementioned and other convergent areas, key recommendations for the development of new regulations were developed to support the creation of agile and flexible structures in the standardization landscape:

- ▶ Integration of sector-wide expertise or flexible structures and the dissolution of the current structures, at both the European and international levels; the separation of electro-technical and non-electro technical topics (i.e. ISO vs. IEC or CEN vs. CENELEC) is no longer up-to-date;
- ▶ Connection of various technical committees, both at DIN and at CEN and ISO, whose knowledge must include Smart City topics; organizational structures (matrix structures) should be created to allow experts from businesses, research groups, communities, etc. to easily work within the rigid committee structure, and to engage with others who can help them and / or who can benefit from their expertise;
- ▶ Incentive programs should be created to encourage municipal representatives to participate in these projects; the description and design of the municipal area should take place in international committees (ISO / TC 268, system committees at IEC and ISO), as there are currently no representatives of cities independent of geographic allocation.

These suggestions for structural changes to the overall system are conceivable only with the approval of DIN, CEN, CENELEC, ISO, IEC and thus cannot be realized at short notice. Therefore, less significant structural changes are set out in this study, which could be implemented sooner to enable a flexible and agile development of standards in Germany.

Risks and Uncertainties

With smart, digital solutions for infrastructures of a modern city, there is great potential in many ways. By implementing these solutions, positive environmental effects such as a reduction in greenhouse gas emissions, energy savings or the conservation of resources can be achieved. At the same time, these solutions also contain risks and uncertainties.

Critical infrastructure and risk categories

The focus of the smart city approaches considered here is to a large extent in the area of the so-called critical infrastructures, e.g. supply of energy and water, security, transportation, and information and communication networks. These critical infrastructures describe systems that are of overarching importance for the maintenance of key social functions and, therefore, require particularly good risk management. They are predominantly the municipality's responsibility, while at the same time serve the general interest. The theory-based distinction between decisions taken under risk and those made under uncertainty is not possible because of complexity and the sometimes diverging benefits for different "actors" (community, private sector, environment). Thus, the categories 'risks and uncertainties' are used below without distinguishing probability states. The following compilation of risk categories with Smart City relevance can be derived and classified according to environmental risks and municipal risks:

Community risks

- ▶ Strategic risk
- ▶ Political risk
- ▶ Financial / market risk
- ▶ Organizational risk
- ▶ Operational risk
- ▶ Social risk
- ▶ Safety Risk

Environmental risks

- ▶ Raw material consumption
- ▶ Non-renewable energy
- ▶ Water quality
- ▶ Air Quality
- ▶ Soil / Land Use
- ▶ Climate stability
- ▶ Biodiversity loss

Synthesis of the results for the risk assessment and interpretation of the 18 solution approaches

Many of the risks mentioned in this study apply directly to several solutions, and the processes of digitization and automation usually favor similar risks. For example, topics such as cyber-security are generally expected. Security in the supply of services of general interest may become more complex as a result of the development of largely digital, automated and interconnected infrastructures (energy, water, security, transport, ICT), while the disruption or destruction, especially of critical infrastructures, may be riskier. In this context, according to the experts, it must be considered that more cascade effects will occur. If one unit is defective within the networked system, this may affect other units in the system or the system as a whole. There is also the possibility that market power can be obtained by individual Internet and technology groups, whereas they had previously not been able to. Many duties of common public services were originally in public municipal hand. The increasing dependence on corporations creates a risk of the 'lock-in effects'. A way out may be new formats for designing public tenders that offer more flexibility and system openness.

Through digitization and networking, which are central to each of the discussed 18 Smart City solutions, a massive accumulation of data emerges. This poses a potential risk for data misuse, which is taken seriously, especially by individuals and protection initiatives. The collection and provision of large amounts of data, for example, involves the social risk of being able to create individual movement and consumption profiles and to associate these with the socio-demographic characteristics of users, which amounts to a degree of surveillance. Under the buzzword 'filter bubble', this phenomenon, which has often been discussed in the recent past, has emerged between individual needs-based information processing and targeted influencing of opinion. The question arises as to how society will deal with the "transparent citizen" in the future. In Germany, one of the biggest fears of private individuals is to have no control over their privacy because of rapid digitization developments. Thus, solutions

must be found to ensure communication and networking that ensure the safety and protection of collected data. In addition, block-chain applications are required for the secure exchange of large and valuable data volumes, which entail enormous energy consumption and are therefore not in harmony with the idea of sustainability. On the one hand, data diversity can be very easily accumulated, resulting in an opaque data forest. Data protection, on the other hand, leads to data isolation, e.g. in individual departments of municipalities. The dilemma between data quantity and quality is difficult to resolve and poses a high strategic risk.

The interviewed experts also point out on several occasions that low-tech applications are sometimes more effective than high-tech applications, which do not necessarily lead to a sustainable society. More frequently, the question should be asked as to whether digital solutions are only pursued on the basis of technological feasibility and innovativeness.

The development of smart technologies is often progressing so fast that society as well as norm setting and standardization efforts cannot keep pace with progress. An example is provided by the mobility sector: When replacing internal combustion engines with electric drives, the adaptation of renewable energy targets by the federal government must be reconsidered. Organizational and operational risks also exist due to slow adaptation to technologies (e.g. lack of standardization of charging plugs at the beginning of developments). Furthermore, there is a political risk for almost any approach, because legislative changes can have the effect of denying access to certain smart solution systems or of creating ineffective frameworks (such as legislation) in addition to slow standardization.

The goal of sustainability, which is pursued primarily with smart solutions and networked technologies, is not necessarily given by the digital transformation, but must also be accompanied by a radical change of system. Used 'gray' energy for building and operating a system (e.g. life cycle / energy exchange rate / maintenance of sensors) must be considered as well as the avoidance of rebound effects.

One of many social risks is losing one's own ways of working and thinking and being alienated from the often simpler or better analog solutions. In addition, social acceptance plays an essential role in each of the above approaches and is influenced by several factors. On the one hand, the success of the approach always depends on the benefit for the target groups. Rarely, people who do not have financial, physical, linguistic or technical access to the corresponding smart solution approaches are considered. In particular, the digital divide will accompany Germany in this context in the coming decades. A central task to avoid this social risk will be to take all people along and give them access to the solutions as well as encourage active participation in creating the necessary political frameworks.

On the other hand, technical innovations do not stand a chance unless they are accompanied by social innovations that include changed practices of society. For the propagation of particularly desirable practices, incentives must be created by public institutions to pursue socially relevant goals, not just economic goals.

On the question of whether the I&C infrastructure of the city is part of public services, there were different opinions with the expert group. In general, however, digital transformation should improve or at least maintain services of general interest. Currently this is not the case, especially in rural areas. An imbalance develops not only at the municipal level, but also between the city and the federal governments or the EU. The money generated in the city is administered and distributed by the federal government or the EU. The city can get back a portion of the small parts generated with a solution approach, which does not make investments in smart, sustainable solutions worthwhile. According to interviewed experts, a well-functioning general system requires a central structure, but it must be reconsidered on a case-by-case basis. For example, cross-departmental financing options can be realized by different ministries. In this case, reducing this imbalance could lead to more social acceptance of certain solutions and reduce the financial risk.

The risk analysis of the identified Smart City solution approaches shows that all approaches in their origin have the (indirect) goal of a positive environmental effect and usually reach it. Nevertheless, prior to implementing smart solutions in cities, individual case studies must be carried out as to whether environmental and municipal risks can occur and the consequences that can be expected from the occurrence of these risks for the environment and the community itself.

Recommendations to federal and local-level providers of urban services

The study derives a number of recommendations for the different administrative levels in Germany, i.e. the federal, regional and local levels. These include direct recommendations at legislative and organizational levels as well as call for further research and provide a possible nexus to existing sustainability frameworks.

Recommendations at the federal level

One of the key recommendations the study finds is the creation of a digitalization strategy which should provide a vision as to what digitalization in Germany should look like. Political frameworks that provide the basis for more detailed legislature, as well as for research and development activities, exist in many areas (e.g. the German Bioeconomy Strategy). A strategy that gives guidance on the directions of digitalization is essential in order to obtain control of the process, especially with regard to protecting German citizens, but also to provide a framework that will give German businesses a chance to compete on an international level. In this, such a strategy needs to be connected to international sustainability frameworks and targets. So the key challenge is to foster smart solutions which are not only smart, but also exhibit both socio-economic *and* environmental benefits. Connecting these dimensions allows for the creation of a useful tool in combating environmental challenges – its failure however, may lead to an uncontrolled digitalization process with asymmetric power distributions and potential harmful effects for people and the environment. In order to provide a necessary scientific basis of argumentation, more research needs to be carried out establishing a solid correlation (or non-correlation) between smart solutions and net environmental benefits, taking into account trade-offs, rebound- and dislocation effects. These tasks are all-encompassing and involve multiple actors from both the research and business realms, from the regional- and local levels, as well as from the international and the EU levels – but need to be initiated and guided by the German federal government, with particular participation from the *Umweltbundesamt* (UBA) and the Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).

Recommendations to direct providers of urban services

Providers of essential public services (e.g. water and electricity) are called upon to align their operational procedures to the above mentioned digitalization strategy and to actively participate in its development. Moreover, as operators of environmentally-relevant infrastructure, such actors need to ensure that the data gathered through smart elements in its infrastructure, is designed to also provide the data needed to monitor environmental performance in light of international sustainability targets. In other words, such smart infrastructure in e.g. urban water or electricity supply/disposal needs to both comply with sustainability standards for its production and be designed and used in a way that feeds into the implementation and fulfillment of international sustainability targets (i.e. SDGs, Paris Agreement, EU climate and renewable energy targets) by enabling the data collection needed for monitoring. Urban providers need to engage in a feedback loop of how international standards are applicable on the city level (e.g. ISO 37000 und ISO 14001³) and thus affect norm setting both in Germany and internationally. Should this not occur, urban providers risk being left out of the whole digitalization

³ ISO Standard 3700 on Governance of Organizations and ISO Standard 14001 on Environmental Management

process, which may negatively affect their own economic competitiveness, endanger the service supply to citizens and lead to their failing to play its suitable role in the implementation of an environmentally-aligned digitalization strategy.

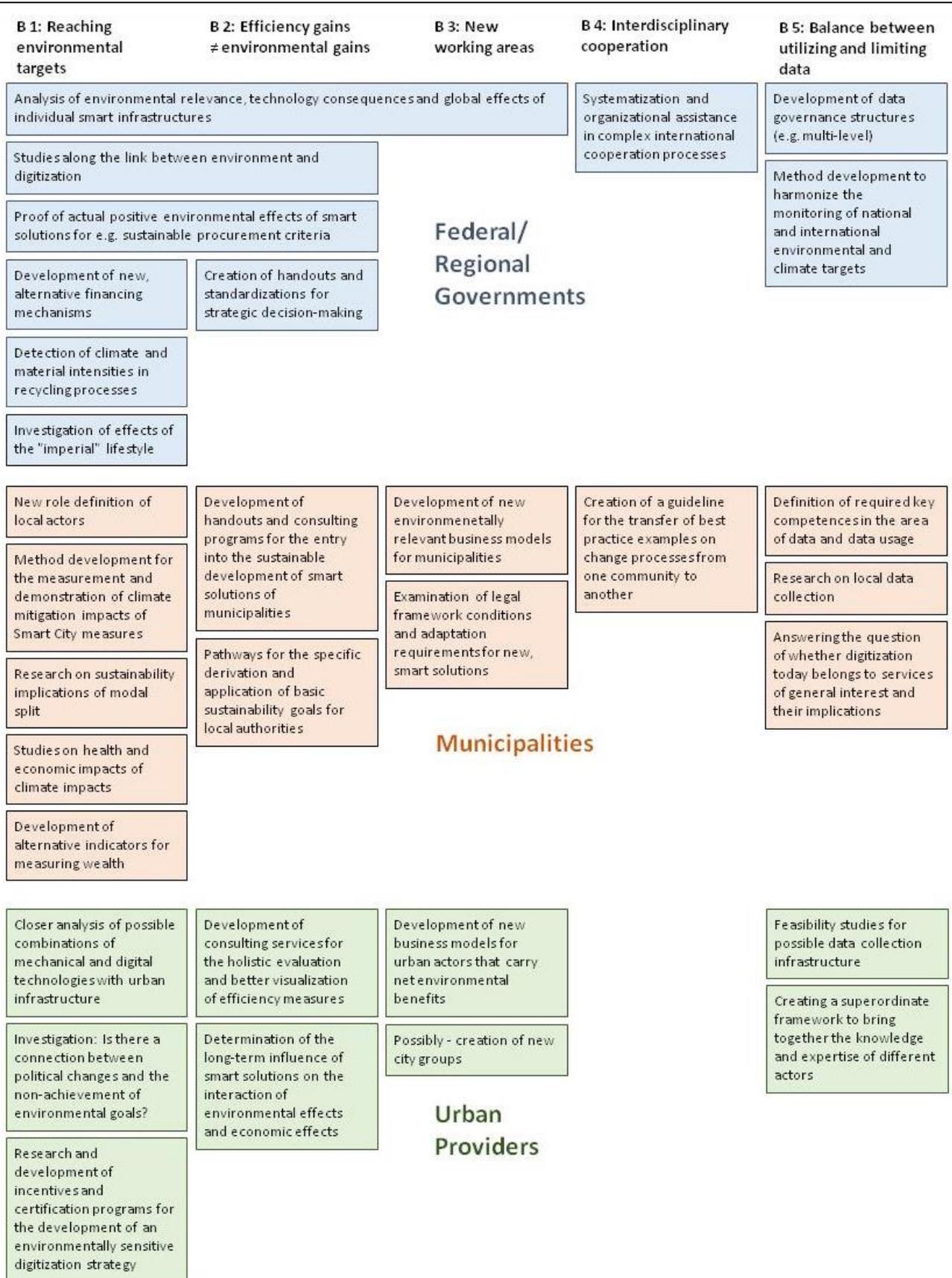
Recommendations to municipalities

Within the high-tech discourse around smart city solutions, municipalities have to take into account 'classic environmental protection' including measures that target important issues, e.g.: for inner-city traffic to create so-called 'interlocking effects' which reduce people's need for mobility; fostering waste management procedures which increase urban circularity; green areas need to be created and/or efficiently maintained. In these examples, smart solutions may play an important role, but are not necessarily crucial to their successful implementation. Moreover, through an increased participation of municipal representatives in DIN Technical Committees, their needs could be better heard and integrated into existing and future standards. In order to take part in digitalization and to ensure that this process is sustainable, municipalities need to make reference to international sustainability frameworks such as the EU Urban Agenda Partnerships and the SDGs – in particular SDG 6, 7, 11, 12 and 13 (United Nations, 2016). Furthermore, in shaping the transformation towards sustainable digitalization, municipalities should engage in long-term and inter-departmental planning that avoids being offset by politically motivated interruptions of the agenda. The targets set should also be reasonable in the sense that they are reachable, i.e.: smart parking, smart multi-functional street lighting and car- and bike sharing initiatives. In this respect, municipalities should seek to engage stakeholders on multiple levels, including IT companies, start-ups, consulting firms, research institutions and associations. Finally, to be able to provide essential digitalized services to the public, municipalities need to build the necessary capacity themselves – related capacity-building programs need to be developed jointly between the federal governments, urban providers and municipalities.

Further research needs

In order to accompany the digitalization process in a direction where it is able to keep the promises of key fixes in terms of economic growth, societal coherence and environmental benefits, research will need to play a crucial role, both now and in the years to come. This study has identified a number of research needs related to recommendations to the different actor groups, which are shown in the figure below.

Figure: Overview on identified areas of research (own representation, ICLEI Europe)



1. Einleitung

1.1 Betrachtungsrahmen

Eine gut funktionierende, technische Infrastruktur ist eine Grundvoraussetzung für die Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft, ihrer Wirtschaft und der Lebensqualität in Städten. Dies umfasst unter anderem die Subsysteme für Energieversorgung, Siedlungswasserwirtschaft, Verkehr sowie die mit der wachsenden Vernetzung der einzelnen Systeme einhergehenden Informations- und Kommunikationsinfrastruktur. Auf die technische Infrastruktur der Städte ist Verlass, nicht zuletzt auch durch die Verlässlichkeit auf am Stand der Technik orientierter Normen und Standards.

Infrastruktursysteme sind immer eingebunden in ein institutionelles Design von Eigentums- und Rechtsformen, von Betriebsorganisation und ökonomischen Interessen. Die Transformation und Adaption der Infrastruktursysteme als eines der zentralen Handlungsfelder der Zukunftsstadt betrifft daher gleichermaßen technologische Systeme, unterschiedliche Raumebenen und unterschiedliche Akteursgruppen. Hieraus erwächst der Anspruch an eine Weiterentwicklung der städtischen Infrastrukturen, welche die zentralen Kriterien der Versorgungssicherheit, der ökonomischen Tragfähigkeit und der ökologischen Verträglichkeit erfüllen.

In jüngerer Zeit erfährt das Thema städtische Infrastrukturen in der Praxis zunehmende Aufmerksamkeit. Ursächlich hierfür sind zahlreiche ordnungspolitische, materielle und technisch-betriebliche Herausforderungen, welche die Frage aufwerfen, wie eine Versorgung mit Infrastrukturdienstleistungen auf hohem Niveau zu vertretbaren Kosten und unter Berücksichtigung ökologischer und sozialer Standards sichergestellt werden kann. Hinzu kommt, dass neuartige, smarte Systemlösungen das Potenzial für einen grundlegenden Umbau in Richtung einer höheren Energie- und Ressourceneffizienz sowie einer besseren Abstimmung von Angebot und Nachfrage bieten.

Im Fokus der Stadt- und Infrastrukturforschung stehen gegenwärtig die Transformation des Energiesystems in Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energien und die energetische Stadtsanierung. Doch auch neuartige, intelligente und multifunktionale Systeme der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung rücken zunehmend in den Fokus und damit auch die Frage der stärkeren Kopplung stadtechnischer Systeme.

Vor diesem Hintergrund zeigt diese Studie einen Überblick über smarte, umweltfreundliche Infrastrukturlösungen aus Theorie und Praxis sowie einen Ausblick auf Trends in ausgewählten Infrastruktursegmenten. Dies bildet die Grundlage für eine Bewertung des Anpassungsbedarfs von Rahmenbedingungen, insbesondere von Normen und technischen Regelwerken, die heute einer breiten Implementierung derartiger Lösungen im Wege stehen könnten. Bei der Betrachtung der technischen Infrastrukturen wird sich auf die Energieversorgung (Strom, Gas, Wärme), die Wasserver- und -entsorgung sowie auf Verkehrsinfrastrukturen fokussiert.

1.2 Forschungsfrage und Kernaufgaben

Auf Grundlage des beschriebenen Betrachtungsrahmens wurde die folgende Forschungsfrage formuliert:

»Die Überblicksstudie wird Antworten auf die Frage entwickeln, ob, und wenn ja, welcher Bedarf für eine Anpassung der Rahmenbedingungen und insbesondere der Normen und technischen Regelwerke besteht, um umweltrelevante, technische Infrastrukturen intelligent und nachhaltig zu gestalten und zu vernetzen.«

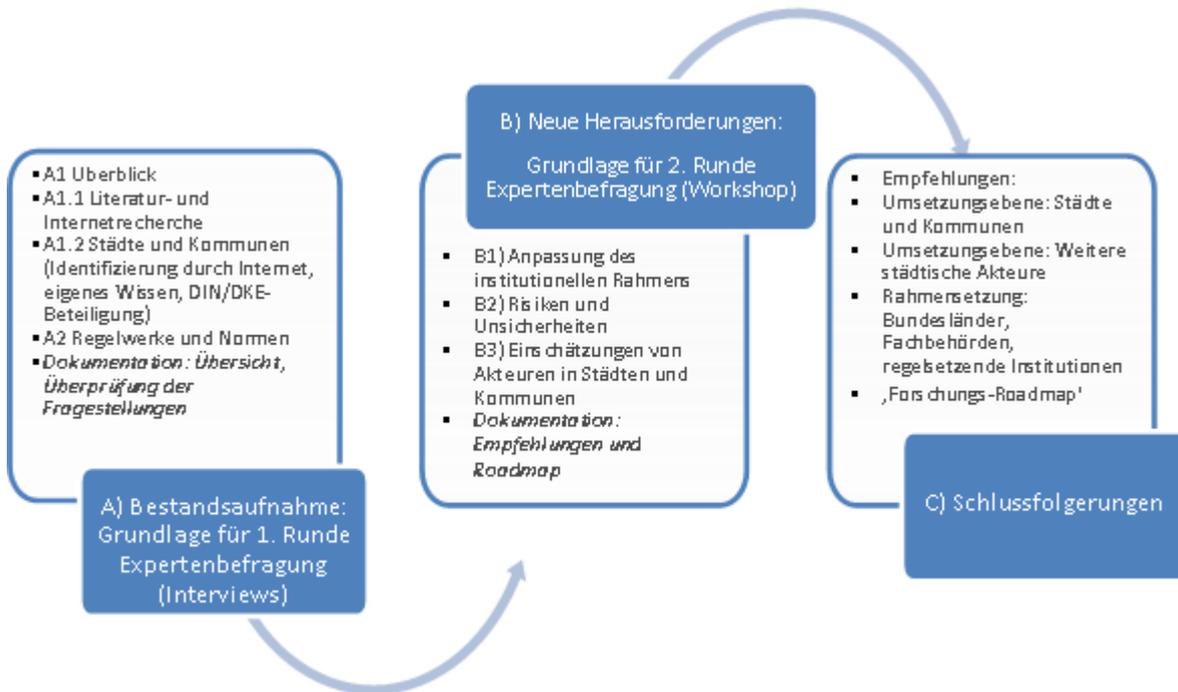
Die wesentlichen Kernaufgaben der gesamten Überblicksstudie lassen sich in drei Ebenen untergliedern, worauf die im Anschluss beschriebenen Arbeitspakete beruhen:

1. Bestandsaufnahmen und Bewertung
 - ▶ von bestehenden, technischen Regelwerken/Normen im Bereich der nachhaltigen Siedlungsentwicklung auf deutscher, europäischer und internationaler Ebene im Hinblick auf umweltrelevante Synergien, Potentiale und Defizite bei der Entwicklung siedlungsbezogener, smarterer Infrastrukturen (Anmerkung: das deutsche Normenwerk umfasst aktuell mehr als 33.000 Dokumente; im Rahmen dieses Forschungsprojektes konnte aus Kapazitätsgründen keine allumfassende Analyse durchgeführt werden;
 - ▶ des Verständnisses von Städten und Kommunen bezüglich »Smart Cities« bzw. digitaler Transformation
 - ▶ von Anwendungsfeldern, künftigen Entwicklungen und Bedarfen für Smart City-Lösungen
 - ▶ der Auswirkungen von Normen und technischen Regelwerken auf die Umsetzung strategischer Umweltziele der Bundesregierung
 - ▶ des Bedarfes für neue oder veränderte Normen und technische Regelwerke
2. Einordnung des Beitrages von Normen/technischen Regelwerken zur nachhaltigen Gestaltung von Siedlungs- und Infrastrukturen unter
 - ▶ Berücksichtigung von fach- und umweltbezogenen Planungen und nicht-technischen (institutionell-organisatorischen) Aspekten auf der gesamt- und teilräumlichen Ebene
 - ▶ Betrachtung und Einordnung relevanter internationaler, europäischer und nationaler Aktivitäten zu möglichen Normungsinitiativen
3. Entwicklung von Empfehlungen
 - ▶ zur Anpassung des institutionellen Rahmens im Bereich Normen/technische Regelwerke,
 - ▶ für künftige Bedarfe wie u.a. neue Formen der Zusammenarbeit bei der Entwicklung städtischer Infrastrukturen und
 - ▶ für mögliche und nötige Handlungsansätze für die nachhaltige Gestaltung smarterer, umweltrelevanter Infrastrukturen und das Erreichen strategischer Umweltziele in urbanen Siedlungsräumen

1.3 Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie

Zur Erreichung der aufgezeigten Kernaufgaben wurde das im Folgenden abgebildete Vorgehen (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) umgesetzt.

Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise der Überblicksstudie (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



In der ersten Phase kam es zu einer Aufnahme von smarten, umweltrelevanten Infrastrukturlösungen aus retrospektiver und prospektiver Sicht sowie der Identifikation von technischen Regelwerken/Normen, welche auf die Implementierung dieser Lösungen potenziell eine Wirkung haben könnten. In der zweiten Phase des Vorhabens lag der Fokus verstärkt auf der Anpassung des institutionellen Rahmens, der Identifikation von Risiken und Unsicherheiten sowie der Einschätzung von Akteuren und ExpertInnen. Die Ergebnisse dieser Phase wurden anschließend in einem Workshop mit ExpertInnen aus der Praxis diskutiert und validiert.

2 Überblick über Smart City Ansätze

In diesem Arbeitspaket werden zunächst ein umfassender Handlungsrahmen sowie der Betrachtungshorizont zum Thema „Smart City“ und „Smart Infrastructures“ definiert. Neben einer Zusammenfassung und dem Abgleich heute bestehender Begriffsdefinitionen werden bestehende Ansätze und Projekte aus Theorie, Praxis und Forschung erfasst und anhand standardisierter Kriterien näher beschrieben. Im Vordergrund stehen hierbei Erkenntnisse zur Einführung smarter Infrastrukturlösungen, erkennbarer Barrieren und Anpassungsbedarfe sowie Relevanz für bestehende Umweltschutzziele.

Zur Erstellung eines Überblicks zu Smart City-Ansätzen wird eine strukturierte Identifikation, Analyse und Beschreibung von laufenden und/oder abgeschlossenen Umsetzungsprojekten mit Smart-City- / Smart-Infrastruktur-Lösungen (d.h. mit Infrastrukturbezug) durchgeführt. Dabei ist es die primäre Aufgabe, die Eigenschaften sowie Rahmenbedingungen relevanter Smart-City-/Infrastructure-Lösungen in Theorie, Forschung und Praxis hinsichtlich ihres Beitrags zur Umweltfreundlichkeit (Erfolgsfaktoren) zu bewerten.

Zur Zielerreichung werden die folgenden Arbeitsschritte unternommen:

1. Theorie – Smart City-/Infrastruktur-Ansätzen in Literatur und Wissenschaft
Dies beinhaltet die Aufnahme und Analyse von in der Literatur diskutierten innovativen Infrastrukturlösungen.
2. Praxis – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Umsetzung
Zunächst erfolgt eine Identifikation und Beschreibung von Städten und Kommunen bereits erprobter oder geplanter innovativer, umweltfreundlicher, smarterer Anwendungen für siedlungsbezogene Infrastrukturen. Im Anschluss erfolgt deren Klassifizierung hinsichtlich qualitativer Kriterien.
3. Trends – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Forschung
Schließlich erfolgt eine Identifikation und Beschreibung von Technologietrends und von der Umsetzung noch eher weit entfernten, zukunftsweisenden Infrastrukturlösungen.

Alle Ergebnisse werden zusätzlich in einem ExpertInnenworkshop führenden FachExpertInnen unterschiedlicher Themenbereiche vorgestellt und ausführlich diskutiert.

2.1 Definitionen relevanter Fachbegriffe und Systemgrenzen

Für ein gemeinschaftliches Verständnis der im Projekt relevanten Fachbegriffe werden zunächst die für diese Arbeit geltenden Definitionen dargestellt. Diese wurden mit dem Umweltbundesamt (UBA) abgestimmt und dienen als Grundlage für weiterführende Arbeiten.

Zur Eingrenzung des Betrachtungshorizonts wurden die zu untersuchenden Infrastrukturen eingeschränkt auf die Sektoren:

- ▶ Energieversorgung
- ▶ Wasserver-/entsorgung
- ▶ Verkehr (im Sinne von Mobilität und Logistik)
- ▶ Information und Kommunikation
- ▶ Sicherheit und Schutz

Mit dem Fokus auf öffentliche Infrastrukturen sind langlebige, öffentliche Einrichtungen materieller und institutioneller Art adressiert, welche das Leben in der Stadt und Umland begünstigen. Darunter fallen gebaute, technische Komponenten im öffentlichen Raum.

In diesen Infrastruktursektoren wurde nach technischen Systemlösungen gesucht, welche in ihrer Ausprägung „smart“ sind und einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit leisten. Diese Art von Lösungen werden in der Literatur häufig als „Smart City Solution“ bezeichnet, was als Überbegriff auch im Folgenden Anwendung finden soll.

Die Umweltrelevanz im Sinnes ihres Beitrags zur Umweltfreundlichkeit wird dahingehend bewertet, inwiefern ihr Haupteffekt eine positive Wirkung auf den Ressourceneinsatz aufweist. Die qualitative Betrachtung richtet sich dabei auf die Ressourcen:

- ▶ Rohstoffe
- ▶ Energie
- ▶ Wasser
- ▶ Luft(qualität)
- ▶ Klima(stabilität)
- ▶ Boden / Fläche
- ▶ Biodiversität

Die Auswahl der Infrastrukturen und der betrachteten Ressourcen nimmt Bezug auf den Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit - Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest. Im Rahmen dieses Berichtes wurde zusätzlich auf die Infrastruktur Sicherheit und Schutz fokussiert.

Dieser Bewertungsrahmen orientiert sich außerdem an den strategischen Umweltzielen der Bundesregierung. Als Referenz dafür wurden die Elemente der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, Stand 2016 (vgl. Abbildung 2) zugrunde gelegt. Diese basieren auf der Grundlage der UN Agenda für nachhaltige Entwicklung bis 2030 und der in diesem Zug verabschiedeten Ziele für nachhaltige Entwicklung. Darum wird im Folgenden auf diese Ziele referenziert.

Abbildung 2: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2016 (Bunderegierung, aufgerufen Januar 2017)



Die zu analysierenden Smart City-Lösungen sollen somit eine gewisse Umweltrelevanz aufweisen. Gleichzeitig sollen es aber auch „smarte“ Lösungen sein, charakterisiert durch:

- ▶ eine innovative, flexible, nutzer- und zukunftsorientierten Ausgestaltung von Systemelementen zur optimierten und nachhaltigen Systemnutzung in Städten und Kommunen;
- ▶ vernetzte Infrastrukturen mit digitalisierten, transparenten Steuerungssystemen und Netzwerken im urbanen Raum;
- ▶ multifunktionale, offene, anpassungsfähige Infrastrukturen, bei denen die Nutzungszeit durch Funktionsintegration erweitert oder erneuert werden kann;
- ▶ dem menschlichen Nutzerbedürfnis und Nutzerverhalten angepasste, nachhaltige Verhaltensmuster unterstützende Systeme.

2.2 Theorie – Smart City-/Infrastruktur-Ansätzen in Literatur und Wissenschaft

2.2.1 Smart City

Smart City wurde als Begriff bereits in den 1990er Jahren geprägt. Zunächst lag der Fokus auf Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) als Grundlage für moderne Infrastrukturen und deren Bedeutung für eine neue Ausgestaltung von Governance in Städten. Im Laufe der Zeit wurde dies ergänzt durch das Potenzial von IKT zur Vernetzung von Energie- und Mobilitätssystemen, um avisierte Klimaschutzziele zu erreichen und die Lebensqualität zu verbessern. In Abgrenzung zu thematisch verwandten Begriffen wie Klimaneutrale Stadt, Green City oder Sustainable City wird unter Smart City besonders die Vernetzung mittels IKT und der Einsatz neuer Technologien als Problemlösungsansätze verstanden.

Smart City-Ansätze adressieren primär die Bereiche:

- ▶ Energie
- ▶ Mobilität
- ▶ Umwelt
- ▶ Mensch und Lebensqualität
- ▶ Wirtschaft
- ▶ Governance

Aktuell existiert keine allgemeingültige Definition des Begriffs „Smart City“. Die verschiedenen Positionen diskutieren jedoch vorwiegend zwei Pole: zum einen orientiert sich eine Smart City in der Regel an der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen (häufig durch Bürgerbeteiligung) und steht zum anderen meist in Zusammenhang mit einer Technologieentwicklung. Eine Definition, die beide Ansätze verknüpft und daher im Folgenden als Grundlage dienen soll, ist die des Deutschen Instituts für Normung (DIN, 2014: 8)

Smart City Definition

„Smart City bezeichnet einen Siedlungsraum, in dem systemisch (ökologisch, sozial und ökonomisch) nachhaltige Produkte, Dienstleistungen, Technologien, Prozesse und Infrastrukturen eingesetzt werden, in der Regel unterstützt durch hochintegrierte und vernetzte Informations- und Kommunikationstechnologien.“

Eine etwas detailliertere Definition kommt von den Wiener Stadtwerken: „Smart City bezeichnet eine Stadt, in der systematisch Informations- und Kommunikationstechnologien sowie ressourcenschonende Technologien eingesetzt werden, um den Weg hin zu einer postfossilen Gesellschaft zu beschreiten, den Verbrauch von Ressourcen zu verringern, die Lebensqualität der BürgerInnen und die Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Wirtschaft dauerhaft zu erhöhen, – mithin die Zukunftsfähigkeit der Stadt zu verbessern. Dabei werden mindestens die Bereiche Energie, Mobilität, Stadtplanung und

Governance berücksichtigt. Elementares Kennzeichen von Smart City ist die Integration und Vernetzung dieser Bereiche, um die so erzielbaren ökologischen und sozialen Verbesserungspotenziale zu realisieren. Wesentlich sind dabei eine umfassende Integration sozialer Aspekte der Stadtgesellschaft sowie ein partizipativer Zugang (Rohde and Loew, 2011: 161-162).

Vor dem Hintergrund der wachsenden Bedeutung von Klimawandel, Ressourcenknappheit sowie demografischem Wandel werden neue, intelligente Lösungen gesucht, welche zunehmend als „Smart City Solutions“ (Smart City-Lösungen) bezeichnet werden. Neben dem Fokus auf IKT basierten Lösungen stellt Caragliu et al. (2009) weitere Charakteristika für Smart Cities heraus:

- ▶ Zur Erhöhung der ökonomischen und kulturellen Effizienz sowie zur Befähigung urbaner, sozialer und kultureller Entwicklung bedarf es der Nutzung einer Netzwerk-Infrastruktur.
- ▶ Die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit dient als Orientierungsgrundlage.
- ▶ Der High-Tech Industrie obliegt einer wichtigen Rolle für ein langfristiges Wachstum.
- ▶ Soziale Ungleichheiten finden Berücksichtigung.
- ▶ Die soziale Inklusion erfährt eine Förderung.
- ▶ Soziale und ökologische Nachhaltigkeit sind ein strategisches Element.

Des Weiteren argumentieren Caragliu et al. (2009), dass Städte erst dann als „smart“ betrachtet werden können, wenn Investitionen in Humankapital, soziales Kapital sowie in klassische (bspw. Transportwesen) und moderne (bspw. IKT) Infrastrukturen zur nachhaltigen Förderung des ökonomischen Wachstums sowie einer hohen Lebensqualität beitragen. In einer Smart City soll dies einhergehen mit einem nachhaltigen Einsatz von natürlichen Ressourcen und einer partizipativen Governance.

Die Autoren Meeus et al. charakterisieren Smart Cities anhand:

- ▶ „friendliness towards the environment;
- ▶ use of information and communication technologies as tools of (smart) management and
- ▶ ultimate goal of sustainable development“.

Der Fokus hierbei liegt auf den Energiesystemen der Städte, wobei „smart“ oft als Synonym für „low carbon“ und „sustainable“ verwendet wird.

„In this case, a Smart City is implicitly defined as a city that improves the quality of life and local economy, through moving towards a low carbon future. Investments in energy efficiency and local renewable energy, with consequent radical reductions of primary fossil forms of energy and of CO₂ emissions, are seen as tools that help achieving sustainability and quality of life in a city.

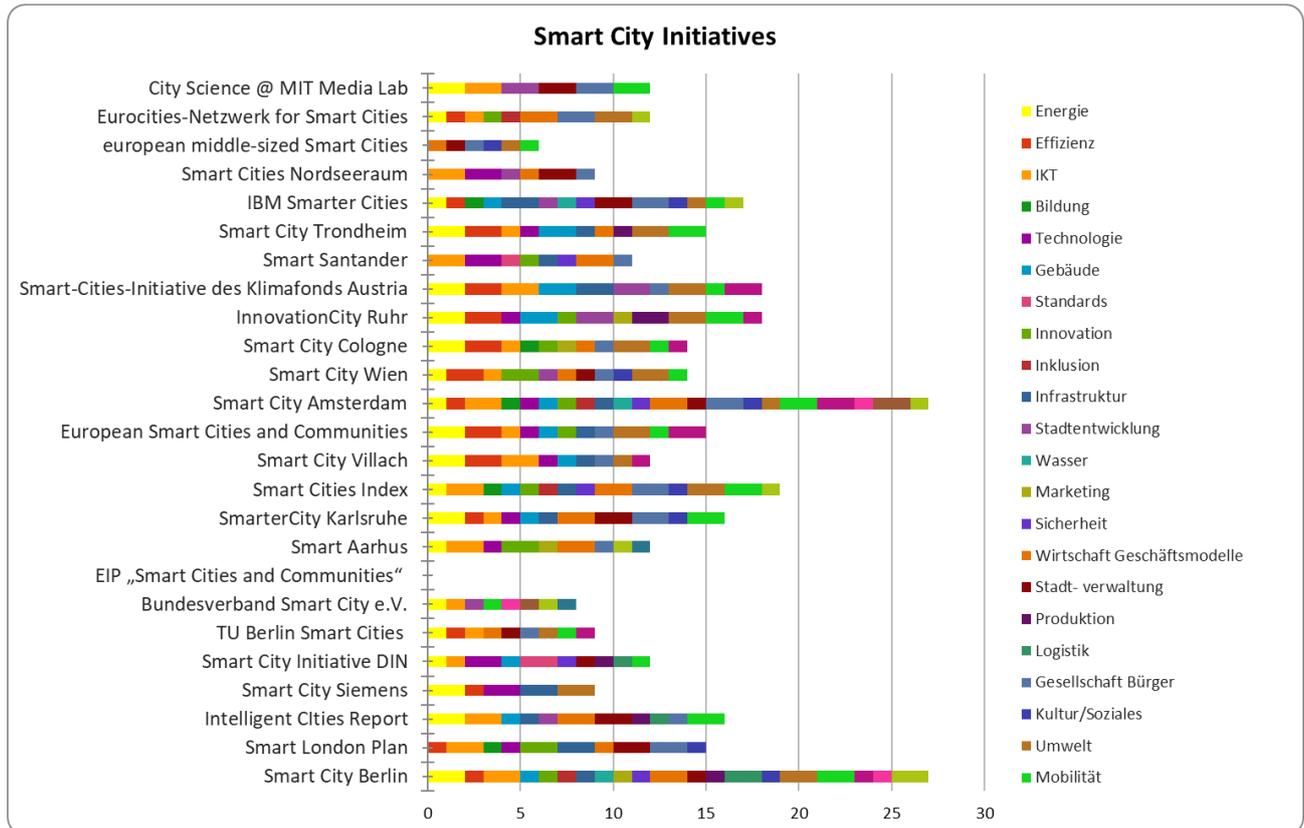
A prospective Smart City is therefore considered as a pioneer city that undertakes innovative measures, also at the energy demand side level (involving energy networks, buildings and transport) to strongly reduce the use of fossil fuels and CO₂ emissions by reaching targets stated for 2020 and beyond and boost its economy through the use of energy under a sustainable approach.“ (Meeus, 2011: 8)

Die thematische Ausrichtung von beispielhaften Smart City-Initiativen und der Gemeinsamkeiten sowie Abgrenzungsmerkmale zeigt die folgende Grafik. Dabei verfolgen sie die gemeinsamen Ziele:

- ▶ Senkung des Energieverbrauchs
- ▶ Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien
- ▶ Minimierung der Umweltauswirkungen

- ▶ Einbeziehung von Bürgern durch Partizipation
- ▶ intelligenter Verkehr und Transport
- ▶ Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit
- ▶ Erhöhung der Effizienz

Abbildung 3: Smart City Initiativen (eigene Darstellung)



Zahlreiche Akteure interpretieren in das Thema „Smart City-Lösungen“ also weit mehr als die Vernetzung mittels IKT und den Einsatz neuer Technologien hinein, wie es in dieser Studie verstanden wird. Oftmals werden darunter auch Lösungen subsumiert, die aus dem hier dargestellten Theorieverständnis eher Green City oder Sustainable City-Strategien fördern.

Die folgende Sammlung symbolisiert Lösungen, welche in dieser Studie nicht als Smart City-Lösungen angesehen werden, da sie einen geringen Grad an Digitalisierung/Vernetzung aufweisen.

- ▶ Stickstoffrückgewinnung aus Abwasser
- ▶ Fernkälte aus Grundwasserüberleitung für ein Rechenzentrum
- ▶ Wärmerückgewinnung aus Grau-/Abwasserwasser
- ▶ Vertikale Grünflächen zur Säuberung der Luft, Verbesserung des Klimas (Verdunstungskälte)
- ▶ Zentrale Leitungstrasse für Wasser, Energie und Kommunikation
- ▶ Gebäudeisolierung
- ▶ Einheitliche Stromanschlüsse (Ladesäulen) an Schiffsanlegestellen (i.S.v. Smarte Energie)
- ▶ „Grüne Reifen“ senken im Stadtverkehr den Treibstoffverbrauch von Fahrzeugen
- ▶ Energetische Verwertung der städtischen Biomasse

- ▶ Neue Baumaterialien (NO_x-Umwandlung durch Photokatalyse)
- ▶ Grüner Zement
- ▶ Recycling von Baustoffen
- ▶ Modell zur Versickerung von Straßenwässern
- ▶ Sensoren, die Undichtigkeiten und andere Probleme an Rohrleitungssystemen erkennen
- ▶ Unterdrucktoiletten (reduzierter Trinkwasserbedarf, höhere Nährstoffkonzentration im Schwarzwasser); Kombination von Schwarzwasser und Bioabfällen eignet sich für Produktion von methanhaltigem Gas, Abfallprodukte können stofflich genutzt werden; Grauwasser als Wärmequelle

Bioreaktor-Fassade (Solar Leaf): Algen wachsen in Fassadenmodulen durch Sonnenlicht und spenden dabei Schatten; über einen Kreislauf werden diese zur Biomasseverwertung (Energiegewinnung) abgeführt.

2.2.1.1 Smart City Frameworks aus EU Projekten

Der Smart City Ansatz wird auch in den unterschiedlichen von der Europäischen Union geförderten Forschungsprojekten nicht einheitlich aufgefasst, fokussiert aber in der grundsätzlichen Ausrichtung auf die Smart City-Lösungen aus dem Bereich Energie, Transport und IKT.

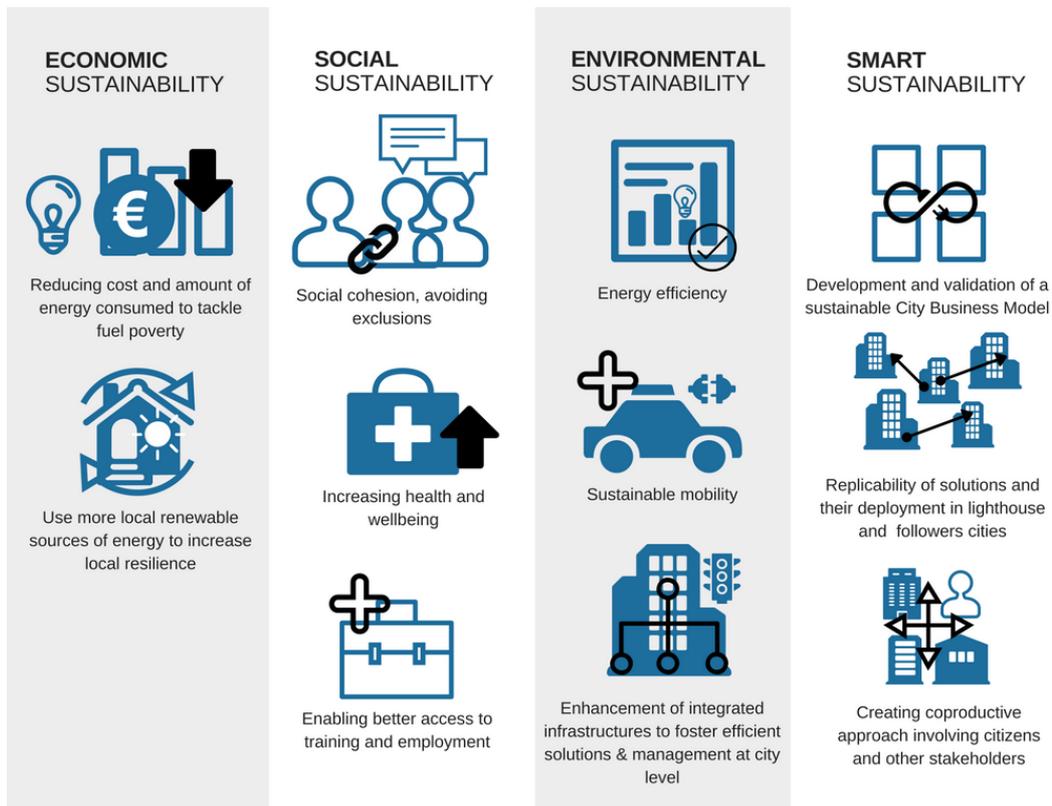
Im Projekt **Triangulum** wird dabei speziell auf die damit verbundenen, funktionierenden Geschäftsmodelle für neue Infrastrukturlösungen eingegangen und der gesellschaftliche Mehrwert für die relevanten Interessensgruppen-Strukturen (Stakeholder) untersucht.

Im Projekt **GrowSmarter** werden Smart City-Lösungen nach den Anwendungsfeldern Energie, Transport und Infrastruktur differenziert. Des Weiteren werden die Handlungsfelder Niedrigenergie-Quartier, integrierte Infrastrukturen und nachhaltige, städtische Mobilität definiert, in denen technische Lösungen verortet werden. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, schnell wachsende Städte „smart“ werden zu lassen, um auf die Bedürfnisse der Bürger besser regieren zu können und deren ökologischen Fußabdruck zu reduzieren.

Im Projekt **REMO URBAN** (REgeneration MOdel for accelerating the smart URBAN transformation) werden Energie, Transport und IKT als Schlüssel für ökonomische und soziale Mehrwerte sowie Verbesserungen bei der Lebensqualität der Bürger angesehen. Das nutzenstiftende Zusammenspiel der unterschiedlichen Handlungsfelder Energie (Produktion, Verteilung, Nutzung), Mobilität und Transport sowie IKT wird als treibender Aspekt für die Transformation der europäischen Städte in Smart Cities angesehen. Als priorisierte Felder wurden Nachhaltige, Städtische Mobilität, Nachhaltiges Quartier & Bau-Rahmenbedingungen sowie Integrierte Infrastruktur und Prozesse definiert.

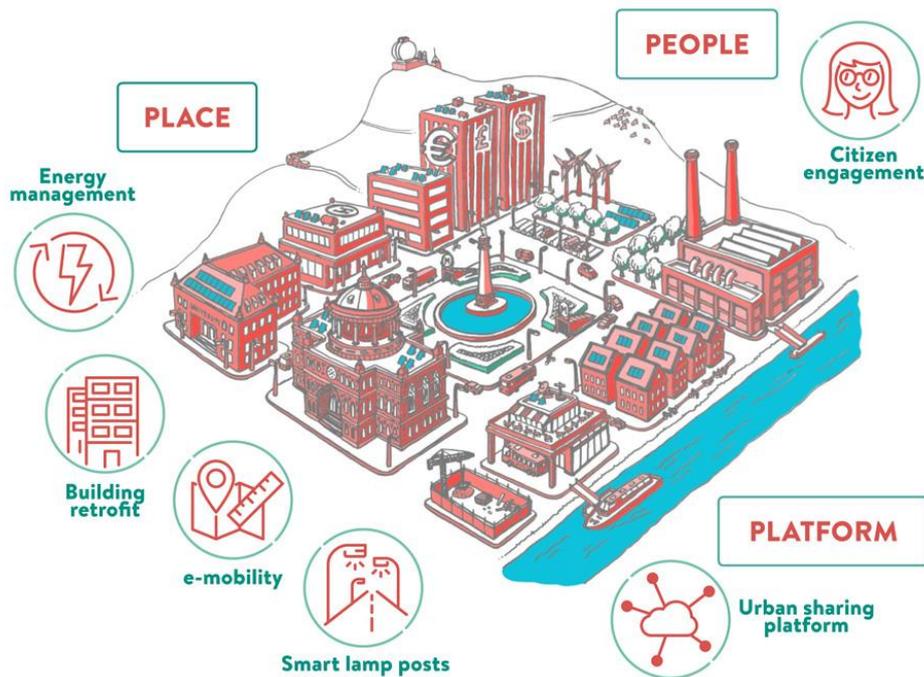
Im Projekt **REPLICATE** (Renaissance of Places with Innovative Citizenship and Technology) wird aufgezeigt, wie innovative Technologien in Verbindung mit „co-create smart city services“ die Lebensqualität der Bürger verbessern können. Innovative Technologien sollen zusammen mit organisatorischen und ökonomischen Lösungen die Ressourcen- und Energieeffizienz erhöhen, die Nachhaltigkeit des städtischen Transportwesens verbessern und die Treibhausgasemissionen in Städten drastisch reduzieren. Zur Verbesserung des Transitionsprozesses hin zu einer Smart City werden neue Lösungen in den Feldern Energieeffizienz, Nachhaltige Mobilität und IKT Infrastrukturen untersucht.

Abbildung 4: Stadt-Geschäftsmodell basierend auf wirtschaftlicher, sozialer und umwelttechnischer Nachhaltigkeit (REPLICATE Projekt, <http://replicate-project.eu>)



Im Projekt **Sharing Cities** erfolgt eine Differenzierung von Smart City-Lösungen in die Handlungsfelder „Platz“, „Menschen“ und „Plattform“ (vgl. Abbildung 5: Sharing City Framework). Hinter „Platz“ verbergen sich Infrastrukturlösungen für Niedrigenergie-Quartiere, Elektromobilität, Modernisierung von Gebäuden, nachhaltige Energiemanagementsysteme sowie smarte Straßenlaternen. Das Feld „Menschen“ beinhaltet nutzerzentrierte Smart City Services, die gemeinsam mit den Bürgern entwickelt werden. Lösungen für Open Data-basierte städtische Sharing Plattformen werden schließlich unter dem Begriff „Plattform“ subsumiert.

Abbildung 5: Sharing City Framework (Sharing City Projekt, www.sharingcities.eu)



Das Projekt **SmartEnCity** adressiert die Vision von „Smart Zero Carbon Cities“ für mehr Nachhaltigkeit, eine bessere Lebensqualität sowie neue Arbeitsplätze und Wohlstand für ihre Bürger. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der Entwicklung von Strategien zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch eine Steigerung des dementsprechenden Bewusstseins bei den involvierten Stakeholdern sowie der Maximierung des Einsatzes von erneuerbarer Energie aus lokal verfügbaren Quellen. Die relevanten Handlungsfelder werden dabei beschrieben als: Modernisierung von Gebäuden, integrierende Infrastruktur, nachhaltige Mobilität/saubere Transportsysteme sowie die intelligente Nutzung von IKT.

2.2.1.2 Weitere Smart City Frameworks

Arup J. Paul beschreibt ein Smart City Sustainability Framework, in dem die Nachhaltigkeitsdimensionen (economic, environmental and social) miteinander verbunden sind (vgl. Abbildung 6: Smart City Sustainability Framework) (“Smart City Sustainability Framework and Gamification,” n.d.). Er stellt heraus, dass der Einsatz neuer Technologien nur „Enabler“ sein kann und nicht das eigentlich Ziel darstellt. Im Fokus stehen die Menschen und deren Leben in der Stadt.

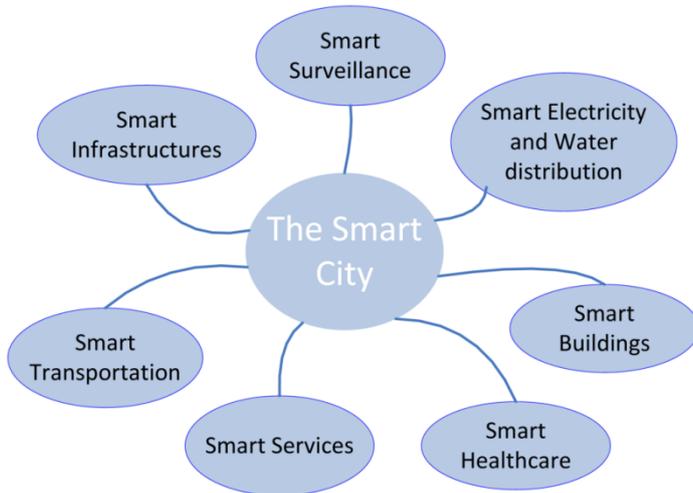
Abbildung 6: Smart City Sustainability Framework (Arup J. Paul, abgerufen Juni 2019)



Ein weiterer Ansatz von Hancke et al. strukturiert das Smart City Framework auf Grundlage von Anwendungsfeldern für intelligenten Sensoren (vgl. Abbildung 7). Zur Erfüllung der städtischen Funktio-

nen von Infrastrukturen und Dienstleistungen finden intelligente Geräte Einsatz. Durch die damit geschaffenen Monitoring- und Kontrollfunktionen der einzelnen Systeme wird eine Erhöhung des nachhaltigen und effizienten Handelns ermöglicht.

Abbildung 7: Sensing in Smart City (Hancke et al., 2012)



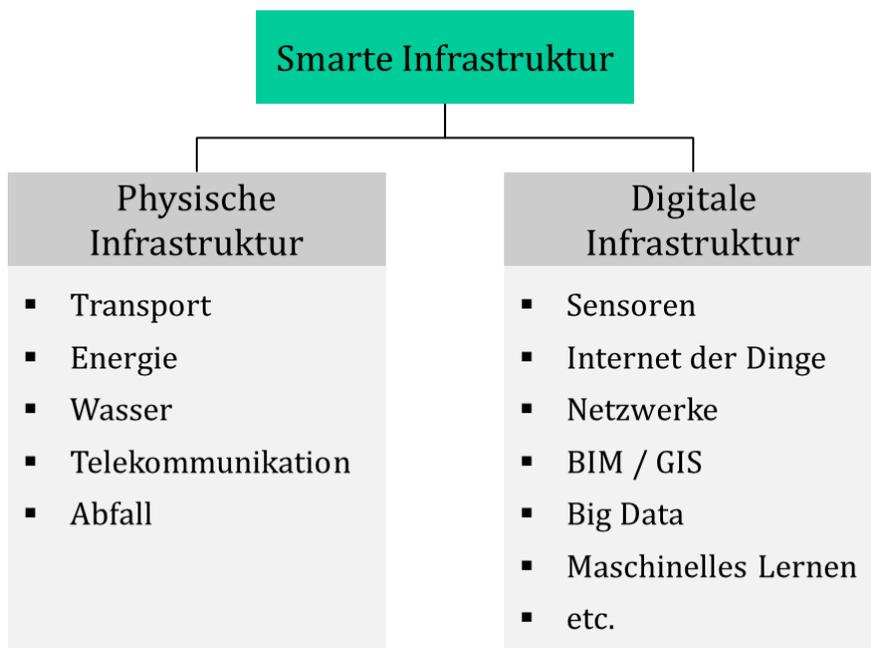
2.2.2 Smarte Infrastrukturen

Digital verbesserte oder smarte Infrastrukturen werden die Art und Weise revolutionieren, wie Infrastrukturen bereitgestellt, administriert und automatisch kontrolliert werden. Smarte Infrastruktur stellt die Kombination aus physischer und digitaler Infrastruktur dar, um auf Basis neu verfügbarer Informationen Entscheidungsprozesse hinsichtlich Kosten und Zeitaufwand zu verbessern.

Durch den Einsatz von smarten Infrastrukturen oder die Befähigung bestehender physischer Infrastrukturen durch digitale Komponenten werden neue Leistungen für Infrastrukturbetreiber und –Nutzer ermöglicht. Der Austausch von Information durch eine intelligente Vernetzung der unterschiedlichen Systemelemente spielt dabei eine wesentliche Rolle. Ein besonderer Mehrwert schafft die Integration von Daten und der Datenaustausch über Infrastrukturprozesse, Wertschöpfungsstufen und Sektoren hinweg.

Das Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction definierte eine Smarte Infrastruktur als Kombination mindestens einer physischen Infrastruktur, wie bspw. Transport, Energie und Wasser mit digitalen Infrastrukturelementen wie Sensoren oder vernetzte Systemelemente (Internet der Dinge) (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8: Smarte Infrastruktur (Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction)



Im Folgenden soll diese Definition die Basis für die Recherche nach Praxisbeispielen für smarte, umweltrelevante Infrastrukturen darstellen.

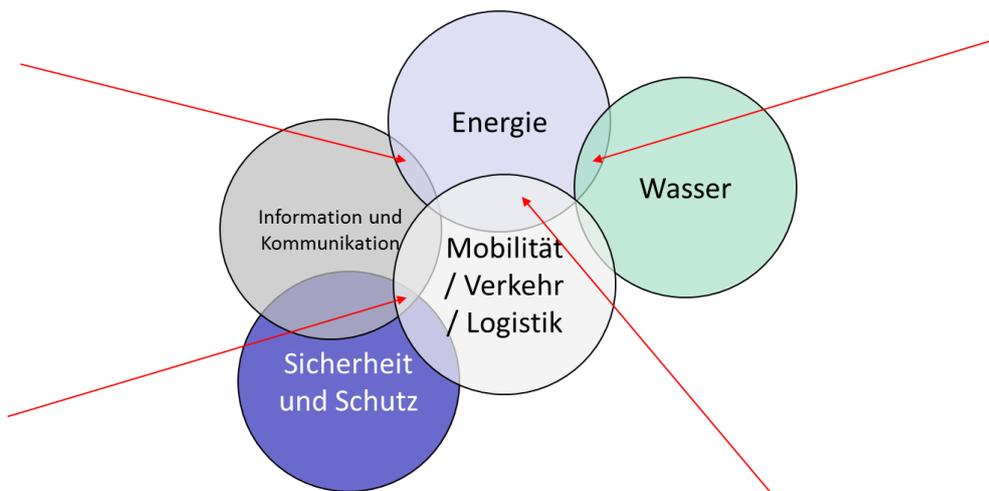
2.3 Praxis – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Umsetzung

Die Recherche nach Smart City-Lösungen für smarte, umweltrelevante Infrastrukturen gliedert sich in zwei Recherchebereiche. Zum einen wurden besonders engagierte Städte in Deutschland und Europa hinsichtlich ihres Portfolios an Projekten zu Smart City-Lösungen untersucht, um einen Überblick über die Handlungsfelder einzelner Vorreiterstädte zu erlangen.

Zum anderen wurden Smart City-Lösungen in vorwiegend deutschen, aber auch europäischen und außereuropäischen Städten, die einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit aufweisen, identifiziert und gruppiert. Bei der Identifikation dieser Lösungen wurden folgenden Kriterien berücksichtigt:

- ▶ Physikalische Infrastrukturen erfahren neue Funktionen durch digitale Systemerweiterungen.
- ▶ Smarte Lösungen verbinden meist unterschiedliche Infrastrukturektoren (vgl. Abbildung 9).
- ▶ Smarte Lösungen liefern einen Beitrag für umweltfreundliche Infrastrukturen.

Abbildung 9: Verortung der Praxisbeispiele in den Schnittmengen von Infrastrukturektoren (eigene Darstellung)



2.3.1 Projektportfolio von engagierten Städten in Deutschland und Europa

Die Recherche nach Aktivitäten im Bereich von Smart City-Lösungen ergab eine Vielzahl an Projekten. Ziel war es, daraus Städte und Kommunen auszuwählen, die eine Entwicklung von smarten Infrastrukturen in vielen Bereichen fördern. Ähnlich wie die Infrastrukturen im Projekt RELIS des Umweltbundesamtes (Trapp, n.d.) wurden diese miteinander verglichen, um Best-Practice-Beispiele bzw. Vorreiterstädte auszuwählen.

In Deutschland konnte Köln als besonders aktive Stadt identifiziert werden. Um auch Aktivitäten von Städten aus dem nahegelegenen Ausland zu berücksichtigen, wurden zusätzlich Wien und Amsterdam als Vorzeigestädte ausgewählt. Die nachfolgenden Abschnitte zeigen einen Überblick über das Projektportfolio dieser drei Städte auf.

2.3.1.1 Köln

Die Ziele der Stadt Köln sind visionär und stellen die Grundlage für Entscheidungsprozesse in der Kommune dar. So hat sich die Stadt Köln bspw. zum Ziel gesetzt, das Klima zu verbessern und strebt daher im Rahmen des Europäischen Bürgermeisterkonvents bis 2020 eine mindestens 20-prozentige Steigerung der Energieeffizienz und eine 20-prozentige Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger an. Darüber hinaus soll im Rahmen des Klima-Bündnisses bis zum Jahr 2020 eine 20-prozentige und bis 2030 eine 50-prozentige Reduktion der CO₂-Emissionen erfolgen.

Zudem hat sich die Stadt in ihrem Leitbild 2020 zum Ziel gesetzt, die Auswirkungen der Mobilität zu minimieren sowie durch ressourcenschonendes Flächenmanagement die Nachhaltigkeit der Stadt zu erhöhen. Ergänzend soll mit dem regionalen Energieversorger RheinEnergie die Energiewende aktiv mitgestaltet und vorangetrieben werden.

Durch diese Ziele und verschiedene dazugehörige Netzwerke will die Stadt Köln aktiv einen Beitrag zum Umweltschutz leisten und die Stadt der Zukunft gestalten.⁴

⁴ Für Quellen der Projekte siehe Tabelle im Quellenverzeichnis

2.3.1.2 Wien

Auch die Stadt Wien arbeitet seit langem an eigenen Nachhaltigkeitszielen. Sie hat beispielsweise bereits 1990 ein Klimaschutzprogramm verabschiedet, dessen aktualisierte Version Ziele für das Jahr 2020 formuliert. Diese enthält, dass bis dahin im Vergleich zu 1990 die Treibhausgasemissionen pro Kopf um 21% reduziert werden und die aus erneuerbaren Energieträgern erzeugte Energie mindestens verdoppelt wird. Darüber hinaus soll der Anteil der Fernwärme 50% bis 2020 betragen.

Des Weiteren verabschiedete die Stadt Wien Visionen und Ziele zum Umweltschutz, laut der sie eine Vorreiterrolle in der Luftreinhaltung übernimmt, um daraufhin die Entwicklung ressourcenschonender und gesundheitsfördernder Lebensstile zu ermöglichen. Mit diesen Zielen will die Stadt Wien einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz und für eine zukunftsfähige Stadt leisten.

2.3.1.3 Amsterdam

Im Zuge der Agenda „Nachhaltiges Amsterdam“ wurden verschiedene Ziele und ein Fahrplan zur Zielerreichung formuliert. So will die Stadt bis 2020 20% mehr erneuerbare Energie erzeugen und 20% weniger Energie verbrauchen im Vergleich zu 2013. Darüber hinaus soll die Luftqualität durch eine Reduktion des Stickstoffdioxids um 30% bis 2025 (im Vergleich zu 2015) verbessert werden und die Stadt gegen Starkregen und Flut resilienter gemacht werden.

Die Stadtverwaltung nimmt dazu auch sich selbst in die Pflicht und will bis 2025 45% weniger Energie im Vergleich zu 2012 verbrauchen, 75% des Büroabfalls recyceln und bis 2016 soll der öffentliche Bus-Transport emissionsfrei sein. Auch bei Haushalten soll bis 2020 65% des Haushaltsabfalls getrennt werden und 1.000 Haushalte sollen sich selbst mit Strom versorgen können.

Neben diesen Zielen existieren in Amsterdam noch viele weitere Ziele, um die nachhaltige Entwicklung stets zu verbessern und in diesem Bereich führend zu bleiben.

2.3.1.4 Überblick über Smart City-Lösungsansätze

Im Fokus der derzeitigen Debatte stehen Smart City-Lösungen, bei denen ein hoher Grad der digitalen Vernetzung identifiziert werden konnte. Die identifizierten Lösungen wurden hinsichtlich ihres Lösungsansatzes aggregiert und den vorab definierten Infrastruktursektoren primär zugeordnet, wo sie auch in den Anwendungsfällen verortet wurden.

Tabelle 1: Smart City Lösungsansätze in den Infrastruktursektoren

Energie	Wasserver-/entsorgung	Mobilität	Logistik	Verkehr	Sicherheit und Schutz
Information und Kommunikation					
Smart Grid zur dezentralen Energie-versorgung	Management extremer Wetter-ereignisse	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen	Smarte Logistik Hubs, Last Mile Delivery	Parkplatz-reservierung	Intelligente multi-funktionale Straßenbeleuchtung
	Wasserverteilnetzwerk Monitoring	Lade-infrastruktur für Elektrofahrzeuge	Intelligentes Müllmanagement	Verkehrsdatservices	Alarm Online Plattform (City Alerts)
		Inter-modalitäts-Account	Vernetzte Logistik-Objekte (Transportbehälter)	Belieferungs- und Transportprozesse (Gewerbe) in den Nachtstunden	

Energie	Wasserver-/entsorgung	Mobilität	Logistik	Verkehr	Sicherheit und Schutz
Information und Kommunikation					
		Mobilitätsvermeidung (Remote Expert Government Services)		Intelligente Verkehrsleitsysteme	
		Mobilität on-demand			

Die Bewertung der im Folgenden charakterisierten Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz findet in Kapitel 2.3.3 statt.

Bezeichnung der Smart City Solution:

1. Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung

Adressierter Infrastruktursektor:

- ▶ Energie

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Smart Grid Technologien; Wärmetauscher; Wärmepumpen; Energiemanagementsysteme; (Batterie-)Speichertechnologien; Photovoltaiktechnologien

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Für die Energie-Erzeugung, -Speicherung, -Verteilung und -Verbrauch im Smart Grid werden unterschiedliche Technologien eingesetzt, die aber erst durch eine intelligente Vernetzung und dynamische Steuerung als smarte Lösung angesehen werden können.

Beispielprojekte:

- ▶ „Smart local thermal districts“ in Barcelona, Spanien (#2)
- ▶ „Low Energy Districts - Smart local electricity management, Residential Estate Management“ in Köln (#5)
- ▶ „CityTree - Multifunktionale Grünflächen für die intelligente Stadt“ in Jena und Oslo, Norwegen (#34)

Bezeichnung der Smart City Solution:

2. Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen

Adressierte Infrastruktursektoren:

- ▶ Mobilität, Energie

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Car-Sharing-Plattform; Elektrofahrzeuge; Lastenfahrrad; Ladeinfrastruktur

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Zur Erreichung von autofreien Siedlungen bedarf es einer guten Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr, guter Bedingungen für Radfahrer und Fußgänger sowie Car-

Sharing Angebote. Bei diesem Ansatz spielen neue Lösungen wie Elektro- oder Biogasbusflotte und Elektrotaxiflotten eine zunehmende Rolle. Durch eine digitale Vernetzung von Fahrzeugflotten können Nutzer deren Verfügbarkeit online einsehen und bedarfsgetrieben buchen.

Beispielprojekte:

- ▶ „Mobility Hub“ in Köln (#9)
- ▶ „Electric-assist Cargo Bike Trial“ in Manchester, Großbritannien (#18)
- ▶ „Shared e-mobility“ in Mailand, Italien (#21)

Bezeichnung der Smart City Solution:

3. Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Mobilität, Energie

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Ladesäulen; Pufferbatterien; Buchungs- und Verfügbarkeitsplattformen; Roamingplattform; (Block-Chain); real-time Daten

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Zur breiten Nutzung von Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeugnutzer bedarf es einer Interoperabilität der Angebote, sodass der Nutzer nicht mit jedem Ladesäulenbetreiber individuelle Einzelverträge abschließen muss. Des Weiteren bedarf es einer intelligenten Einbindung besonders von Hoch- und Höchstleistungsladesäulen in Verbindung mit Pufferbatterien in das Stromnetz, um Überlastungen zu vermeiden und das Stromnetz effizienter auszunutzen.
- ▶ Intelligente Ladesäulen unterstützen zusätzlich dabei genau dann Fahrzeuge zu laden, wenn der Preis pro kWh besonders günstig ist.

Beispielprojekte:

- ▶ „EV charging infrastructure“ in Nottingham, Großbritannien (#12)
- ▶ „Klimastraße in Köln-Nippes“ in Köln (#38)
- ▶ „Intelligent EV charger“ in Sonderborg, Dänemark (#70)

Bezeichnung der Smart City Solution:

4. Intermodalitäts-Account

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Mobilität

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ (Car-)Sharing; Elektrofahrzeuge; Informations- und Buchungsplattform für Mobilitätsdienste; Identifikationstechnologien (Interoperabilität zwischen Mobilitätsdienstleister)

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Zur Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Verkehrsbetrieben und Verkehrsmitteln werden skalierbare Multi-Lieferanten-Chipkartensysteme und Fahrgeldmanagement-Lösungen für e-Ticketing eingesetzt. In Verbindung mit monetären Anreizen

(bspw. „residents travel for free“ oder Bonusprogrammen) wird neben der Erhöhung der Flexibilität auch die Reduzierung des privaten Verkehrs angestrebt.

Beispielprojekte:

- ▶ „Intermodalitätskarte“ in Stuttgart (#28)
- ▶ „Residents travel for free“ in Tallinn, Estland (#47)
- ▶ „Die Umweltkarte“ in Hamburg (#52)
- ▶ „Rail Ticketing Solutions“ (#59)

Bezeichnung der Smart City Solution:

5. Mobilität on-demand

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Mobilität, Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Identifikationstechnologien; Informations- und Buchungsplattform; Elektrofahrzeuge

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Zur Reduzierung von Leerfahrten und Optimierung der Routen werden Bus-Services an Stadträndern, in eher ländlichen Gebieten oder Gebieten mit generell fluktuierenden Bedarfen durch Online-Bestellmöglichkeiten angeboten.

Beispielprojekte:

- ▶ „REPLICATE Site Bristol“ in Bristol, Großbritannien (#54)

Bezeichnung der Smart City Solution:

6. Smart Taxi Stand System

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Mobilität, Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Sensornetzwerk, Wireless Low Power Wide Area Kommunikationstechnologien, Informationsplattform

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Das System stellt sowohl den Taxifahrern als auch den Taxikunden Echtzeitinformationen über die Verfügbarkeit von Fahrzeugen an jedem Taxistand mittels einer App zur Verfügung. Taxifahrer und Taxikunden vermeiden damit Umwege und unnötigen Verkehr.

Beispielprojekte:

- ▶ „GrowSmarter: Smart taxi stand system“ in Barcelona, Spanien (#68)

Bezeichnung der Smart City Solution:

7. Mobilitätsvermeidung durch Remote Services

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Identifikationstechnologien; Kommunikationstechnologien

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Die dezentrale Bereitstellung von kommunalen Dienstleistungen bedarf neuer Interaktionspunkte zwischen Bürger und Dienstleistungsanbietern, wodurch das Verkehrsaufkommen zu zentralen Dienstleistungsstellen reduziert werden kann.

Beispielprojekte:

- ▶ „Cisco Remote Expert Smart Solution for Government Services“ in Guldborgsund, Dänemark (#43)

Bezeichnung der Smart City Solution:

8. Smarte Logistik Hubs

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehr, Logistik

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Logistik-Hubs in der Stadt; Hybride Fahrzeuge

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Die Anlieferung von Baumaterialien an unterschiedlichste Baustellen in der Stadt erfolgt über Verteilzentren (Logistik Hubs), sodass der individuelle Anlieferungsverkehr durch Bulk-Transporte an die Baustelle reduziert wird und Zwischenlagerflächen an der Baustelle verringert werden können.

Beispielprojekte:

- ▶ „Smart building logistics and alternative fueled vehicles“ in Stockholm, Schweden (#3)
- ▶ „Last Mile Delivery“ in Nottingham, Großbritannien (#16)
- ▶ „Micro distribution of freight“ in Barcelona, Spanien (#17)

Bezeichnung der Smart City Solution:

9. Intelligentes Müllmanagement

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehr, Logistik

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Mülltrennungstechnologie; Sensoren; Mensch-Maschine-Interaktion

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Intelligente Müllbehälter senden Daten über ihren aktuellen Befüllungszustand an die Müllabfuhr, wodurch Müllabfuhrrouen nahezu in Echtzeit optimiert berechnet werden können, um damit das Verkehrsaufkommen durch Müllfahrzeuge zu reduzieren. Ergänzt wird dieser Ansatz durch Lösungen, die eine Vorsortierung und Komprimierung des Mülls in unterirdischen Müllbehälter vornehmen, um dadurch Verkehr durch Mülltransporte zu reduzieren.

Beispielprojekte:

- ▶ „Smart waste collection“ (#20)
- ▶ „Trash Bin Collection (Evreka Smart Waste Collection System)“ (#60)

Bezeichnung der Smart City Solution:

10. Vernetzte Logistik-Objekte (Transportbehälter)

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehr, Logistik

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Mobilfunktechnologien (GSM); Energy Harvesting; Positionssensoren (GPS)

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Intelligente Transportbehälter senden ihre Position automatisch an ein Monitoring System, wodurch Lieferketten optimiert und der Flächenverbrauch für Zwischenlager reduziert werden kann. Die Transportbehälter sind dabei durch Energy Harvesting Technologien autark in ihrer Energieversorgung.

Beispielprojekte:

- ▶ „DyCoNet - Dynamisches Container Netzwerk“ (#37)

Bezeichnung der Smart City Solution:

11. Parkplatzreservierung

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Buchungssystem; Sensornetzwerk; Positionsbestimmung (GPS; geofences)

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ In Abhängigkeit von „geofences“ (geografische Grenzen) und der Position des Fahrzeugs wird dem Fahrzeugführer ein Parkplatz zugewiesen und reserviert. Dadurch sollen Fahrten zur Parkplatzsuche verringert werden.

Beispielprojekte:

- ▶ „Mobility Hub“ in Köln (#9)

Bezeichnung der Smart City Solution:

12. Verkehrsdaten-Services

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehrs

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Sensornetzwerk; Verkehrsdaten-Analyse-Algorithmen; Verkehrsüberwachungskameras (Bahn, Bus)

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Live Übertragungen von Bahn und Bus-Informationen zusammen mit aktuellen Verkehrssituationen (Verkehrsaufkommen und -behinderungen) bieten Nutzern die Möglichkeit, situativ bedingt das jeweils optimale Verkehrsmittel sowie Route zu wählen. Die dadurch erreichte dynamische Verlagerung von Verkehrsströmen soll insbesondere Verkehrsstaus reduzieren.

Beispielprojekte:

- ▶ „Push & Pull“ in Nottingham, Großbritannien (#65)
- ▶ „Urban TRAFFIC“ in Köln (#69)

Bezeichnung der Smart City Solution:

13. Intelligente Verkehrsleitsysteme

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Verkehrs

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Sensornetzwerk; Mensch-Maschine-Interaktion (App); Verkehrsdaten-Analyse-Algorithmen; Kameraerfassung von Verkehrsteilnehmern; Dynamisches Verkehrszeichenmanagement

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Unterschiedliche Sensoren (bspw. Stauwarndetektoren, Kamerasystem zur Erfassung stehender Fahrzeuge) und Aktuatoren (bspw. Spursignale, Wechselerkehrszeichen, variable Orientierungsschilder, Tunnel-Informationszeichen, Tunnel-Sperrsignale, Schranken), teilweise integriert in Straßenlaternen liefern entweder direkt an speziell ausgerüstete Fahrzeuge oder visuell an die Fahrzeugführer Informationen über die Anpassung deren Verhaltens im Verkehr, um diesen flüssiger zu gestalten. Dabei können speziellen Fahrzeugtypen (bspw. Elektrofahrzeuge) individuelle Signale übermittelt werden.

Beispielprojekte:

- ▶ „Smart traffic signals“ oder „interurban traffic management“ in Stockholm (#15, #29)

Bezeichnung der Smart City Solution:

14. Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Sicherheit und Schutz

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Adaptive LED Straßenbeleuchtung (on demand); Sensornetzwerk (u.a. mit Umwelt- und Verkehrssensoren); WLAN Access Point; Open Data Plattform; Ladeinfrastruktur

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Straßenlaternen werden zu Multifunktionskomponenten, die mit unterschiedlichen Sensoren Verkehrs- und Umweltdaten (bspw. Feinstaub, NO_x, CO₂, Lärm) sammeln, WLAN Hotspots und Ladestationen für Elektromobilität bereitstellen und ein dynamisches Lichtmanagement ermöglichen. Zur Optimierung des Lichtmanagements wird

Licht erst bei Bedarf angeschaltet oder verstärkt, wodurch der Energieverbrauch reduziert, aber gleichzeitig das Sicherheitsgefühl erhöht wird.

- ▶ Die gewonnenen Sensordaten können dann wiederum auf Basis offenen Standards in einem Smart City Information Framework für neuartige Dienstleistungen genutzt werden.

Beispielprojekte:

- ▶ „smart lamp posts“ in Greenwich, London (#19)
- ▶ „Urban ENVIRONMENT“ in Köln (#22)
- ▶ „Laternenparken“ in Leipzig (#32)
- ▶ „Klimastraße in Köln-Nippes“ (#38)
- ▶ „Smart Infrastructure for Ports (SI4P)“ in Hamburg (#41)
- ▶ „Nachrüstung einer Straße mit intelligenten Geräten“ in Amsterdam, Niederlande (#45)
- ▶ „ESPRESSO“ (#44)

Bezeichnung der Smart City Solution:

15. Alarm Online Plattform

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Sicherheit und Schutz

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Plattform für Nachrichtenaustausch; Informations- und Kommunikationstechnologien

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Über eine zentrale Mitteilungsplattform können Nachrichten für Notfalldienste an Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst sowie andere städtische Institutionen (bspw. Krankenhäuser) übermittelt werden.

Beispielprojekte:

- ▶ „City Alerts“ in Amsterdam (#64)

Bezeichnung der Smart City Solution:

16. Management extremer Wetterereignisse

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Wasser, Sicherheit und Schutz, Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Analysemodelle (stormwater information) - predictive precipitation intelligence, GIS Daten (flooding zones), Big Data

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Im Rahmen eines intelligenten Wassermanagementsystems bekommt das Wasserscheidemanagementteam automatisch Informationen über aktuelle Modelle zu Starkregen, Sturzfluten oder Sturmfluten, die mögliche Überflutungszonen mit einer zeitlichen Vorhersage prognostizieren. Verkehrsbehörden können auf dieser Grundlage frühzeitig Verkehrsströme umleiten oder die Bevölkerung warnen.

Beispielprojekte:

- ▶ Produkt von Schneider Electric (Integrated Management Platform Control Center) (#66)

Bezeichnung der Smart City Solution:

17. Wasserverteilnetzwerk Monitoring

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Wasser, Sicherheit und Schutz

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ real-time SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) Daten, Leck-Vorhersage-Intelligenz, Sensornetzwerk (Leck-Identifikation)

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Weltweit geht etwa 40% des Trinkwassers durch Leckagen im Wasserverteilnetzwerk verloren. Zur frühzeitigen Entdeckung von Leckagen am Rohleitungssystem liefern Sensoren Echtzeit-Daten, wodurch Anomalien automatisiert entdeckt werden können.

Beispielprojekte:

- ▶ „Leak Detection: Starting Up a Smart Water Network“ (#67)

Bezeichnung der Smart City Solution:

18. Plattform für urbane Daten / Informationen

Adressierte Infrastrukturektoren:

- ▶ Energie, Mobilität, Verkehr

Relevante Technologie-Familien / -Cluster für diese Lösung:

- ▶ Sensornetzwerk, Big Data, Informationsplattform, standardisierte Schnittstellen (API), Überwachungssystem

Bemerkungen zur Umsetzung:

- ▶ Mittels einer offenen Datenplattform werden unterschiedlichste Daten, bspw. über Verkehrs- und Energiesysteme sowie Umweltfaktoren, gesammelt und anderen Nutzern zur Verfügung gestellt. Diese Daten können schließlich andere Akteure nutzen, um neue Informationsdienstleistungen bereitzustellen.

Beispielprojekte:

- ▶ „City information platform“ in Valladolid, Spanien (#71)
- ▶ „Urban COCKPIT“ in Köln (#72)
- ▶ „Data Curation Service“ (#73)

Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über relevante Technologie-Cluster resultierend aus den identifizierten Smart City-Lösungsansätze, welche einen signifikanten Einfluss auf die Lösungsumsetzung besitzen. Eine umfassende Erhebung aller relevanten Technologie-Cluster konnte im Rahmen dieses Projekts nicht vorgenommen werden.

Tabelle 2: Übersicht zu relevanten Technologie-Clustern im Kontext von Smart City-Lösungsansätzen

Infrastrukturelement	Smart City-Lösungsansatz	Technologiecluster
Information und Kommunikation	immer relevante Technologiecluster (smart = digitale Vernetzung)	Informations- und Kommunikation real time-Datenverfügbarkeit
		Energiemanagementsystem Energiespeicher (Batterien)
Energie	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung	Wärmetauscher Wärmepumpen Power to heat
		Block-Chain (für P2P Transaktionen)
	Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand	Hybride- / Elektro-Fahrzeuge Logistik-Hub in der Stadt Mülltrennung
		Intelligentes Müllmanagement für weniger Transportfahrten
Mobilität / Verkehr / Logistik	Vernetzte Logistik-Objekten für einen autonomen Materialfluss	Sensoren Mensch-Maschine-Interaktion Routen-Optimierung
		Sensoren Mobilfunk Energy Harvesting Identifikation (Logistik-Objekte) Materialflussmanagement
	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen	Elektrofahrzeuge Lastenfahrrad Ladeinfrastruktur Sharing-Plattform Ladesäulen
		Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge
	Intermodalitätsplattform	
		Mobilität on-demand
	Smart Taxi Stand System	

Infrastrukturelement	Smart City-Lösungsansatz	Technologiecluster
Sicherheit und Schutz	Intelligentes Parkplatzmanagement	Informations- und Buchungsplattform Sensornetzwerk
	Verkehrsdaten-Services	Verkehrsdaten-Analyse-Algorithmen Verkehrsüberwachungskameras (Bahn, Bus) Sensornetzwerk Mensch-Maschine-Interaktion
	Intelligentes Verkehrsleitsystem	Verkehrsdaten-Analyse-Algorithmen Kameraerfassung von Verkehrsteilnehmern Dynamisches Verkehrszeichenmanagement Adaptive LED Straßenbeleuchtung (on demand)
	Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung	Sensornetzwerk (u.a. mit Umwelt- und Verkehrssensoren) WLAN Access Point + Netzwerk Management Open Data Plattform
	Alarm Online Plattform (City Alerts)	Ladeinfrastruktur Plattform für Nachrichtenaustausch
	Management extremer Wetterereignisse	Analysemodelle (stormwater information) - predictive precipitation intelligence GIS Daten (flooding zones)
Wasser	Wasserverteilnetzwerk Monitoring	real-time SCADA data predictive leak intelligence Sensornetzwerk (leaks)

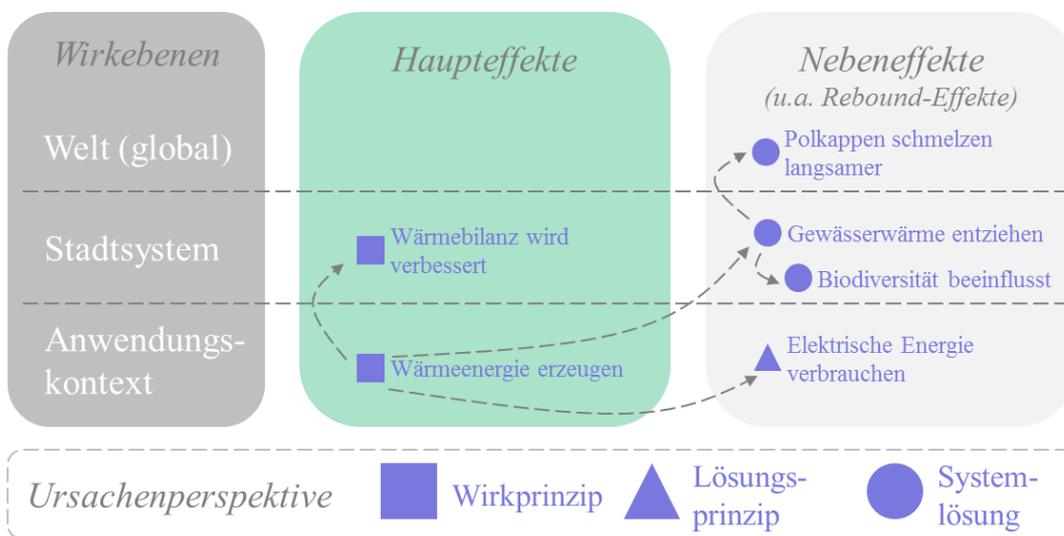
2.3.2 Bewertung der Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz

Zur Bewertung der einzelnen Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz wurde zunächst ein methodischer Rahmen abgesteckt und relevante Bewertungsebenen bestimmt. Die Effekte auf die Umwelt können unterschiedliche Ursachen haben. Die Differenzierung kann dabei auf Basis des Wirkprinzips (bspw. Wärmeenergie erzeugen), des Lösungsprinzips (bspw. Wärmeenergie mittels Wärmepumpen) sowie der im Beispiel konkret eingesetzten Systemlösung (das Produkt eines bestimmten Herstellers) beruhen. Des Weiteren können die Effekte als Haupteffekt oder Nebeneffekt beschrieben werden. Der Haupteffekt stellt dabei den Effekt dar, der im Projekt mit der eingesetzten Smart City Solution proaktiv erreicht werden sollte. Die Haupteffekte sind auf Basis der eingesetzten Literaturrecherche fast immer identifizierbar, da die beteiligten Akteure diesen Effekt zur Erreichung ihrer definierten Ziele benennen. Etwaige Nebeneffekte wie etwa Reboundeffekte werden hingegen nur in den seltensten Fällen kritisch reflektiert. Die Bewertung möglicher Nebeneffekte ist folglich nur durch eine individuelle Beurteilung durch entsprechende ExpertInnen möglich.

Haupt- und Nebeneffekte können dabei auf unterschiedlichen Wirkebenen auftreten. Die konkrete Smart City Solution wirkt zunächst direkt im individuellen Anwendungskontext (bspw. bei den Wasserwerken). Indirekt kann die konkrete Lösung jedoch auch eine Wirkung auf die Stadtebene ausüben,

in welcher der Anwendungskontext eingebettet ist, sowie darüber hinaus überregional und international. (vgl. Abbildung 10)

Abbildung 10: Methodischer Rahmen und Bewertungsebenen für Smart City Solution am Beispiel: Wärmerückgewinnung aus Abwasser mittels einer Wärmepumpe (eigene Darstellung)



Die folgende Bewertung der Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz erfolgt auf Grundlage der systemimmanenten Haupteffekte der technologischen Lösung. Die Wirkung auf die in Kapitel 2.1 genannten relevanten Ressourcen wird dabei aus den expliziten Projektbeschreibungen entnommen, wo die Smart City-Lösungsansätze zum Einsatz kamen, und des Weiteren durch die im Projekt konsultierten ExpertInnen auf Vollständigkeit und Plausibilität hin überprüft.

Unter der Annahme, dass die aufgezeigten Smart City-Lösungsansätze im Anwendungskontext und/oder auf Systemebene (vgl. Abbildung 11) grundsätzlich einen positiven Haupteffekt versprechen, kommen diese im Projektkontext zum Einsatz. Zur Identifikation von etwaigen Nebeneffekten bedarf es jedoch auch der Betrachtung der Systeme (bspw. Ökosysteme), in welche der jeweilige Smart City-Lösungsansatz eingebettet wird.

Abbildung 11: Modell zur Bewertung der Umwelteffekte auf unterschiedlichen Ebenen (eigene Darstellung)



Eine fundierte Aussage über etwaige Nebeneffekte können bspw. UmweltpertInnen tätigen, wodurch auch potenzielle Nachteile dem identifizierten Mehrwert von Smart City-Lösungsansätzen gegenübergestellt werden können. Für eine Bewertung der Nebeneffekte werden UmweltpertInnen mit Fokus auf Rohstoffeinsatz, Biodiversität/Wasser sowie Emissionen in Luft und Boden (u.a. Schall, Licht, elektromagnetische Wellen) befragt.

Die identifizierten Haupteffekte der Smart City Lösungsansätze auf die für dieses Projekt relevanten Ressourcen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 3: Bewertung der Smart City Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Wirkung auf Ressourcen (stellt die erwartete Wirkung seitens der ExpertInnen dar)

Identifizierte Smart City Lösungsansätze in den Infrastruktursektoren Energieversorgung, Wasserver-/entsorgung, Verkehr/Mobilität, Sicherheit und Schutz	Wirkung auf die Ressourcen						
	Rohstoffe	Energie	Wasser	Luft (qualität)	Boden / Fläche	Klima (stabilität)	Biodiversität
1) Smart Grid zur dezentrale Energieversorgung		+		(+)	+	+	
2) Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen	+			+	+	+	
3) Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge				+	-	+	
4) Intermodalitäts-Account				+		+	
5) Mobilität on-demand	+	+		+	+	+	
6) Smart Taxi Stand System		+		+		+	
7) Mobilitätsvermeidung durch Remote Services	+			+		+	
8) Smarte Logistik Hubs		+		+	+	+	+
9) Intelligentes Müllmanagement		+		+		+	
10) Vernetzte Logistik-Objekte (Transportbehälter)		+			+		
11) Parkplatzreservierung		+		+		+	

Identifizierte Smart City Lösungsansätze in den Infrastrukturektoren Energieversorgung, Wasserver-/entsorgung, Verkehr/Mobilität, Sicherheit und Schutz	Wirkung auf die Ressourcen						
	Rohstoffe	Energie	Wasser	Luft (qualität)	Boden / Fläche	Klima (stabilität)	Biodiversität
12) Verkehrsdaten-Services		+		+		+	
13) Intelligente Verkehrsleitsysteme		+		+		+	
14) Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung		+		(+)	+	(+)	+
15) Alarm Online Plattform	+						
16) Management extremer Wetterereignisse			+	(+)			
17) Wasserverteilnetzwerk Monitoring			+				
18) Plattform für urbane Daten / Informationen	+	+		+	+		

Legende: + positive Wirkung; - negative Wirkung; () indirekte Wirkung

Auffällig ist, dass die Städte kaum Lösungsansätze zur Verbesserungen der Biodiversität entwickeln. Auch wurde das Stichwort „Biodiversität“ in den Interviews lediglich einmal erwähnt. Generell zeigt sich, dass eine übergreifende Bewertung der Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Wirkung auf Ressourcen nur schwierig möglich ist, ohne die jeweiligen Ansätze sehr detailliert und ganzheitlich zu betrachten. Diese Aussage wird von den Teilnehmern des ExpertInnenworkshops bestätigt. Trotz tiefgreifender Fachexpertise konnte nicht immer ein Konsens zu einer allgemeingültigen Bewertungsaussage gefunden werden. Hintergrund ist, dass zur wirklich ganzheitlichen Betrachtung häufig die Bewertungsgrundlage in Form von Umweltdaten fehlt. Die jeweiligen ExpertInneneinschätzungen hierzu gehen darum häufig weit auseinander. Diese Diskrepanz und weitere Details zu den Umweltwirkungen sollen nachfolgend am Beispiel von ausgewählten Lösungsansätzen näher erläutert werden.

#1 Smart Grid zur dezentrale Energieversorgung

Der Ausbau von Smart Grids kann positive Umwelteffekte mit sich bringen – da sind sich alle ExpertInnen einig. Hierbei sind etwa positive Wirkungen auf den Flächenverbrauch (z.B. durch geringeren Bedarf an Netzausbauaktivitäten) sowie auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und damit Verbesserungen in der Luftqualität zu erwarten.

Allerdings gilt dies zum einen nur unter bestimmten Voraussetzungen. So können tatsächliche Effizienzgewinne nur erzielt werden, wenn Pufferungsmöglichkeiten für die fluktuativ vorliegende Energie vorhanden sind (z.B. über Power-to-Gas), wenn Sektorenkopplung (z.B. Strom + Wärme) erfolgt, wenn auch Großverbraucher in System integriert werden (z.B. Kühlhäuser, ...), wenn sich die einzelnen kleinen, dezentralen Netze verknüpfen und sich so ins Gesamtsystem einbinden und wenn Zugriff auf Steuerungsfähigkeiten und Flexibilität von einzelnen Verbrauchern gewährt wird.

Zum anderen stehen den o.g. positiven Umwelteffekten auch negative gegenüber. Smart Grid-Technologien führen beispielsweise zu einem Anstieg des Materialverbrauchs (z.B. seltene Erden für zusätzliche Elektronikkomponenten). Zudem können Rebound-Effekte auftreten, da der Energieverbrauch von Wohnungen zwar in den letzten Jahren gesenkt werden konnte, im Gegenzug jedoch teilweise weniger Wärmedämmung eingesetzt und die Wohnungsgrößen im Durchschnitt erhöht wurden. Dadurch werden die Einsparungen in ungefähr derselben Größenordnung wieder aufgehoben.

Ohnehin sind von Smart Grids eher kleine Effizienzschritte zu erwarten als wirkliche Energieeinsparungen. Sie ermöglichen vielmehr die Integration der fluktuierenden erneuerbaren Energien zu akzeptablen Preisen und Versorgungssicherheiten. Dabei kann der Energieverbrauch durch ein system-/netzdienliches Verhalten aber sogar ansteigen (z.B. durch Speicherverluste u.v.m.).

Somit bleibt die tatsächliche Tiefenwirkung einzelner Effekte im Detail zu untersuchen und das Verhältnis zwischen positiven und negativen Umweltauswirkungen zu optimieren. Maßnahmen gilt es unter Berücksichtigung von zusätzlichen Faktoren wie Versorgungssicherheit oder Kosten ganzheitlich abzuwägen. Ein Experte fasst diese holistische Optimierungsaufgabe wie folgt zusammen: „Smart Grids sind aus umwelttechnischer Sicht nicht per se gut, sondern es hängt davon ab, wie sie in das gesellschaftliche und soziale Umfeld einwirken!“

#8 Smarte Logistik Hubs

Eine der bereits teilweise umgesetzten Ideen von Smart Cities sind sogenannte „Logistik Hubs“. Um das steigende Logistikaufkommen (v.a. Postdienstleistungen, Transport, Firmenverkehr etc.) in den deutschen Ballungszentren in den Griff zu bekommen – und damit einerseits die Dienstleistungen selbst und andererseits das logistikbezogene Verkehrsaufkommen aus der Stadt verbannen – greifen Verkehrsplaner vermehrt auf smarte Logistik Hubs zurück. Die Idee ist, Sendungen an einem zentralen Ort vor der Stadt zu sammeln und von dort mit dem Lastenrad bzw. Fahrrad in die Stadt zu bringen („letzte Meile“). Die Abwicklung der Sendungen im Logistik Hub soll zusätzlich mit digitalen Diensten vernetzt und optimiert werden. Positive Umweltwirkung werden maßgeblich durch Effizienzsteigerung erreicht. Das verringerte Verkehrsaufkommen in der Stadt führt zusätzlich dazu, dass Flächen frei werden, welche zur Schaffung von Grün- und/oder Rekreationsflächen genutzt werden können. Neben der verbesserten Flächennutzung haben Logistik Hubs positive Auswirkungen auf die Bereiche Rohstoffe, Energie, Wasserqualität, Luftqualität, Klimastabilität und Lärm.

#14 Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung

Lichtverschmutzung hat einen negativen Einfluss sowohl auf Menschen als auch auf Tiere. Intelligente, multifunktionale Straßenbeleuchtungen könnten dabei helfen, Energie zu sparen und Lichtverschmutzung zu reduzieren, was zur Eingrenzung von Artenverlust führen kann. Solche Straßenbeleuchtungen sind demzufolge eine der wenigen Smart City-Lösungsansätze, die eine Verbesserung oder zumindest Beibehaltung von Biodiversität adressieren.

Sie können darüber hinaus umweltbezogene und soziale Daten sammeln und zudem gleichzeitig als Ladestation für Elektrofahrzeuge fungieren. Dadurch haben sie wenigstens indirekten Einfluss auf die Verbesserung der Luftqualität in viel befahrenen Gegenden.

Auch hierbei sind Herausforderungen bei der Implementierung wie die Wirtschaftlichkeit, gesteigerte Komplexitäten oder ein erhöhter Rohstoffverbrauch zu berücksichtigen. Allerdings überwiegen die Vorteile, sodass es einen breiten Konsens bezüglich der positiven Wirkung solcher Systeme auf die Umwelt und die Wirtschaft gibt.

#16 Management extremer Wetterereignisse

Das Management von extremen Wetterereignissen wie z.B. Sturmwater ist ein Schlüsselbereich der Stadtentwicklung. Städte wie Köln, Berlin und Kopenhagen führen derzeit innovative Projekte in diesem Bereich durch. Ein wichtiger Bereich ist beispielsweise, das Kühlungspotenzial des Sturmwassers gegen den vermehrten Hitzestress in europäischen Großstädten zu nutzen. Obwohl technologisch schwer umsetzbar, ist dies ein vielversprechender Bereich des Wassermanagements mit hoher Umweltrelevanz, in dem innovative Lösungen gefragt sind.

Allerdings muss auch bei diesem Thema auf Zielkonflikte, Wechselwirkungen und Verlagerungseffekte geachtet werden. Zielkonflikte liegen z.B. in den hohen Kosten technischer Bauten und Infrastruktur,

aber auch in der Optimierung zwischen Flächenverbrauch für die Regenrückhaltung und der städtischen Lebensqualität. Eine integrierte Betrachtung ist auch für diesen Lösungsansatz unabdingbar.

#18 Plattform für urbane Daten / Informationen

Urbane Daten-Plattformen sind gewissermaßen das Herzstück einer digitalisierten Stadt – der Smart City. Durch das Sammeln von Daten aus den einzelnen smarten Infrastrukturen (z.B. Ressourcen-, Wasser-, Wetter-, Klima-, Geodaten etc.) sowie über die BürgerInnen selbst (Demographie, Konsumverhalten, Soziales) werden zentrale Datenplattformen geschaffen. Darin werden die Daten ausgewertet, zusammengefasst und für verschiedenste Dienste genutzt. Dies gilt v.a. auch für umweltrelevante Dienste. Solche Plattformen sind als Querschnittstechnologie anzusehen und wirken somit indirekt auf das Klima und die Umwelt, indem sie es den Menschen ermöglichen, Ressourcen effizienter zu nutzen (etwa in den Bereichen Mobilität, Wohnen, Wasser, Ernährung). Doch auch in diesem Lösungsansatz können sich potenziell negative Umweltwirkungen durch etwa Rebound-Effekte oder gesteigerten Energie- und Materialverbrauch verstecken.

2.4 Trends – Smart City-/Infrastruktur-Projekte in der Forschung

In den in Kapitel 2.3 definierten Infrastruktursektoren wurden Trends identifiziert, welche aus Anwendersicht neue Leistungen versprechen oder neue Nutzungsszenarien beschreiben. Entwicklungen einzelner Technologien wurden dabei nicht im Detail analysiert, da diese je nach Applikation unvorhergesehen substituiert werden könnten, was die Trendaussagen nur bedingt nutzbar macht.

Infrastruktursektor: Energie

Dezentralisierung in der Energieversorgung mittels autarker Micro-Grids

- ▶ Vernetzte Energieversorgung und ein intelligentes Energiemanagement im Quartier und lokalen Raum führt zur größeren Unabhängigkeit von überregionalen Infrastrukturen
- ▶ Dezentrale Erzeugung und Speicherung von Energie
- ▶ Dezentrale Infrastruktur-Zellen (autarke Micro Smart Grids)
- ▶ Vehicle to Grid-Lösungen entlasten das Stromnetz und erhöhen die Flexibilität
- ▶ Zunahme von Micro-Harvesting durch Einbindung bisher nicht genutzter Energiequellen
- ▶ Etablierung des peer to peer-Prinzips im Stromsektor (unterstützt durch die Block-Chain Technologie)

Infrastruktursektor: Mobilität / Verkehr

Kombination verschiedener vorhandener Entwicklungen im Bereich Mobilität

- ▶ Kombination der bestehenden Trends: Elektrifizierung, Vernetzung und autonomes Fahren
- ▶ Mobility as a service
- ▶ Kombination Mobility as a service & autonomes Fahren
- ▶ Gemeinschaftliche Mobilitätssysteme
- ▶ On-Demand ÖPNV

Infrastruktursektor: Logistik

Dreidimensionale Nutzung des Stadtraumes in der Logistik

- ▶ Nutzung des urbanen Luftraums: Belieferung von Städten mittels Drohnen und Zeppelin als Pufferspeicher über der Stadt (bspw. Amazon)

- ▶ Verstärkte Nutzung des Erdraumes als temporärer Speicher oder für Transportwege in dicht bebauten Städten (bspw. Vorhaben ‚Cargo Sous Terrain‘ in der Schweiz)
- ▶ Aufkommen neuer Smart Parking Lösungen bspw. auch durch Umnutzung von Parkhäusern als temporäre Lager für Güter

Infrastruktursektor: Information und Kommunikation

Kombination des Internet of Things (IoT) mit Big Data

- ▶ Integration von Big Data in Smart Parking
- ▶ Urbane Sensorik
- ▶ Kombination von Big Data und Verkehrssensoren ermöglicht optimierten Verkehrsfluss
- ▶ Automatisierung / Vernetzung von Verkehrsträgern

Infrastruktursektor: Sicherheit und Schutz

Mehrfachnutzung bereits vorhandener Infrastruktur

- ▶ Zunehmende Funktionalisierung von Straßenbeleuchtung bspw. als WLAN-Transmitter, Parkraumüberwachung, Ladestation für Elektroautos
- ▶ Nutzung bereits vorhandener, privater WLAN-Netzwerke als öffentliches WLAN

3 Bedeutung von Regelwerken und Normen für Smart City-Anwendungen

Aufgrund zunehmender Technikkonvergenz und Digitalisierung werden in bisher traditionellen Technologiesektoren und Wirtschaftsbranchen ganzheitliche Betrachtungen erforderlich. Vor allem müssen in diesem Zusammenhang Schnittstellen betrachtet und häufig neu definiert werden. Eine nachhaltige Quartiers – bzw. Stadtentwicklung erfordert ebenso eine ganzheitliche Betrachtung: von der Planung und Erschließung bis zu den von der Umsetzung betroffenen Technologieanbietern muss der gesamte Lebenszyklus abgedeckt werden. Einen wesentlichen Beitrag zu dieser Ausgestaltung und des Managements der zum Teil neu auftretenden Schnittstellen bilden Normen und Standards. Der Einsatz neuer Technologien – wie für smarte Infrastrukturlösungen - erfordert eine Überprüfung existierender Regelwerke (inklusive Normen und Standards) und ggf. deren Anpassung.

Dieses Arbeitspaket zielt auf die Beantwortung der folgenden Fragestellungen:

- ▶ Welche technischen Regeln existieren? Was umfasst deren Anwendungsbereich?
- ▶ Welche technischen Regeln werden zukünftig weiterhin relevant sein?
- ▶ Welche technischen Regeln müssen zur zukünftigen Anwendung überarbeitet werden?
- ▶ Welche Schnittstellen werden neu auftreten und neue Normen/Standards erfordern?

Denn durch die Erstellung von Normen/Standards werden öffentlich zugängliche Dokumente geschaffen, die den Einsatz und die Integration neuer Technologien in eine bestehende Infrastruktur sicherstellen. Über die Anwendung der erarbeiteten Standards kann eine effiziente und kundenorientierte Übertragbarkeit der Technologien bzw. Dienstleistungen ermöglicht werden. Durch die Standards wird Transparenz auf dem Markt geschaffen, was nicht zuletzt zur Steigerung der Investitionsbereitschaft in Kommunen führt. Bei zukünftigen Infrastrukturprojekten wird die Übertragung des ganzheitlichen Ansatzes immer wichtiger. Diese neuen Verknüpfungen erzwingen auch neue Herausforderungen in der Organisation von Schnittstellen, fachlichen Zuständigkeiten und ressortübergreifender Kommunikation und Management.

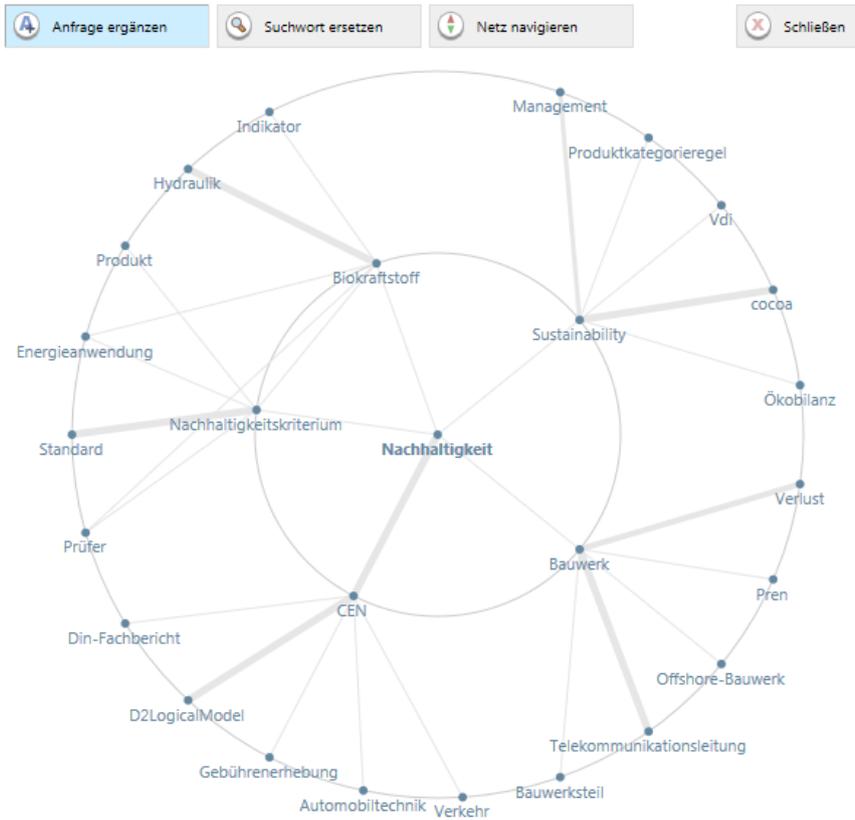
Historisch gewachsene Kommunen, wie sie im Europäischen Raum fast ausschließlich vorzufinden sind, stehen vor großen Herausforderungen bei der Bewältigung des gesellschaftlichen, demografischen, klimatischen und digitalen Wandels. Immer kürzer werdende Innovations- und Produktentwicklungszyklen in immer kürzer werdenden Abständen stellen die Handlungsfähigkeit der Kommunen dabei auf die Probe. Trotz finanzieller, administrativer, regulatorischer und technologischer Unsicherheiten sind Kommunen dennoch angehalten, eine nachhaltige Entwicklung anzustreben und eine nachhaltige Daseinsvorsorge zu gewährleisten.

3.1 Identifizierung relevanter Normen und Regelwerke

Um die Bedeutung von Regelwerken und Normen für Smart-City Anwendungen bewerten zu können, bedarf es zunächst der Identifikation sämtlicher potenziell relevanter Dokumente, die von einer Verschmelzung unterschiedlicher Bereiche betroffen sind. In enger Abstimmung mit den Projektpartnern ICLEI und Fraunhofer IAO wurde durch das DIN eine Stichwortliste (siehe Abbildung 12) erstellt, welche als Grundlage für eine detaillierte und umfassende Normenrecherche dienen sollte. Diese Liste wurde aufgrund der europäisch und international hohen Relevanz der Thematik zweisprachig (Englisch und Deutsch) erstellt. Neben der weitreichenden Expertise der Projektpartner wurde bei der Zusammenstellung der Stichwortliste das IT-Tool SNIF (Semantisches Normen-Informationsframework) verwendet, welches der semantischen Normensuche dient. Dieses Tool ermöglicht die Suche nach bestimmten Formulierungen oder Stichwörtern innerhalb des gesamten deutschen Normenwerks. Wei-

terhin generiert es Assoziationsnetze, welche Beziehungen zwischen themenverwandten Begriffen visualisieren und dadurch die Identifikation weiterer relevanter Stichwörter ermöglichen. Exemplarisch wird in nachfolgender Grafik das Assoziationsnetz zu dem Begriff Nachhaltigkeit dargestellt.

Abbildung 12: Assoziationsnetz "Nachhaltigkeit" (eigene Darstellung, DIN)



Anhand der erstellten Stichwortliste wurde eine Vorab-Recherche relevanter Normen und Standards durchgeführt. Nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Stichwortliste zusammen:

Tabelle 4: Zusammenfassung Stichwortliste

Kategorie	Anzahl Stichwörter (DE und EN)
Smart City	51
Kritische Infrastrukturen ⁵	31
Umwelt und Nachhaltigkeit	15
Stadtsysteme	8

Zur Durchführung der Normenrecherche wurde die Referenz-Datenbank Perinorm verwendet, welche Daten aus 26 Ländern und die Daten der europäischen und internationalen Normungsorganisationen mit insgesamt ca. 1,8 Millionen Datensätzen weltweit beinhaltet.

⁵ Anlage, ein System oder Teil davon, die von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Gesellschaft und ihrer wichtigen Funktionen, der Sicherheit und des wirtschaftlichen oder sozialen Wohlergehens der Bevölkerung ist und deren Störung oder Zerstörung erhebliche Auswirkungen hätte, da diese Funktionen nicht mehr aufrechterhalten werden können [EU-Richtlinie über die "Ermittlung und Ausweisung europäischer kritischer Infrastrukturen und die Bewertung der Notwendigkeit, ihren Schutz zu verbessern" (2008/114/EG), 8. Dezember 2008, Artikel 2]

Auf Basis der Stichwortliste wurden potenziell relevante Normen und Standards identifiziert. Hierbei wurden nationale, europäische und internationale Dokumente (DIN-, EN- und ISO-Normen) in die Recherche aufgenommen. Diese erste Analyse hat die Komplexität der Thematik aufgrund der hohen Anzahl potenziell betroffener Dokumente aufgezeigt. Um die identifizierten und im Rahmen des Projektes relevanten Normen und Standards hinsichtlich der Themen

- ▶ Digitalisierung,
- ▶ Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien,
- ▶ Reduzierung des Ressourcenverbrauchs,
- ▶ Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer und
- ▶ Reparatur- und Recyclingfähigkeit/Kreislaufwirtschaft

fachkundig bewerten zu können, wurde für die weitere Analyse ein mehrstufiges Vorgehensmodell gewählt.

3.1.1 Identifizierung und Priorisierung relevanter europäischer Komitees

Zunächst wurden sämtliche Technischen Komitees (TC – Technical Committee) des Europäischen Komitees für Normung (CEN - Comité Européen de Normalisation) aufgelistet. Die Fokussierung auf europäische Komitees (CEN/TC) liegt darin begründet, dass ein Großteil der europäischen Normen auf nationaler Ebene übernommen wird. Anschließend wurde seitens DIN eine erste Priorisierung der Komitees hinsichtlich ihrer Relevanz für das Projekt anhand ihrer Themenfelder und Aufgabenbereiche vorgenommen. Daraufhin haben die Projektpartner ICLEI und Fraunhofer IAO die identifizierten CEN/TCs anhand der Relevanz mit den Priorisierungsstufen *gering*, *mittel* und *hoch* bewertet. Von insgesamt 334 existierenden CEN/TCs wurden 232 als *nicht relevant* für das Projekt eingestuft. Von den verbliebenen 102 Technischen Komitees wurde die Priorität von 21 Komitees als *gering*, von 27 Komitees als *mittel* und von 54 Komitees als *hoch* eingestuft.

Eine besondere Herausforderung bei der Priorisierung der CEN/TCs liegt darin, die stark konvergen-ten sowie technologie- und themenübergreifenden Smart City Lösungen auf die stark fragmentierten Strukturen der Technischen Komitees zu applizieren. Die nachfolgende Tabelle zeigt die thematische Verknüpfung der CEN/TCs zu den in AP 1 identifizierten Smart City Lösungen. Die *hoch* relevanten TCs weisen einen direkten Bezug zu einer der identifizierten Smart City Lösungen auf, welche in der rechten Spalte dargestellt sind. Auf deren Grundlage wurden in AP 1 die Technologiecluster bestimmt. Zudem sind diejenigen CEN/TCs *farblich* hervorgehoben, die nach Angaben von CEN die Aspekte *Umwelt und Nachhaltigkeit* in ihren Arbeiten besonders verfolgen.

Tabelle 5: CEN/TC-Relevanz: hoch

CEN/TC	Title	Relevanz	Smart City Lösung
CEN/CLC/TC 2	Power Engineering	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge
CEN/TC 109	Central heating boilers using gaseous fuels	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 110	Heat exchangers	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 113	Heat pumps and air conditioning units	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung

CEN/TC 119	Intermodal Loading Units and Cargo Securing (ILUCS)	Hoch	Intermodalitätsplattform, Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand
CEN/TC 130	Space heating appliances without integral heat sources	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 164	Water supply	Hoch	Wasserverteilnetzwerk Monitoring
CEN/TC 165	Waste water engineering	Hoch	stormwater management
CEN/TC 169	Light and lighting	Hoch	Intelligente multifunktionale Straßenbeleuchtung, Intelligentes Verkehrsleitsystem
CEN/TC 176	Heat meters	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 180	Decentralized gas heating	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 181	Dedicated liquefied petroleum gas appliances	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 182	Refrigerating systems, safety and environmental requirements	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 183	Waste management	Hoch	Intelligentes Müllmanagement für weniger Transportfahrten
CEN/TC 197	Pumps	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, stormwater management
CEN/TC 225	AIDC technologies	Hoch	Informations- und Kommunikationstechnologie, real-time Datenverfügbarkeit
CEN/TC 226	Road equipment	Hoch	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Mobilität on-demand, Intelligentes Parkplatzmanagement, Verkehrsdaten-Services, Intelligentes Verkehrsleitsystem
CEN/TC 227	Road materials	Hoch	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Mobilität on-demand, Intelligentes Parkplatzmanagement, Verkehrsdaten-Services, Intelligentes Verkehrsleitsystem

CEN/TC 228	Heating systems and water based cooling systems in buildings	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 234	Gas infrastructure	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 237	Gas meters	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 247	Building Automation, Controls and Building Management	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 256	Railway applications	Hoch	Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss, Intermodalitätsplattform, Verkehrsdaten-Services
CEN/TC 267	Industrial piping and pipelines	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 278	Intelligent transport systems	Hoch	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Mobilität on-demand, Intelligentes Parkplatzmanagement, Verkehrsdaten-Services, Intelligentes Verkehrsleitsystem
CEN/TC 282	Installation and equipment for LNG	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 284	Greenhouses	Hoch	Keine Zuordnung zu den SCC Solutions. Da Biodiversität insbesondere aus ökologischer und nachhaltiger Sicht relevant ist, wird dieses TC als hoch relevante eingestuft.
CEN/TC 287	Geographic Information	Hoch	Wasserverteilnetzwerk Monitoring, stormwater management, Intelligentes Verkehrsleitsystem, Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 294	Communication systems for meters	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 301	Road vehicles	Hoch	Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand, Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen, Intermodalitätsplattform, Mobilität on-demand

CEN/TC 310	Advanced automation technologies and their applications	Hoch	Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss, Intermodalitätsplattform, Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 312	Thermal solar systems and components	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 318	Hydrometry	Hoch	Wasserverteilnetzwerk Monitoring, stormwater management
CEN/TC 320	Transport - Logistics and services	Hoch	Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand, Vernetzte Logistik-Objekten für einen autonomen Materialfluss, Intermodalitätsplattform, Mobilität on-demand, Intelligentes Verkehrsleitsystem
CEN/TC 331	Postal services	Hoch	Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand, Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss
CEN/TC 334	Irrigation techniques	Hoch	Wasserverteilnetzwerk Monitoring
CEN/TC 335	Solid biofuels	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 337	Road operation equipment and products	Hoch	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen, Verkehrsdaten-Services, Intelligentes Verkehrsleitsystem
CEN/TC 354	Non-type approved light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities	Hoch	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen, Intermodalitätsplattform, Mobilität on-demand
CEN/TC 371	Energy Performance of Buildings project group	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 377	Air Traffic Management	Hoch	Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss
CEN/TC 406	Mechanical products - Ecodesign methodology	Hoch	Fokus auf ökologischen Aspekten und Nachhaltigkeit
CEN/TC 408	Natural gas and biomethane for use in transport and biomethane for injection in the natural gas grid	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung

CEN/TC 413	Insulated means of transport for temperature sensitive goods with or without cooling and/or heating device	Hoch	Smarte Logistik Hubs für Last Mile Delivery on demand, Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss
CEN/TC 428	Digital competences and ICT Professionalism	Hoch	Digitale Vernetzung
CEN/TC 434	Electronic Invoicing	Hoch	Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen, Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Intermodalitätsplattform, Mobilität on-demand, Intelligentes Parkplatzmanagement
CEN/TC 442	Building Information Modelling (BIM)	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, Digitale Vernetzung
CEN/TC 48	Domestic gas-fired water heaters	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 50	Lighting columns and spigots	Hoch	Intelligente, multifunktionale Straßenbeleuchtung , Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Vernetzte Logistik-Objekte für einen autonomen Materialfluss
CEN/TC 57	Central heating boilers	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung
CEN/TC 62	Independent gas-fired space heaters	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, Digitale Vernetzung
CEN/TC 88	Thermal insulating materials and products	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, Digitale Vernetzung
CEN/TC 89	Thermal performance of buildings and building components	Hoch	Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung, Digitale Vernetzung
CEN/TC 92	Water meters	Hoch	Wasserverteilnetzwerk Monitoring

Die nachfolgende Tabelle listet diejenigen CEN/TCs auf, welche nach Einschätzung der Projektpartner einen indirekten Bezug zu den identifizierten Technologieclustern haben oder durch die Integration von Smart City Lösungen indirekt betroffen sind.

Tabelle 6: CEN/TC-Relevanz: mittel

CEN/TC	Title	Relevanz
CEN/TC 104	Concrete and related products	mittel

CEN/TC 125	Masonry	mittel
CEN/TC 126	Acoustic properties of building elements and of buildings	mittel
CEN/TC 127	Fire safety in buildings	mittel
CEN/TC 128	Roof covering products for discontinuous laying and products for wall cladding	mittel
CEN/TC 129	Glass in building	mittel
CEN/TC 189	Geosynthetics	mittel
CEN/TC 203	Cast iron pipes, fittings and their joints	mittel
CEN/TC 218	Rubber and plastics hoses and hose assemblies	mittel
CEN/TC 224	Personal identification and related personal devices with secure element, systems, operations and privacy in a multi sectorial environment	mittel
CEN/TC 229	Precast concrete products	mittel
CEN/TC 230	Water analysis	mittel
CEN/TC 261	Packaging	mittel
CEN/TC 263	Secure storage of cash, valuables and data media	mittel
CEN/TC 265	Metallic tanks for the storage of liquids	mittel
CEN/TC 266	Thermoplastic static tanks	mittel
CEN/TC 288	Execution of special geotechnical works	mittel
CEN/TC 319	Maintenance	mittel
CEN/TC 33	Doors, windows, shutters, building hardware and curtain walling	mittel
CEN/TC 348	Facility Management	mittel
CEN/TC 365	Internet Filtering	mittel
CEN/TC 391	Societal and Citizen Security	mittel
CEN/TC 393	Equipment for storage tanks and for filling stations	mittel
CEN/TC 430	Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection	mittel
CEN/TC 444	Test methods for environmental characterization of solid matrices	mittel
CEN/TC 72	Fire detection and fire alarm systems	mittel
CEN/TC 99	Wallcoverings	mittel

3.1.2 Identifizierung und Kontaktierung der nationalen Spiegelausschüsse

Um eine qualitativ hochwertige und inhaltlich fundierte Bewertung der potenziell relevanten Normen und Standards zu gewährleisten und eine realistische Einschätzung von ExpertInnen der Fachbereiche einzuholen, wurden die Verantwortlichen der Technischen Komitees und deren ExpertInnen in die Bewertung einbezogen. Hierfür erstellte das Projektkonsortium einen Fragebogen (siehe Anhang), welcher die Kernfragen des Projektes bezüglich der Normen und Standards der Technischen Komitees forciert. Jedes CEN/TC wird auf nationaler Ebene von einem Spiegelausschuss in Form eines themenverwandten Normenausschusses vertreten. Dieser Ausschuss fungiert in der Regel als Spiegelausschuss mehrerer CEN/TCs und hat direkten Kontakt zu den Obleuten (Vorsitzende) der europäischen Ausschüsse. Eine detaillierte Auflistung der relevanten CEN/TCs und der dazugehörigen Spiegelausschüsse wird in Form einer Excel-Datei dem finalen Bericht angehängt. Der Fragebogen wurde in zweifacher Ausführung (Deutsch und Englisch) erstellt, damit dieser auch an europäische ExpertInnen weitergeleitet werden kann. Das Anschreiben wurde über die verantwortlichen Normenausschüsse an die ExpertInnen aus den CEN/TCs weitergeleitet und beinhaltet folgende Fragen:

- ▶ Welche der nachfolgenden Themen werden bereits in Ihrem CEN/TC / Ihren WGs (Working Groups) bei der Normungsarbeit adressiert und wie hoch schätzen Sie die Relevanz dieser Themen für die zukünftige Normungsarbeit ein?
- ▶ Welche Normen/Dokumente des CEN/TCs sind potenziell davon betroffen, dass zukünftig die Digitalisierung in Siedlungs- und Infrastrukturen Einzug erhält?
- ▶ Bei welchen Themen/Dokumenten Ihres CEN/TCs sehen Sie die größten Potenziale, die zuvor genannten Themen in die Normungsarbeit einzubinden?
- ▶ Welcher zeitliche Rahmen ist für eine Überarbeitung hinsichtlich obiger Themen einzuplanen?
- ▶ Was sind die größten Herausforderungen, mit denen Sie sich bei der Einbeziehung obiger Themen in die Normungsarbeit konfrontiert sehen?
- ▶ Ist die Vernetzung zu anderen CEN/TCs und ExpertInnenkreisen, insbesondere aus dem Bereich der Digitalisierung, sinnvoll oder ist das benötigte Know-How ausreichend in den Gremien vertreten?

3.2 Analyse bestehender Regelwerke anhand der Umfrageergebnisse

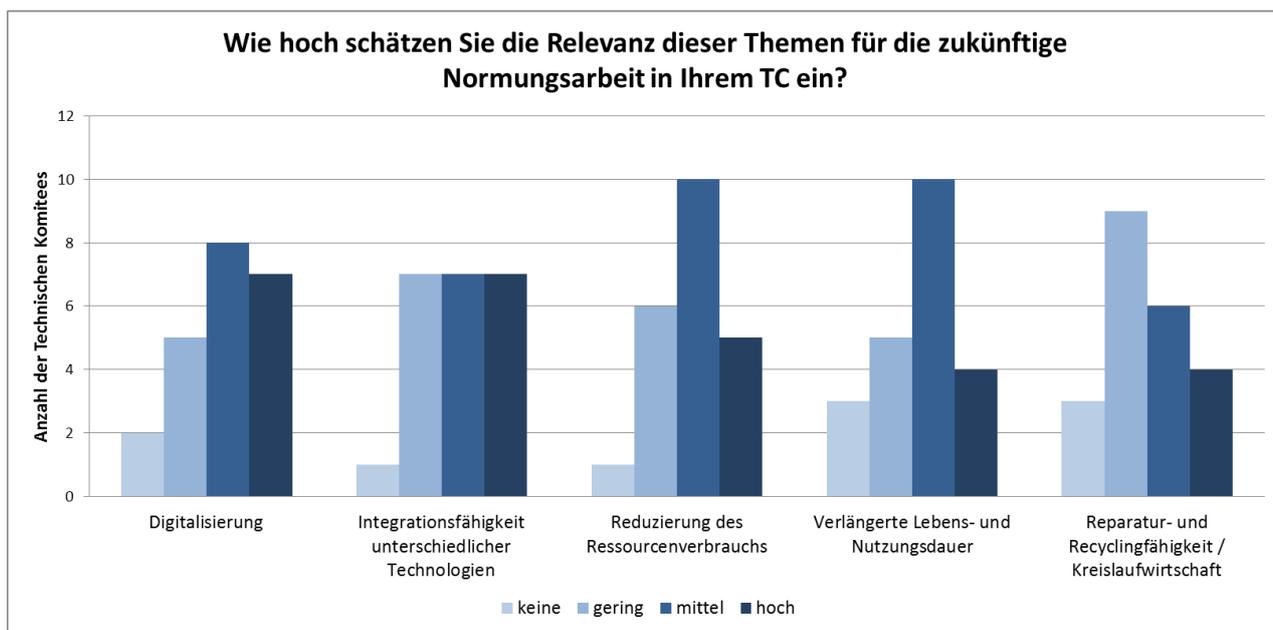
Im Rahmen der zuvor dargestellten Befragung wurden insgesamt 81 CEN/TCs mit hoher und mittlerer Relevanz identifiziert und über die nationalen Spiegelausschüsse angeschrieben. Der Fragebogen wurde direkt an die ExpertInnen der Spiegelausschüsse und der Technischen Komitees weitergeleitet, um eine fundierte Bewertung sicherzustellen. Die Rücklaufquote beantworteter Umfragebögen belief sich auf 24,69 %, was einer absoluten Größe von 20 CEN/TCs entspricht, welche den Fragebogen beantwortet haben. In die Gesamtauswertung gehen jedoch 22 Antwortbögen ein, da von zwei der angeschriebenen CEN/TCs Antworten zweier ExpertInnen eingereicht wurden. Aufgrund der unterschiedlichen Einschätzung dieser ExpertInnen innerhalb der gleichen CEN/TCs wurden diese separat in die Gesamtauswertung einbezogen. In der detaillierten Ergebnisdarstellung werden die beiden Doppelbewertungen explizit diskutiert. Um die Rücklaufquote in einem nachgelagerten Schritt zu erhöhen, wird im weiteren Projektverlauf eine nochmalige Priorisierung derjenigen CEN/TCs erfolgen, die bisher nicht geantwortet haben, deren Wichtigkeit für das vorliegende Projekt jedoch als absolut notwendig angesehen wird. Insbesondere die in obiger Tabelle farblich markierten CEN/TCs, welche bereits Umwelt und Nachhaltigkeitsaspekte in ihrer Normungsarbeit fokussieren, werden in diese nachgelagerte Befragung einfließen. Nachfolgende Tabelle zeigt diejenigen CEN/TCs, welche an der Befragung teilgenommen haben:

Tabelle 7: An Umfrage beteiligte CEN/TCs

CEN/TC	Relevanz
CEN/TC 33 Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfas-saden	mittel
CEN/TC 72 Brandmelde- und Feueralarmanlagen	mittel
CEN/TC 129 Glas im Bauwesen	mittel
CEN/TC 183 Abfallwirtschaft	hoch
CEN/TC 226 Straßenausstattung	hoch
CEN/TC 256 Eisenbahnwesen	hoch
CEN/TC 282 Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas	hoch
CEN/TC 337 Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst	hoch
CEN/TC 354 Aufsitz- und Geländefahrzeuge für den Transport von Personen und Gütern	hoch
CEN/TC 391 Schutz und Sicherheit der Bürger	mittel
CEN/TC 176 Wärmezähler	hoch
CEN/TC 228 Heizungssysteme in Gebäuden	hoch
CEN/TC 247 Gebäudeautomation und Gebäudemanagement	hoch
CEN/TC 267 Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen	hoch
CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung	hoch
CEN/TC 310 Fortgeschrittene Fertigungstechniken	hoch
CEN/TC 335 Feste Biobrennstoffe	hoch
CEN/TC 337 Luftverkehrsmanagement	hoch
CEN/TC 92 Wasserzähler	hoch
CEN/TC 57 Zentralheizungskessel	hoch

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt und anschließend interpretiert.

Abbildung 13: Grafische Darstellung der Ergebnisauswertung (eigene Darstellung, DIN)



In obiger Grafik werden zusammenfassend die Ergebnisse des ersten Teils der Umfrage dargestellt, in welcher die befragten ExpertInnen die Relevanz der Themen *Digitalisierung*, *Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien*, *Reduzierung des Ressourcenverbrauchs*, *Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer* und *Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft* für die zukünftige Normungsarbeit ihrer CEN/TCs bewertet haben.

Digitalisierung

Zwei der in die Umfrage einbezogenen CEN/TCs schätzen die Digitalisierung als *nicht relevant* für ihre zukünftigen Arbeiten ein. 22,7 % der befragten ExpertInnen schätzen die Relevanz der Digitalisierung für ihre zukünftige Normungsarbeit als *gering*, 36,4 % - und somit die Mehrheit - als *mittel* und 31,8 % als *hoch* ein.

Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien

Einer der befragten ExpertInnen schätzt die Relevanz dieses Themas für sein technisches Komitee als nicht relevant ein. Die Einschätzung der anderen ExpertInnen verteilt sich zu gleichen Teilen auf die Bewertungskategorien *gering*, *mittel* und *hoch* (jeweils 31,8 %).

Reduzierung des Ressourcenverbrauchs

Wie bereits beim vorherigen Thema schätzt ein Experte die Relevanz der *Reduzierung des Ressourcenverbrauchs* als nicht relevant ein. Hierbei handelt es sich um das CEN/TC 391 *Schutz der Sicherheit und Bürger*. Die verwalteten Dokumente dieses CEN/TCs fokussieren vornehmlich die Terminologie, Anforderungen und Richtlinien für Managementsysteme zum Schutz der Bevölkerung. Diese haben primär keinen unmittelbaren Einfluss auf die Reduzierung des Ressourcenverbrauchs. Zudem schätzen neun, und somit 40,9 %, die Relevanz der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs für ihr CEN/TC als *mittel* ein. Von sechs ExpertInnen (27,3%) wird die Relevanz dieses Themas als *gering* und von fünf ExpertInnen (22,7%) als *hoch* eingestuft.

Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer

Drei ExpertInnen (13,6 %) schätzen dieses Thema für ihre zukünftigen Normungsarbeiten als *nicht relevant* ein. Fünf der befragten ExpertInnen (22,7 %) stufen die Relevanz als *gering* und vier (18,2 %) als *hoch* ein. Neun der befragten ExpertInnen, und somit der Hauptteil mit 40,9 %, schätzt die Relevanz als *mittel* ein.

Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft

Ebenfalls drei der befragten ExpertInnen stufen das Thema *Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft* als *nicht relevant* ein. Der Großteil der Umfrageteilnehmer prognostiziert eine *geringe* Relevanz des Themas für ihre zukünftigen Arbeiten. Die verbleibenden Ergebnisse verteilen sich zu 27,3 % auf die *mittlere* und zu 18,2 % auf die *hohe Relevanz*.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zuvor abstrakt beschriebenen Umfrageergebnisse detailliert pro CEN/TC.

Tabelle 8: Detaillierte Darstellung der Umfrageergebnisse

CEN/TC	Digitalisierung	Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien	Reduzierung des Ressourcenverbrauchs	Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer	Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft
CEN/TC 33 Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden	gering	mittel	mittel	mittel	gering
	mittel	gering	mittel	keine	gering
CEN/TC 72 Brandmelde- und Feueralarmanlagen	gering	hoch	gering	keine	keine
CEN/TC 129 Glas im Bauwesen	mittel	mittel	gering	gering	gering
CEN/TC 183 Abfallwirtschaft	mittel	gering	mittel	mittel	hoch
CEN/TC 226 Straßenausstattung	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel
CEN/TC 256 Eisenbahnwesen	gering	gering	gering	mittel	gering
CEN/TC 282 Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas	hoch	gering	hoch	mittel	keine
CEN/TC 337 Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst	mittel	gering	mittel	mittel	hoch
CEN/TC 354 Aufsitz- und Geländefahrzeuge für den Transport von Personen und Gütern	keine	keine	gering	gering	gering
CEN/TC 391 Schutz und Sicherheit der Bürger	gering	hoch	keine	keine	keine
	hoch	hoch	mittel	gering	hoch

CEN/TC 176 Wärmezähler	mittel	mittel	hoch	hoch	mittel
CEN/TC 228 Heizungssysteme in Gebäuden	mittel	mittel	hoch	mittel	gering
CEN/TC 247 Gebäudeautomation und Gebäudemanagement	hoch	hoch	mittel	gering	gering
CEN/TC 267 Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen	hoch	mittel	gering	hoch	mittel
CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernableitung	hoch	hoch	mittel	mittel	gering
CEN/TC 310 Fortgeschrittene Fertigungstechniken	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
CEN/TC 335 Feste Biobrennstoffe	mittel	mittel	hoch	mittel	mittel
CEN/TC 337 Luftverkehrsmanagement	hoch	hoch	mittel	mittel	mittel
CEN/TC 92 Wasserzähler	keine	gering	mittel	Mittel	mittel
CEN/TC 57 Zentralheizungskessel	gering	gering	gering	Gering	gering

3.2.1 Interpretation der Umfrageergebnisse zur Relevanz von Normen und Regelwerken

Die Ergebnisse zeigen, dass nur wenige der an der Umfrage partizipierenden Komitees die identifizierten Themen als irrelevant für ihre zukünftige Arbeit sehen. Diese Ergebnisse lassen die Interpretation zu, dass die Wichtigkeit der Themen Digitalisierung, Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien, Reduzierung des Ressourcenverbrauchs, Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer sowie Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft bei einem Großteil der Umfrageteilnehmer erkannt wurde.

CEN/TC 33 Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangfassaden und *CEN/TC 176 Wärmezähler* haben keine konsolidierte Fassung der Umfrage, sondern die Bewertung zweier ExpertInnen aus dem Komitee eingereicht. ExpertInnen aus dem gleichen Gremium kamen zu unterschiedlichen Einschätzungen, was wiederum vermuten lässt, dass die adressierten Themen innerhalb der Gremien unterschiedlich bewertet und eingestuft werden. Dies liegt darin begründet, dass sich die Normenausschüsse und Technischen Komitees i. d. R. aus ExpertInnen sämtlicher, interessierter Kreise zusammensetzen. Die Beteiligung aller interessierten Kreise ist ein Grundsatz der Normungsarbeit. DIN-Normen werden in Arbeitsausschüssen diskutiert. Diese setzen sich aus Fachleuten der interessierten Kreise zusammen. Diese ExpertInnen können Vertreter aus Wirtschaft, Gewerkschaften, der öffentli-

chen Hand, Arbeitsschutz, Prüfinstituten, Umweltschutz, Wissenschaft und Forschung und dem Verbraucherschutz sein. Diese vertreten in den Gremien verschiedene Meinungen und Ansichten, sodass die Einschätzung der Themen durchaus unterschiedlich ausfallen kann.

In 4 von 5 Fällen schätzen prozentual die meisten CEN/TCs die Relevanz der identifizierten Themen als mittel ein. Dieses Ergebnis lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Notwendigkeit der Einbindung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten in die Normungsarbeit nach Auffassung der ExpertInnen gegeben ist.

Dennoch ist erkennbar, dass die beteiligten CEN/TCs unterschiedliche Meinungen haben. Da einige der identifizierten CEN/TCs keinen direkten Zusammenhang zu den Themen aufweisen, andere hingegen einen sehr engen Bezug zu den Themen haben, agieren die befragten ExpertInnen vor unterschiedlichen Hintergründen. Einige der identifizierten und potenziell relevanten Dokumente werden erst wichtig für die adressierten Themen, wenn sie mit anderen Dokumenten kombiniert oder hinsichtlich der Aspekte Digitalisierung und Nachhaltigkeit überarbeitet werden. Beispielsweise könnte eine bisher vornehmlich analoge Technologie, deren Terminologie und Eigenschaften bereits normativ festgelegt ist, durch die Applikation von intelligenter Sensorik zukünftig zu einer smarten und digitalen Technologie lancieren. Vor diesem Hintergrund könnten sich zudem die im Vorfeld der Umfrage als thematisch relevant eingestuften CEN/TCs nach der Umfrage als nicht weiter relevant herausstellen oder umgekehrt.

Eine höhere Rücklaufquote bei der Umfrage wäre wünschenswert gewesen, um auch die Einschätzungen und Bewertungen der anderen CEN/TCs auszuwerten und zu interpretieren. Die geringe Rücklaufquote kann auf nachfolgende Begründungen zurückgeführt werden:

- ▶ Zeitliche Ansetzung der Umfrage war zu kurzfristig: Da viele CEN/TCs ca. 2x jährlich physisch tagen und die konsolidierte Beantwortung des Fragebogens ggf. einer Abstimmung zwischen den ExpertInnen bedarf, kann dies ein Kriterium für die Nicht-Beantwortung des Fragebogens durch einen Großteil der CEN/TCs gewesen sein.
- ▶ Angst vor Beeinflussung der Normungsarbeit von externen Kreisen: Einige ExpertInnen der CEN/TCs haben Angst davor, dass durch die zunehmende Verschmelzung der Themengebiete die aktuell vorliegende Expertise in den Gremien nicht ausreichend ist. Um den Grundsatz weiterhin zu verfolgen, "sämtliche interessierte Kreise" in die Normungsarbeit einzubinden, besteht die Gefahr, dass bisherig Strukturen und Zusammensetzungen der Gremien aktualisiert und die ExpertInnenkreise unter Umständen neu zusammengesetzt werden müssen. Dies könnte die teilweise jahrelang gewachsene Zusammenarbeit und routinierte Arbeitsweise einiger Konsortien verändern.

Innerhalb dieses Abschnitts (siehe 2.2.5) des Berichts und im weiteren Verlauf des Projektes werden auf Grundlage der Umfrageergebnisse Handlungsempfehlungen für als relevant identifizierte Normen und Standards formuliert, um umweltrelevante technische Infrastrukturen nachhaltig(er) zu gestalten.

3.2.2 Herausforderungen für umweltrelevante Normen und Regelwerke

In einem weiteren Schritt wurden die ExpertInnen der Technischen Komitees gebeten, die aus ihrer Sicht größten Herausforderungen für eine nachhaltige Gestaltung und Vernetzung von umweltrelevanten technischen Infrastrukturen darzustellen, um ferner die zuvor eingestuften Themen in ihrem Komitee einzubinden. Nachfolgend werden die identifizierten Herausforderungen vorgestellt. Innerhalb der Projektlaufzeit werden Lösungsansätze erarbeitet, um diesen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können.

Anpassung der aktuellen Strukturen der CEN/TCs und Normenausschüsse

Aufgrund der stark fragmentierten Einteilung der einzelnen CEN/TCs besteht derzeit eine klare Trennung von analogen und digitalen Schwerpunktthemen. Durch die stark zunehmende Konvergenz bisher einzeln betrachteter Themen müssen CEN/TCs zukünftig enger zusammenarbeiten oder es müssen Strukturen geschaffen werden, damit aktuell verteilt vorliegende Expertisen in den Komitees zukünftig effizient zusammenarbeiten und voneinander profitieren können. Die Herausforderung hierbei liegt darin, die ExpertInnen der Ausschüsse zu motivieren, weitere ExpertInnen in ihre Normungsarbeit einzubinden.

Vorliegende Informationsdefizite in den Gremien abbauen

Teilweise existieren bei den ExpertInnen der Komitees Informationsdefizite, insbesondere zu Nachhaltigkeitsaspekten innerhalb der ExpertInnengruppen der Technischen Komitees. Die ExpertInnen zeichnen sich i. d. R. durch viel Erfahrung und eine hohe Expertise zu den jeweiligen Fachthemen aus. Beispielsweise werden bei der Erarbeitung einer Produktnorm Anforderungen und Festlegungen getroffen, die ein bestimmtes Produkt hinsichtlich seiner (Mindest-)Eigenschaften, Formen oder Belastungsgrenzen definieren. Der Fokus liegt somit klar auf der Beschreibung der Anforderungen an ein Produkt, nicht jedoch auf dessen Nachhaltigkeitsaspekten. Insbesondere das Informationsungleichgewicht wurde in diesem Zusammenhang genannt. Während einige der in den Komitees vertretenen Unternehmen und Institutionen einen fundierten und ausgeprägten Kenntnisstand zu den Nachhaltigkeitsthemen einbringen, weisen andere ein starkes Informationsdefizit hierzu auf. Durch die ungleich verteilten Informationskenntnisse wurde die Gefahr identifiziert, dass die ExpertInnen mit einem gewissen Informationsvorsprung Festlegungen in die Dokumente einbringen könnten, um eigene umsatzgetriebene Unternehmensinteressen durchzusetzen.

Aufnahme der Themen / Eigenschaften in Verordnungen

Aktuell werden in Verordnungen (bspw. im Bereich Bauprodukte) keine Anforderungen an die Thematisierung der oben aufgeführten Themen inkludiert. Die dadurch fehlenden Voraussetzungen, diese Themen bspw. in der CE-Kennzeichnung darzustellen, mindern den Anreiz der an der Normungsarbeit beteiligten Unternehmen, Festlegungen in europäisch harmonisierten Produktnormen hierfür zu erarbeiten.

Nutzung anderer Rechtsvorschriften in kürzeren Innovationszyklen

Aufgrund der teilweise deutlich kürzeren Innovationszyklen in bestimmten Bereichen, wie bspw. bei elektronischen Produkten, nutzen Zulieferer solcher Komponenten oder digitaler Baugruppen anderer europäischer Rechtsvorschriften. Diese haben in der Regel keinen oder einen schwächeren Bezug zu Normen.

Divergenz von nationalen und europäischen Anforderungen

Insbesondere auf europäischer Ebene ist die Herausforderung einer einheitlichen Darstellung der Anforderungen an die genannten Themen sehr hoch. Verschiedene Länder vertreten unterschiedliche Interessen, sodass hier zunächst eine einheitliche Ebene geschaffen werden müsste, um ungleiche nationale Anforderungen der in einem Technischen Komitee vertretenen ExpertInnen darstellen zu können.

Verschmelzung der Gewerke

Am Beispiel der Gebäudeplanung wurde als große Herausforderung genannt, dass innerhalb von Gebäuden die Planung der Gewerke integriert erfolgen muss. Dieser Herausforderung hat sich bereits BIM (Building Information Modeling) gestellt. Es handelt sich dabei um eine Methode, um Gebäude optimiert zu planen, zu errichten und zu bewirtschaften. Dieses Verfahren hat bereits u. a. durch die *DIN SPEC 91400 Building Information Modeling (BIM) - Klassifikation nach STLB-Bau* Einzug in die Standardisierung gehalten. Eine optimale und energieeffiziente Zusammenarbeit der verschiedenen Systeme in einem Gebäude wäre durch die sequentielle Planung und Ausführung nicht realisierbar.

Die Verschmelzung verschiedener Gewerke ist jedoch nicht nur im Baugewerbe, sondern auch in vielen anderen Bereichen aktuell. Beispielhaft seien an dieser Stelle die Automobilindustrie, Industrie 4.0 und die Energietechnik genannt.

IT-Sicherheit erhöhen

In vielen Bereichen der Digitalisierung und insbesondere auch im Hinblick auf Standardisierungsaktivitäten in diesem Bereich stellt die IT-Sicherheit eine besondere Herausforderung dar. So sind bei der Einbindung von bestehenden Technologien in smarte Systeme Datenschutz und Datensicherheit kritische Themen.

Digitale Dokumentation des Herstellungsprozesses

Am Beispiel der Herstellung von Rohrleitungen und Dampfkesseln wurde die digitale (papierlose) Dokumentation des Herstellungsprozesses als besondere Herausforderung genannt. Dies ist aber auch auf andere Bereiche übertragbar. In einigen Bereichen setzt das die Akzeptanz der Kunden voraus. Durch die digitale Dokumentation und den Abgleich mit den Normeninhalten könnte die Konformitätsbewertung einfacher und schneller durchgeführt werden.

Definition von Kennzahlen

Zudem wurde als weitere Herausforderung die Definition von Kennzahlen genannt. So müssten bei der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs Kennzahlen definiert werden, die einen unmittelbaren Vergleich von Technologien erlauben. Als konkretes Beispiel aus dem Bereich der energieerzeugenden Industrie wurde der Vergleich von kW / to LNG (Liquefied Natural Gas) Storage genannt.

Kompatibilität gewährleisten

Erste grundlegende Konzepte wurden bereits bei der Digitalisierung im Anlagenbau von dem internationalen Interessenverband der Anwender der Automatisierungstechnik im Bereich der EMSR (Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) erarbeitet, welche auch in Normen einfließen. In diesem Kreis werden zudem Anforderungen an Automatisierungslösungen und die Beteiligung an der nationalen und internationalen Normungsarbeit formuliert. Eine grundlegende Herausforderung ist es, im Bereich der Digitalisierung hardware-unabhängige Konzepte zu erarbeiten, um eine genormte Lösung darstellen zu können. Hierbei sollte die Kompatibilität von Definitionen und Spezifikationen zwischen Normen und Anforderungen für die digitale Nutzung gewährleistet sein.

Anpassung der Rahmenbedingungen

Eine weitere ExpertInneneinschätzung sieht die Herausforderung in der Anpassung der Rahmenbedingungen. Diese müssten dahingehend angepasst werden, dass sich die Normungsarbeit mit den Anforderungen an Digitalisierung und Nachhaltigkeit befassen kann. Somit wird für eine erfolgreiche Implementierung der adressierten Themen in die Normungsarbeit vorausgesetzt, dass Strukturen geschaffen werden, die allgemeine Vorgaben setzen, wie diese Eigenschaften zukünftig thematisiert werden müssen. Beispielhaft wird in diesem Zusammenhang die Anpassung der Mandate genannt.

Da diese Herausforderung eine der grundlegenden Fragestellungen dieses Projektes bildet, wird diese Herausforderung im weiteren Projektverlauf in Form einer oder mehrerer Handlungsempfehlungen konkretisiert.

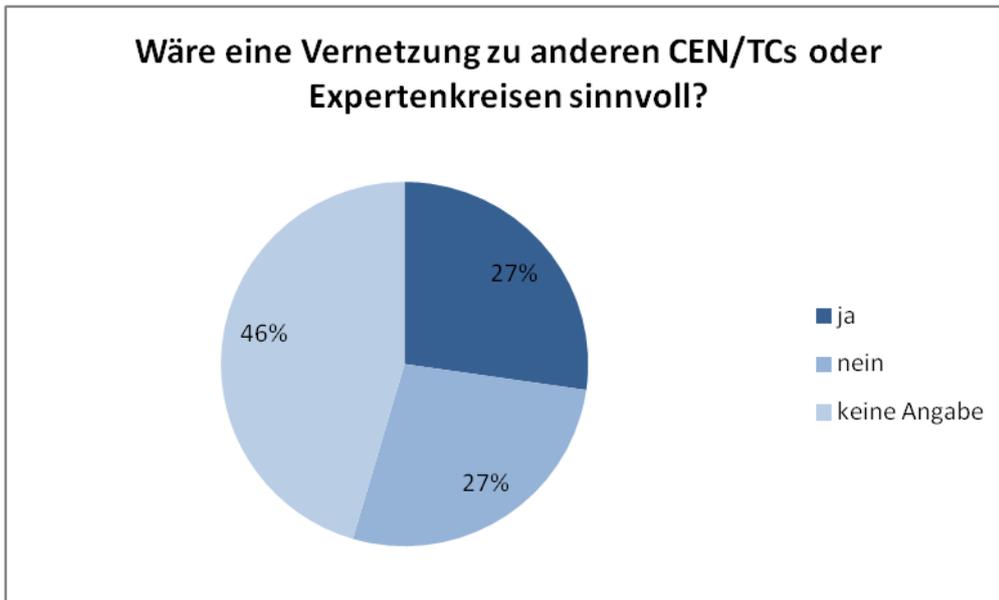
3.2.3 Vernetzung zu anderen CEN/TCs / ExpertInnenkreisen

In einem weiteren Schritt wurden die CEN/TCs um eine Einschätzung gebeten, inwiefern sie den Bedarf für eine Vernetzung zu anderen CEN/TCs und / oder ExpertInnenkreisen sehen. Von den befragten Komitees schätzen neun die Vernetzung zu anderen ExpertInnen als sinnvoll ein. Zu gleichen Teilen setzt sich die Anzahl der befragten Komitees wie folgt zusammen:

- ▶ Sechs CEN/TCs sehen keinen Bedarf, sich mit anderen CEN/TCs oder ExpertInnenkreisen hinsichtlich der genannten Themen zu vernetzen;
- ▶ Sechs CEN/TCs haben zu diesem Befragungspunkt keine Angabe gemacht.

Die prozentuale Aufteilung der Ergebnisse bzgl. der zuvor erläuterten Befragungsergebnisse wird in nachfolgender Abbildung dargestellt:

Abbildung 14: Vernetzung zu anderen CEN/TCs und ExpertInnenkreisen (eigene Darstellung, DIN)



Die unterschiedliche Bewertung der Relevanz zur Vernetzung mit ExpertInnenkreisen außerhalb der Komitees kann darin begründet liegen, dass das Know-how der ExpertInnen zu den aufgeführten Themen in den CEN/TCs entweder aufgrund der Zusammensetzung unterschiedlich vorhanden ist oder unterschiedlich eingeschätzt wird.

Welche Schnittstellen werden neu auftreten und neue Normen/Standards erfordern?

Die Umfrageergebnisse haben gezeigt, dass bei einigen CEN/TCs die Wichtigkeit zur Vernetzung mit anderen ExpertInnen erkannt wurde. Es wurden bereits andere Komitees genannt, zu denen eine Vernetzung sinnvoll erscheint. *CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung* ist in dem Bereich Zählerdatenkommunikation von nichtelektrischen Zählern federführend aktiv und koordiniert die Entwicklungen in *CEN/TC 92 Water Meters*, *CEN/TC 176 Thermal Energy Meters* und *CEN/TC 237 Gas Meters*.

Des Weiteren wurde bei der Kommunikation von Smart-Meter-Systemen die *Coordination Group on Smart Meters* gegründet, welche die Arbeiten zwischen den Technischen Komitees bei CEN, CENELEC und ETSI und ihren Stakeholdern abstimmt.

Ein weiteres Beispiel für eine zukünftige Vernetzung zwischen verschiedenen CEN/TCs wurde bei der Digitalisierung im Anlagenbau identifiziert. Seitens des *CEN/TC 282 Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas* wurde die Vernetzung zu *CEN/TC 268 Kryo-Behälter* und spezielle Einsatzgebiete der Wassertechnologie und *CEN/TC 265 Metalltanks* zur Lagerung von Flüssigkeiten genannt. Bei der Digitalisierung im Anlagenbau kommen bspw. die energieerzeugende Industrie, die chemische Industrie und die petrochemische Industrie zusammen. Hierfür wurden bereits innerhalb der *Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie (NAMUR)* grundlegende Konzepte erarbeitet, welche auch in die Normung einfließen. Zudem formuliert der *Arbeitskreis 0.2 Enabling Industrie 4.0* der

NAMUR Anforderungen an Automatisierungslösungen und beteiligt sich an der nationalen und internationalen Normungsarbeit.

Die zuvor dargestellten Beispiele zeigen, dass bereits einige der befragten CEN/TCs die Notwendigkeit einer Vernetzung zu anderen ExpertInnenkreisen erkannt haben. Durch die zunehmende Digitalisierung in sämtlichen Bereichen und die steigende Relevanz von Nachhaltigkeitsaspekten wird die Vernetzung existierender CEN/TCs untereinander und die Einbindung normungsexterner ExpertInnenkreise zukünftig essentiell werden.

3.2.4 Identifizierte Dokumente

Nachfolgend werden die Normen und Dokumente der CEN/TCs aufgelistet, welche potenziell von dem Einzug der Digitalisierung in Siedlungs- und Infrastrukturen betroffen sind. Neben einer Auflistung der relevanten Dokumente wurden die ExpertInnen gebeten, das Potenzial der Dokumente dahingehend einzuschätzen, die Themen *Digitalisierung, Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Technologien, Reduzierung des Ressourcenverbrauchs, Verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer* und *Reparatur- und Recyclingfähigkeit / Kreislaufwirtschaft* in die Normungsarbeit einzubinden und den zeitlichen Rahmen für eine Überarbeitung der Dokumente bezüglich dieser Themen abzuschätzen. Die in diesem Zusammenhang identifizierten und bewerteten Dokumente werden in den nachfolgenden Tabellen gelistet.

Tabelle 9: Normen und Dokumente des CEN/TC 183 Abfallwirtschaft

Dok.-Nr.	Titel	Umweltpotenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 840-1	Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter - Teil 1: Behälter mit 2 Rädern und einem Nennvolumen bis 400 l für Kamm-schüttungen - Maße und Formgebung	gering	—
EN 840-2	Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter - Teil 2: Behälter mit 4 Rädern und einem Nennvolumen bis 1 300 l mit Flachdeckel(n), für Schüttungen mit Zapfenaufnahme und/oder für Kamm-schüttungen - Maße und Formgebung	gering	—
EN 840-3	Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter - Teil 3: Behälter mit 4 Rädern und einem Nennvolumen bis 1 300 l mit Schiebedeckel(n), für Schüttungen mit Zapfenaufnahme und/oder für Kamm-schüttungen - Maße und Formgebung	gering	—
EN 840-4	Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter - Teil 4: Behälter mit 4 Rädern und einem Nennvolumen bis 1 700 l mit Flachdeckel(n), für breite Schüttungen mit Zapfenaufnahme oder BG-Schüt-tungen und/oder für breite Kamm-schüttungen - Maße und Formgebung	gering	—

EN 840-5	Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter - Teil 5: Anforderungen an die Ausführung und Prüfverfahren	gering	—
EN 1501-1	Abfallsammelfahrzeuge - Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Hecklader	mittel	mittelfristig
EN 1501-2	Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen - Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen - Teil 2: Seitenlader	mittel	mittelfristig
EN 1501-3	Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen - Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen - Teil 3: Frontlader	mittel	mittelfristig
EN 1501-4	Abfallsammelfahrzeuge und die dazugehörigen Schüttungen - Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen - Teil 4: Geräuschprüfverfahren für Abfallsammelfahrzeuge	mittel	mittelfristig
EN 1501-5	Abfallsammelfahrzeuge - Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen - Teil 5: Schüttungen für Abfallsammelfahrzeuge	mittel	mittelfristig
EN 12574-1	Stationäre Abfallsammelbehälter - Teil 1: Behälter mit einem Volumen bis 10 000 l mit Flach- oder Schiebedeckel(n), für Schüttungen mit Zapfenaufnahme, Doppelzapfenaufnahme oder Taschenaufnahme - Maße und Formgebung	gering	—
EN 12574-2	Stationäre Abfallsammelbehälter - Teil 2: Anforderungen an die Ausführung und Prüfverfahren	gering	—
EN 12574-3	Stationäre Abfallsammelbehälter - Teil 3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen	gering	—
EN 13071-1	Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung - Teil 1: Allgemeine Anforderungen	mittel	mittelfristig

EN 13071-2	Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung - Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für unterirdische oder teilweise unterirdische Systeme	mittel	mittelfristig
EN 13071-3	Stationäre Abfallsammelbehälter bis 5 000 l, mit Behälteraufnahme an der Oberseite und Bodenentleerung - Teil 3: Empfohlene Hebesysteme/Lastaufnahmen	mittel	mittelfristig
EN 14803	Identifikation und/oder Mengenbestimmung von Abfall	hoch	kurzfristig
EN 15132	Abfallbehälterschranke für fahrbare Abfallsammelbehälter mit einem Nennvolumen bis 1 700 l - Anforderungen an die Ausführung und Prüfverfahren	gering	—
EN 16194	Mobile, anschlussfreie Toilettenkabinen - Anforderungen an Dienstleistungen und Produkte für den Einsatz von Kabinen und Sanitärprodukten	gering	—
CEN/TR 16596	CAN Schnittstelle zwischen Fahrgestellen und Aufbau von Abfallsammelfahrzeugen	mittel	mittelfristig
CEN/TR 16815	CleANopen - Anwendungsprofil für Kommunalfahrzeuge	mittel	mittelfristig

Tabelle 10: Normen und Dokumente des CEN/TC 226 Straßenausstattung

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
DIN EN 1317	Rückhaltesysteme an Straßen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 1790	Straßenmarkierungsmaterialien - Vorgefertigte Markierungen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 1871	Straßenmarkierungsmaterialien - Markierungsfarben, Kaltplastikmassen und Heißplastikmassen - Physikalische Eigenschaften	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 1423	Straßenmarkierungsmaterialien - Nachstreumittel - Markierungs-Glasperlen, Griffigkeitsmittel und Nachstreugemische	mittel	10-20 Jahre

DIN EN 1424	Straßenmarkierungsmaterialien - Premixglasperlen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12899	Ortsfeste, vertikale Straßenverkehrszeichen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12368	Anlagen zur Verkehrssteuerung - Signalleuchten	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12352	Anlagen zur Verkehrssteuerung - Warn- und Sicherheitsleuchten	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12966	Vertikale Verkehrszeichen - Wechselverkehrszeichen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12675	Steuergeräte für Lichtsignalanlagen - Funktionale Sicherheitsanforderungen	mittel	10-20 Jahre
DIN EN 12414	Geräte zur Parküberwachung von Fahrzeugen - Parkscheinautomaten - Technische und funktionelle Anforderungen	mittel	10-20 Jahre

Tabelle 11: Normen und Dokumente des CEN/TC 282 Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN1473	Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas – Auslegung von landseitigen Anlagen	mittel	
EN13645	Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas – Auslegung von landseitigen Anlagen mit einer Lagerkapazität zwischen 5t und 200t	mittel	
EN14620	Auslegung und Herstellung standortgefertigter, stehender, zylindrischer Flachboden-Stahl tanks für die Lagerung von tiefkalt verflüssigten Gasen bei Betriebstemperaturen zwischen 0°C und -165°C	mittel	

Tabelle 12: Normen und Dokumente des CEN/TC 337 Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 15144	Winterdienstsausrüstung - Terminologie - Begriffe zum Winterdienst	gering	—
CEN/TS 15366	Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst - Bindemittel zur Anwendung auf Straßen	gering	—
EN 15429-1	Kehrmaschinen - Teil 1: Klassifizierung und Begriffe	gering	—
EN 15429-2	Kehrmaschinen - Teil 2: Anforderungen an die Leistung und Prüfverfahren	gering	—
EN 15429-3	Kehrmaschinen - Teil 3: Aufnahmefähigkeit von Feinstaub - Prüfung und Bewertung	mittel	mittelfristig
EN 15429-4	Kehrmaschinen - Teil 4: Symbole für Bedienelemente und andere Anzeigen	mittel	mittelfristig
EN 15430-1	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Datenerfassung und -übertragung - Teil 1: Datenerfassung im Fahrzeug	hoch	zeitnah
CEN/TS 15430-2	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Datenerfassung und -übertragung - Teil 2: Protokoll für den Datentransfer zwischen dem Informationsanbieter-Server und dem Client Anwenderserver	hoch	zeitnah
EN 15431	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Antrieb und Steuerung von Anbaumaschinen - Anforderungen an Austauschbarkeit und Leistung	gering	langfristig
EN 15432-1	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Frontanbauausstattungen - Teil 1 : Feste Frontanbauplatten	gering	—
EN 15432-2	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Frontangebaute Maschinen - Teil 2: Austauschbarkeit an Hubsystemen	gering	—
EN 15436-1	Straßenbetriebsdienstsausrüstung - Teil 1: Begriffe	gering	—

EN 15436-2	Straßenbetriebsdienstausstattung - Teil 2: Leistungsbewertung	gering	—
EN 15436-3	Straßenbetriebsdienstausstattung - Teil 3: Klassifikation	gering	—
EN 15436-4	Straßenbetriebsdienstausstattung - Teil 4: Leistungsbewertung für Maschinen durch die Anwender	gering	—
EN 15518-1	Winterdienstausrüstung - Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme - Teil 1: Allgemeine Definitionen und Komponenten	hoch	mittelfristig
EN 15518-2	Winterdienstausrüstung - Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme - Teil 2: Straßenwetter - Empfohlene Beobachtung und Vorhersage	mittel	mittelfristig
EN 15518-3	Winterdienstausrüstung - Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme - Teil 3: Anforderungen an gemessene Werte der stationären Anlagen	mittel	mittelfristig
CEN/TS 15518-4	Winterdienstausrüstung - Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme - Teil 4: Prüfverfahren bei stationären Einrichtungen	mittel	langfristig
EN 15583-1	Winterdienstausrüstung - Schneepflüge - Teil 1: Produktbeschreibung und Anforderungen	gering	—
EN 15583-2	Winterdienstausrüstung - Schneepflüge - Teil 2: Prüfkriterien und deren Anforderungen	gering	—
EN 15597-1	Winterdienstausrüstung - Streumaschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Angaben für Streumaschinen	gering	—
CEN/TS 15597-2	Winterdienstausrüstung - Streumaschinen - Teil 2: Anforderungen an die Streustoffverteilung und deren Prüfung	mittel	langfristig
EN 15906	Winterdienstausrüstung - Schneeräummaschinen mit rotierenden Werkzeugen - Spezifikation und Räumleistung	gering	—

EN 16330	Winterdienst- und Straßenbetriebsdienstausrüstung - Antrieb und Steuerung von Anbaumaschinen - Leistungshydraulik und elektrische Schnittstellen	mittel	langfristig
EN 16811-1	Winterdienstsausrüstung - Enteisungsmittel - Teil 1: Natriumchlorid - Anforderungen und Prüfverfahren	gering	—
EN 16811-2	Winterdienstsausrüstung - Enteisungsmittel - Teil 2: Calcium- und Magnesiumchlorid - Anforderungen und Prüfverfahren	gering	—

Tabelle 13: Normen und Dokumente des CEN/TC 354 Aufsitz- und Geländefahrzeuge für den Transport von Personen und Gütern

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 16029	Ride-on, motorized vehicles intended for the transportation of persons and not intended for use on public roads - Single-track two-wheel motor vehicles - Safety requirements and test methods	gering	—
EN 15997	All-terrain vehicles (ATVs - Quads) - Safety requirements and test methods	gering	—
EN 16990	Non-type approved light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities - All Terrain Vehicles (ATVs - Quads) and Side by Side Vehicles - Safety requirements and test methods	mittel	mittelfristig
EN 16230	Leisure karts - Part 2: Safety requirements for karting facilities	gering	—
EN 17128	Non-approved light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities - Personal light electric vehicles (PLEV) - Safety requirements and test methods	mittel	mittelfristig
EN 16230-1	Leisure karts - Part 1: Safety requirements and test methods for karts	gering	—

Tabelle 14: Normen und Dokumente des CEN/TC 391 Schutz und Sicherheit der Bürger

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
CEN/TC 391/WG 2 N 110	N110 CBRNE Glossary Working Draft 2017-05-13	gering	24 m

Tabelle 15: Normen und Dokumente des CEN/TC 176 Wärmehähler

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 1434	Wärme- und Kältezähler	hoch	

Tabelle 16: Normen und Dokumente des CEN/TC 228 Heizungssysteme in Gebäuden

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 15316-Reihe	Energetische Bewertung gebäude-technischer Anlagen	hoch	5 -10 Jahre
EN 12828	Planung von Warmwasserheizungen	mittel	5 Jahre
EN 15378	Inspektion von Heizungen	mittel	5 Jahre

Tabelle 17: Normen und Dokumente des CEN/TC 247 Gebäudeautomation und Gebäudemanagement

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
EN 12098	Energy Performance of Buildings – Controls for heating systems	hoch	5 Jahre
EN 15232	Energy Performance of Buildings	hoch	5 Jahre
EN 15500	Energy Performance of Buildings – Control for heating, ventilating and air conditioning applications	hoch	5 Jahre
EN ISO 16484	Building Automation and Control Systems (BACS)	hoch	5 Jahre
EN 16947	Energy Performance of Buildings – Building Management Systems	hoch	5 Jahre
EN 13321	Home and building electronic systems	hoch	5 Jahre
EN 14908	Control Network Protocol	hoch	5 Jahre
EN ISO 16484-5	Building Automation and Control Systems (BACS) – Data communication protocol	hoch	5 Jahre

Tabelle 18: Normen und Dokumente des CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
DIN EN 13757-1	Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 1: Datenaustausch	hoch	Revision in Vorbereitung; Projektdauer: 2,5 Jahre
DIN EN 13757-2	Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 2: Drahtgebundene M-Bus-Kommunikation	hoch	Revision in Bearbeitung; Restdauer: 1 Jahr
E DIN EN 13757-3	Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung - Teil 3: Spezielle Anwendungsschicht	hoch	Revision in Bearbeitung; Restdauer: 1 Jahre
DIN EN 13757-4	Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung - Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern im SRD-Band)	hoch	Revision in Bearbeitung; Restdauer: 2 Jahre
DIN EN 13757-5	Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 5: Weitervermittlung für den drahtlosen M-Bus	hoch	–
DIN EN 13757-6	Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 6: Lokales Bussystem	gering	–
DIN EN 13757-7	Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 7: Transport- und Sicherheitsdienste	hoch	Revision in Bearbeitung; Restdauer: 1 Jahre
DIN EN 00294026	Kommunikationssysteme für Zähler - Begleitender Technischer Bericht zu EN 13757-2, -3 und -7, Beispiele und ergänzende Informationen	hoch	CEN/TR in Erarbeitung; Restdauer: 1,5 Jahre
DIN EN 16836-1: 2017-02	Mesh-Netzwerk für den Zählerdatenaustausch - Teil 1: Einführung und Standardisierungs-Rahmen	gering	–
DIN EN 16836-2: 2017-02	Kommunikationssysteme für Zähler - Drahtloses Mesh-Netzwerk für den Zählerdatenaustausch - Teil 2: Vermittlungsschicht und Stapel-Spezifikation	mittel	–
DIN EN 16836-3: 2017-02	Kommunikationssysteme für Zähler - Drahtloses Mesh-Netzwerk für den Zählerdatenaustausch - Teil 3: Energie-Profilspezifikation der speziellen Anwendungsschicht	mittel	–

Tabelle 19: Normen und Dokumente des CEN/TC 335 Feste Biobrennstoffe

Dok.-Nr.	Titel	Potenzial	Zeitlicher Rahmen
ISO 17225-x	Solid biofuels – Fuel specifications and classes (part 1 to 8)	mittel	3 – 5 Jahre

Warum gibt es nur diese gefundenen Regelwerke und was sind die Defizite oder Hemmnisse für die Einführung von smarten Infrastrukturlösungen durch technische Regelwerke?

Sämtliche CEN/TCs wurden gemeinsam mit den Projektpartnern bewertet und nach Rücksprache mit dem Auftraggeber analysiert. Anschließend wurden ausschließlich diejenigen CEN/TCs befragt, deren Relevanz als hoch eingestuft wurde. Unter diesen Umständen ist es durchaus möglich, dass weitere potenziell betroffene Dokumente von denjenigen CEN/TCs, deren Relevanz als mittel, gering oder nicht relevant eingestuft wurde, in dieser Umfrage nicht identifiziert werden konnten.

Des Weiteren lag die Rücklaufquote der Befragung lediglich bei 26,25 %. Dies bedeutet, dass ein Großteil der CEN/TCs keine ExpertInneneinschätzung zur Relevanz der Themen für ihre Normungsarbeit und zur Auflistung derjenigen Dokumente aus ihrem Ausschuss, die potenziell davon betroffen sind, abgegeben haben. Einerseits könnte dies auf einen Kapazitäts- und/oder Zeitmangel der ExpertInnen zurückzuführen sein. Andererseits wäre es möglich, dass die präsentierten Themen zum aktuellen Zeitpunkt noch keine Relevanz in den Komitees haben, sodass von einer Beantwortung der Fragen abgesehen wurde.

Können die gefundenen Regelwerke oder Normen zur Erreichung von Umweltschutzziele bei (sektorübergreifenden) smarten Infrastrukturlösungen beitragen?

Bei einem Großteil der identifizierten Dokumente ist ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Umweltschutzziele, bspw. hinsichtlich Reduktion der CO₂-Emissionen, Verbesserung der Wasserqualität, Reduzierung des Wasserverbrauchs, Energieeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien oder die Reduzierung des Rohstoffverbrauchs, nicht erkennbar. Aufgrund der zunehmenden Vernetzung verschiedener Bereiche und Themen miteinander sind indirekte Auswirkungen der genannten Dokumente auf die Umwelt durchaus erkennbar. Insbesondere die Normen und Dokumente der nachfolgenden CEN/TCs weisen einen hohen, direkten sowie indirekten Bezug zum Umweltschutz auf:

- ▶ CEN/TC 183 Abfallwirtschaft
- ▶ CEN/TC 226 Straßenausstattung
- ▶ CEN/TC 337 Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst
- ▶ CEN/TC 176 Wärmezähler
- ▶ CEN/TC 228 Heizungssysteme in Gebäuden
- ▶ CEN/TC 247 Gebäudeautomation und Gebäudemanagement
- ▶ CEN/TC 294 Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung
- ▶ CEN/TC 335 Feste Biobrennstoffe

Die im Rahmen der Untersuchung festgestellte Komplexität des Themas, insbesondere hinsichtlich der hohen Anzahl an Dokumenten und relevanten CEN/TCs, erscheint eine Anpassung der Rahmenbedingungen zur Betrachtung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten in der Normung und Standardisierung unumgänglich.

Aus diesen zuvor genannten Gründen wird das Konsortium unter der Federführung von DIN in einem nächsten Schritt Handlungsempfehlungen erstellen, einerseits auf Grundlage der zuvor dargestellten

Recherche- und Umfrageergebnisse und andererseits unter Einbeziehung der Ergebnisse aus der aktuell laufenden ExpertInnenbefragung.

3.2.5 Handlungsempfehlungen für zukünftige Standards und Regelwerke

Nachfolgend werden erste Handlungsempfehlungen aufgelistet, die aus den Ergebnissen der obigen Auswertungen erarbeitet wurden. Diese zunächst stichpunktartig dargestellten Empfehlungen werden im weiteren Projektverlauf detailliert ausgearbeitet, sodass diese in Form eines Katalogs im Rahmen des ExpertInnenworkshops im Jahr 2018 validiert werden können. Diese Empfehlungen sollen mittel- bis langfristig in die Normungsarbeit integriert werden:

- ▶ Anpassung der Rahmenbedingungen der Normung und Standardisierung zur Betrachtung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten
 - ▶ Anleitung zur Vernetzung/Kommunikation bei der Erstellung neuer Normen und Standards bei konvergenten Themen
 - ▶ Lösungsvorschläge erarbeiten, wie zukünftig die Verantwortlichkeiten zur Erstellung neuer und zur Überarbeitung existierender Dokumente von mehreren Komitees oder Normenausschüssen übernommen werden können → Stichwort: "Joint Venture"
- ▶ Anpassung der Richtlinien und Vorgaben bei der Normenerstellung auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene
 - ▶ Obligatorische Bewertung der CEN/TCs bei der Initiierung neuer Normungs- und Standardisierungsthemen hinsichtlich Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten
- ▶ Auf nationaler Ebene ist die Anpassung der *Richtlinie für Normenausschüsse* denkbar. In Anlehnung an den vorherigen Punkt wäre die Aufnahme einer "verpflichtenden" Passage denkbar, sodass im Rahmen der Erstellung einer neuen Norm oder der Überarbeitung einer existierenden Norm Nachhaltigkeits- und Digitalisierungsaspekte bewertet werden. Hierbei müssten zudem die formale Gestaltung einer solchen Bewertung und die zu berücksichtigenden Kriterien betrachtet werden. Die Umsetzung einer solchen Passage und die Überarbeitung der DIN 820 ist in diesem Zusammenhang als *kritisch* anzusehen und bedarf engster Abstimmung und offener Kommunikation mit den betroffenen Normenausschüssen. Eine Realitätsprüfung dieser Empfehlung wird im weiteren Projektverlauf erfolgen.
- ▶ Ausarbeitung einer Handlungsempfehlung zur Berücksichtigung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaspekten in der Normungsarbeit, die an sämtliche Komitees und Normenausschüsse verteilt wird
- ▶ Erarbeitung einer Entscheidungsgrundlage für die relevanten DIN-Präsidialausschüsse, das Präsidium von DIN und/oder den Vorstand/Geschäftsleitung, wie die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit zukünftig in der Normungsarbeit verankert werden können

3.2.6 Aktuelle Smart City Aktivitäten

Aufgrund der hohen europäischen und internationalen Relevanz des Themas Smart City fokussieren sich die Normungs- und Standardisierungsaktivitäten zu diesem Thema vornehmlich auf die internationale Ebene. Zwar hat sich jüngst (22. Juni 2017) bei DIN eine ausschließlich national besetzte Fokusgruppe zu Smart Cities konstituiert, diese wird jedoch erst in den nächsten Tagen konkrete Anwendungsfelder und Tätigkeitsbereiche definieren.

Auf internationaler Ebene hingegen haben sich bereits seit einiger Zeit Komitees gefunden, welche konkrete Arbeitsergebnisse vorweisen. Eine erste Analyse ergab eine Übersicht zu zahlreichen Aktivi-

täten. Neben den traditionellen *Standard Developing Organizations* (SDOs) sind hier auch neue Organisationen zu beobachten, die aufgrund des erheblichen IKT-Einflusses auf das Thema Smart Cities diverse Aktivitäten ins Leben riefen.

ISO/TC 268 Sustainable Development of communities

Das 2012 ins Leben gerufene ISO/TC 268 „Nachhaltige Entwicklung von Kommunen“ beschränkt sich nicht nur auf die Beschreibung technologischer Unterstützung, sondern fokussierte sich zu Beginn seiner Arbeiten auf die Erstellung empirischer Kennzahlen, die der Vergleichbarkeit von Städten dienen soll. Das Komitee arbeitet unter dem Vorsatz, holistische Lösungen zu erstellen, die unabhängig von Sektor und Geografie sind.

Nachfolgend werden einige der veröffentlichten Normen und Standards des ISO/TC 268 aufgeführt:

- ▶ ISO 37100, Sustainable cities and communities – Vocabulary
- ▶ ISO 37101, Sustainable development in communities - Management system for sustainable development - Requirements with guidance for use
- ▶ ISO 37120, Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life
- ▶ ISO/TR 37121, Sustainable development in communities - Inventory of existing guidelines and approaches on sustainable development and resilience in cities
- ▶ ISO/TR 37150, Smart community infrastructures - Review of existing activities relevant to metrics
- ▶ ISO/TS 37151, Smart community infrastructures - Principles and requirements for performance metrics
- ▶ ISO/TR 37152, Smart community infrastructures - Common framework for development and operation

Nachfolgend wird eine Liste der aktuell in der Erarbeitung befindlichen Normen und Standards aufgeführt:

- ▶ ISO 37104, Sustainable development in communities - Guidance for practical implementation in cities
- ▶ ISO 37105, Sustainable development in communities - Descriptive framework for cities and communities
- ▶ ISO 37106, Sustainable development in communities - Guide to establishing strategies for smart cities and communities
- ▶ ISO 37120, Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life
- ▶ ISO 37122, Sustainable development in communities - Indicators for Smart Cities
- ▶ ISO 37123, Sustainable Development in Communities - Indicators for Resilient Cities

ISO/IEC JTC1/WG11 Smart Cities

Die im Oktober 2015 gegründete Arbeitsgruppe steht unter chinesischer Leitung und ist dem gemeinsamen Technischen Komitee von ISO und IEC zugeordnet, joint technical committee 1, welches sich vorwiegend mit IKT Themen beschäftigt. Die Schwerpunkte der Arbeitsgruppe liegen aktuell bei der Erstellung einer Informations- bzw. Datenaustauschplattform für Kommunen.

Leider muss jedoch auch hier angemerkt werden, dass sich die deutsche Beteiligung auf ein Minimum beschränkt. In letzter Konsequenz bedeutet dies nun, dass Deutschland die Aktivitäten dieses Gremiums nicht weiter verfolgen wird (2018-08) und somit auch keinen Einfluss auf die neuen, internationalen Smart City Standards haben wird.

IEC Systems Committee Electrotechnical Aspects of Smart Cities

Das internationale Systemkomitee unter der Leitung von Japan ist die Fortsetzung der 2013 gegründeten internationalen Strategieguppe, die zwischen Vertretern aus China, Deutschland und Japan erste Untersuchungen zur Smart Cities Thematik durchführte und potenzielle Felder für die Normung und Standardisierung identifizierte. IEC entschied sich bei der weiteren Behandlung des Themas, den Fokus auf „Elektrotechnisch-Relevante“ Aspekte der Smart Cities Herausforderungen zu legen.

In der Folge wurden Ende 2015 folgende Arbeitsgruppen zu diesem Komitee angelegt:

- ▶ WG1 – Terminology
- ▶ WG2 – Market Relationship
- ▶ WG3 – Reference Architecture

4 Einschätzung der Akteure und ExpertInnen

Sowohl die Bestandsaufnahme und Bewertung bestehender technischer Regelwerke und Normen im Bereich der nachhaltigen Siedlungsentwicklung als auch die Einordnung ihres Beitrages zur nachhaltigen Gestaltung smarter Siedlungs- und Infrastrukturen, kann sachgerecht nicht ohne Rückbezug mit der Praxis erfolgen. Dies gilt besonders, da es sich um ein Feld technischer und sozialer Innovation handelt, welches sich schnell entwickelt, weshalb für die hier relevanten Fragen noch nicht auf langjährige Forschungstätigkeit und Beobachtung zurückgegriffen werden kann. Daher ist die Einbindung der Meinung von ExpertInnen ein zentraler Bestandteil des Projekts *Smarte Umweltrelevante Infrastruktur und der Projektstruktur*. Auf diese Weise können die vorwiegend literatur- und internetgestützten Ergebnisse eine praxisbasierte Anreicherung erfahren.

Es wurde folglich ein „**Realitätsabgleich**“ eingebaut, um den herausgearbeiteten Anpassungsbedarf der Rahmenbedingungen durch die Aussagen einer ausgewählten Gruppe kommunaler Akteure sowie weiterer Expertinnen und ExpertInnen aus Wirtschaft, Forschung und Verbänden zu untermauern und zu ergänzen. Ferner wurden die Einschätzungen für die Beurteilung von Risiken und Unsicherheiten im Arbeitspaket B2 herangezogen. Für das Ergebnis werden die Äußerungen und Meinungen aus den Interviews die Grundlage für die Entwicklung sachgerechter und praxisorientierter Empfehlungen für Städte und Kommunen, weitere städtische Akteure, wie z.B. Ver- und Entsorgungsunternehmen, sowie rahmen- und regelsetzende Institutionen auf Bund- und Länderebene bilden. Zu diesem Zweck wurden zwischen Mai 2017 und Januar 2018 im Rahmen des Projekts **24 ExpertInneninterviews** durchgeführt. In diesem Kapitel wird kurz die Durchführung der Interviews dargestellt, um anschließend die Ergebnisse zu präsentieren.

4.1 Methodik

4.1.1 Der Gesprächsleitfaden

Auf der Grundlage aller Teilergebnisse in A1 Überblick zu Smart City Ansätzen und A2 Bedeutung von Regelwerken und Normen für Smart City Anwendungen wurde ein Gesprächsleitfaden erarbeitet (siehe Anhang). Dieser umfasst im Wesentlichen folgende Hauptfragen:

1. Welche **Konzepte und Visionen** haben Kommunen oder andere städtische Akteure für die Planung und Umsetzung smarter Infrastrukturen entwickelt?
2. Wie hilft smarte Infrastruktur dabei, **Umweltziele** in Städten und Gemeinden zu erreichen?
3. Welche **Technologien und Prozesse**/Funktionen sind am relevantesten, um die wichtigsten Umweltschutzziele in Städten und Gemeinden zu erreichen?
4. Welche positiven und negativen **Auswirkungen auf die Umwelt** werden durch die gesteigerte Nutzung smarter Infrastruktur und durch bereits entwickelte Smart City Ansätze in Städten und Gemeinden erwartet?
5. Mit welchen **Chancen und Risiken des digitalen Wandels** werden die städtische Infrastruktur und die öffentliche Daseinsvorsorge konfrontiert sein?
6. Wie müssen **Rahmenbedingungen** für smarte Infrastrukturen und Nutzungskonzepte angepasst werden, um diese ressourcenschonender und umweltrelevanter zu gestalten?
7. Wohin sollten sich Technologien und Konzepte im Bereich städtischer Infrastruktur in den kommenden 10-20 Jahren entwickeln, um für Kommunen und deren Umweltziele nutzbarer zu sein?

Der Leitfaden wurde jeweils an den Hintergrund der Gesprächspartner angepasst. Um die Umweltrelevanz von smarter Infrastruktur zu erörtern, wurden „StadtExpertInnen“ speziell nach Ressourcen, Fläche und Klima(-stabilität) befragt. Darüber hinaus wurden drei UmweltExpertInnen herangezogen,

deren Fachexpertise in den Bereichen Biodiversität, Wasser, Rohstoffe und Emissionen (Schall, Luft, Licht) lag. Für die letztere Gruppe wurde der Gesprächsleitfaden stärker verändert.

4.1.2 Die Gesprächspartner

Die Gesprächspartner wurden ausgewählt, um eine möglichst große Vielfalt an professionellen Hintergründen, fachlichen Expertisen und thematischen Überschneidungen mit den Fragestellungen des Projekts abzubilden. Die Gesprächspartner stammen folglich aus Städten und Gemeinden, Landesministerien, Infrastrukturunternehmen, dem Bereich Forschung und Beratung, sowie Kommunalverbänden. Sie haben unterschiedliche Expertisen in den Bereichen Wasser/ Abwasser, Gas, Strom, IKT, Verkehr sowie integrierte Siedlungs- und Infrastrukturen. Zudem wurde sichergestellt, dass auch besondere Expertise in den Umweltbereichen Biodiversität, Wasser, Rohstoffe und Emissionen (Schall, Luft, Licht) ausreichend vorhanden ist. Um die direkten und indirekten Risiken der 18 identifizierten Smart City Lösungen individuell zu bestimmen, wurden ferner fünf FachexpertInnen des IAO diesbezüglich explizit befragt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Gesprächspartner.

Tabelle 20: Ausgewählte ExpertInnen

Position/Bereich	Institution
Leiterin Geschäftsstelle Innovationsnetzwerk Living LaB	Stadt Ludwigsburg, Robert Bosch GmbH
Professor für nachhaltige Stadtplanung	TU Berlin
Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Fraunhofer IAO
Projektmanager, Mobilität und Digitalisierung	Fraunhofer IAO
Leiter des Geschäftsfelds Systemische Risiken	Fraunhofer ISI
Lehrinheit Physische Geographie & Fachdidaktik, Fachbereich Raum- und Umweltplanung	TU Kaiserslautern
Urban Delivery Systems	Fraunhofer IAO
Referat 8206, Nachhaltigkeit	Ministerium für Wirtschaft, Landwirtschaft, Verkehr und Weinbau, Rheinland-Pfalz
Research Program Manager, Smart Rural Areas	Fraunhofer IESE
Energieinnovation	Fraunhofer IAO
Direktor	InnoZ
Senior Innovation Manager	Bezirksamt Bergedorf
Leitung, Koordinationsstelle Klimaschutz	Stadt Köln
Gruppenleiter Bioverfahrenstechnik in der Wasser- und Kreislaufwirtschaft	Fraunhofer IGB
RTD and Innovation Manager	Urban Innovation Vienna
Referat des Deutschen Städtetag	Deutscher Städtetag
Technischer Geschäftsführer	badenova WÄRMEPLUS
FG Sozial-ökologische Transformation, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Fakultät I	Technische Universität Berlin
Head of Smart City labs	Deutsche Telekom
Fachbereichsleiter	Rathaus Essen
Leiter Team Mobility Innovation	Fraunhofer IAO
Mitarbeiterin, Fachbereich 1 - Organisation und Personal	Verbandsgemeinde Göllheim

Referat Stadtentwicklungsplanung	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Berlin
Geschäftsführer	Urban Lighting Innovations GmbH

Als Vorbereitung und um den Gesprächskontext zu kommunizieren, erhielten die Interviewpartner eine Kurzbeschreibung des Projekts und die Fragen vorab. Die Interviews wurden in der Mehrzahl persönlich oder aber telefongestützt durchgeführt. Die Dauer der Gespräche variierte von einer bis anderthalb Stunden. Manche Interviews wurden mit Zustimmung der Gesprächspartner aufgezeichnet, um die Informationen dauerhaft für eine Analyse zugänglich zu machen. Eine wörtliche Transkription der Interviews wurde nicht durchgeführt, Antworten zu den jeweiligen Fragen jedoch in ausführlichen Protokollen zusammengefasst. Der Gesprächsinhalt wird vertraulich behandelt und nur im Rahmen dieses Projekts verwendet. Namentliche Nennung und Zuordnung von Zitaten erfolgt nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Interviewpartners. Generell kann jedoch festgehalten werden, dass alle Gespräche sehr aufschlussreich, spannend und horizontweiternd waren.

4.1.3 Die Auswertungsmethode

Zur Auswertung wurden zwei aufeinander aufbauende Analyseschritte durchgeführt. Zuerst wurde die Methode der **offenen Kodierung** verwendet. Dabei wurden die von den Interviewten getroffenen Aussagen anhand verschiedener, deskriptiver Kategorien gegliedert. Diese Kategorisierung erfolgte anhand der Hauptfragestellungen der einzelnen Arbeitspakete (A1, A2, B1 und B2), wobei die Fragen 1-3 sowie Frage 7 des Gesprächsleitfadens im Wesentlichen für die Kodierung von A1 (Konzepte und Visionen der Smart City) herangezogen wurden (siehe Gesprächsleitfaden, Anhang). Fragen 4 und 5 wurden zu B2 (Risiken und Unsicherheiten) zugeordnet und Frage 6 bildete die Grundlage für die Kodierung von B1 (Anpassung des institutionellen Rahmens). Aussagen zu A2 (Bedeutung von Regelwerken und Normen) wurden teilweise aus den Fragen 4, 5 und 6 zugeordnet. Im Weiteren wurden die **Aussagen nach den verschiedenen Umweltbereichen kodiert**, welche im Zentrum des Forschungsinteresses dieses Projekts stehen. Die Ergebnisse wurden nach statistischen Ausreißern bereinigt. Diese ergaben sich etwa, wenn ein Interviewpartner aufgrund einer besonderen Expertise in einem Bereich befragt wurde und dadurch in den Antworten eine einseitige Fokussierung in diesem Bereich entstand. Die systematisch kodierten Auswertungen sind in anonymisierter Form im Anhang dieses Berichts zu finden.

Im Anschluss an die Analyse entlang einer offenen Kodierung wurden die Gesprächsprotokolle in einem **iterativen Prozess** nach noch nicht erfassten, wiederkehrenden Aussagen durchsucht. Dabei sollte sichergestellt werden, dass relevante Diskussionen, Argumente und Meinungen, welche durch die Kodierung nicht ausreichend erfasst wurden, dennoch aufgegriffen werden. Hierbei handelt es sich etwa um Aussagen einer anderen Abstraktionshöhe oder Aussagen, die quer zu den Kodierungen liegen. Nachfolgend werden nun die Ergebnisse vorgestellt.

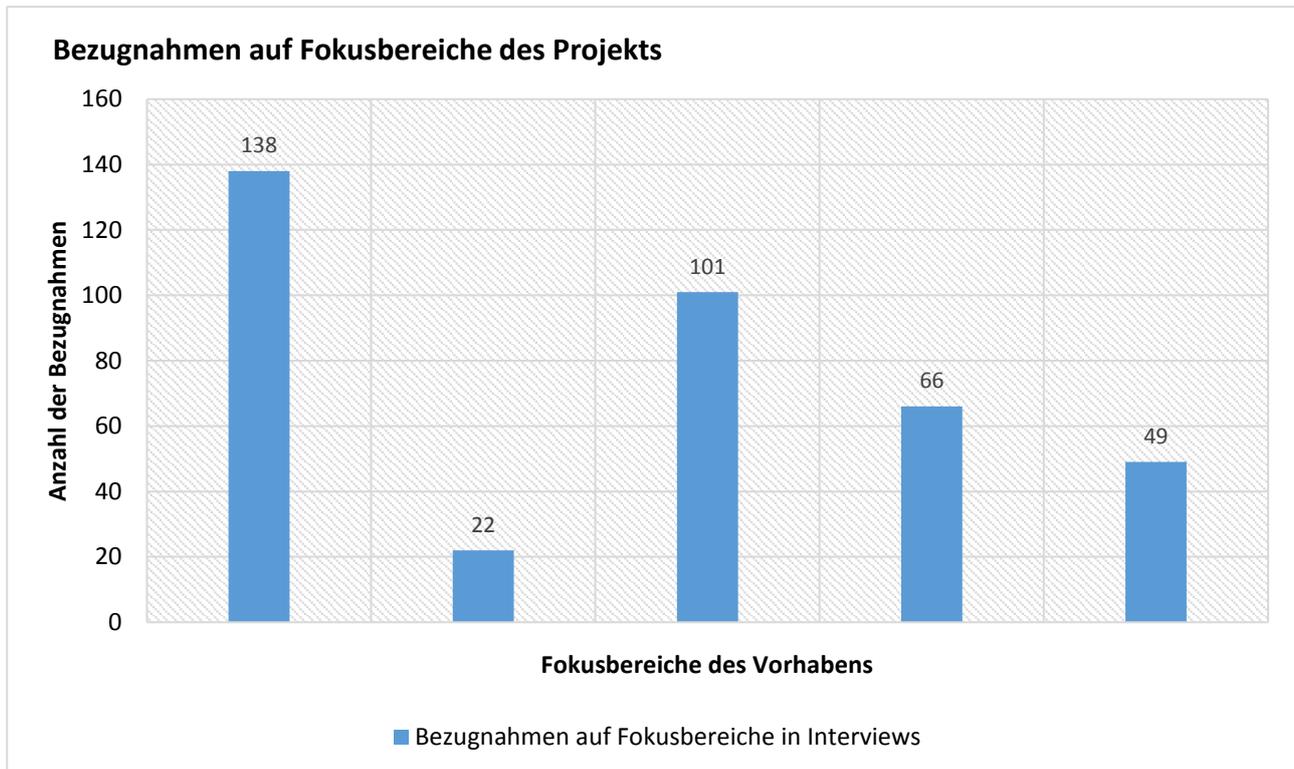
4.2 Ergebnisse: Offene Kodierung

4.2.1 Smart City Konzepte werden funktional unterschiedlich eingesetzt

Abbildung 15 zeigt die Anzahl der Aussagen bezogen auf die einzelnen Arbeitspakete des Projekts bzw. bezogen auf die dahinterstehenden Fragestellungen (siehe auch Kap. 4.1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Abbildung zeigt, dass sich eine Mehrheit der Aussagen auf Smart City Konzepte und Visionen bezieht. Zudem wurden ca. 100 Aussagen zur Anpassung des institutionellen Rahmens und etwas weniger (ca. 60) zu Risiken und Unsicherheiten getroffen. Über die **Bedeutung von Regelwerken** wurde sich nur in geringem Maße geäußert. Äußerungen zu Normen/Standards kamen vor allem von Vertretern der Industrie, die entweder Anwender oder Co-Autor von Normen/Standards sind. Darüber hinaus wurde ein generelles Unwissen zum Erstellungsprozess, zu möglichen Beteiligungsformaten und zur Anwendung von Normen/Standards deutlich. Außerdem gab es

eine relativ große Zahl an Aussagen, welche sich nicht nach den beschriebenen Kategorien einordnen ließen, welche aber dennoch wichtig für den größeren Zusammenhang der Smart City Debatte sind und daher auch in der detaillierten Auswertung (siehe Anhang) qualitativ festgehalten wurden. Letzteres deutet darauf hin, dass auch einige andere **Debatten in der Smart City Diskussion** eine bedeutende Rolle spielen, als nur jene, die im Fokus des Gesprächsleitfadens stehen. Diese werden zum Teil später in der Auswertung der iterativen Analyse wieder aufgegriffen.

Abbildung 15: Bezugnahmen auf Fokusbereiche des Projekts (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



*Basiert auf der kodierten Auswertung der ExpertInneninterviews (im Anhang) und zeigt die Summe der Bezugnahmen auf die deskriptiven Kategorien (Fokusbereiche des Projekts).

Die Analyse der Ergebnisse deutet darauf hin, dass sich die Smart City Debatte für viele der befragten Akteure als weites, oft **nicht klar definierbares Konzept** darstellt. Neben Aussagen über konkrete, anfänglich schon umgesetzte Smart City Konzepte, vor allem seitens der kommunalen Akteure, bezogen sich Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft verstärkt auf **normative Visionen** hinsichtlich der gesellschaftlichen Funktion von Smart City und die dafür notwendigen technologischen und sozialen Veränderungen. Vorstellungen zum Anpassungsbedarf des institutionellen Rahmens sowie zu etwaigen Risiken und Unsicherheiten waren dagegen oftmals konkreter. Viele der Interviewten sehen großen Anpassungsbedarf in der Verwaltungsstruktur. „Überwindung des Silodenkens in der öffentlichen Verwaltung“ und „stärkere, ressortübergreifende Integration“ – sind in diesem Zusammenhang häufig angesprochene Punkte. Was die **Bedeutung von Regelwerken und Normen** für die Smart City betrifft, so blieben die Befragten über alle Akteursgruppen hinweg eher vage.

4.2.2 Smart City Strategien verfolgen nicht ausschließlich Umweltschutz

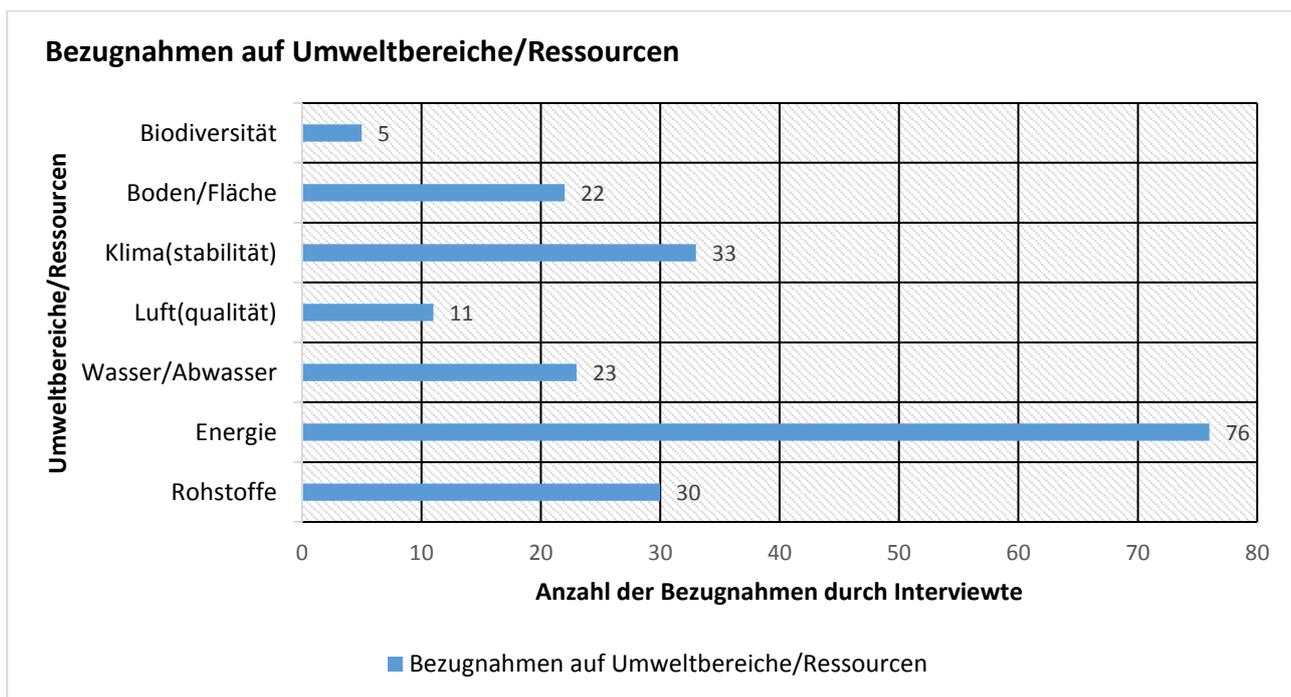
Es hat sich gezeigt, dass es sehr verschiedene Auffassungen davon gibt, was eigentlich den Kern der Smart City ausmacht. Während kommunale Akteure dazu tendieren, **Lebensqualität** und den **Menschen in den Mittelpunkt** zu stellen, fokussieren sich Akteure aus der Forschung unter anderem auf das Erreichen systemischer **Nachhaltigkeitsgewinne**. Erstere stellen verstärkt Themen wie Mobilität, Stadtplanung sowie Digitalisierung von Industrie- und Verwaltungsprozessen in den Mittelpunkt ihrer

Strategie, wobei es dabei oft nicht primär um das Erreichen von Umweltzielen geht. In vielen Fällen ist beispielsweise der prognostizierte Effizienzgewinn im Energie- und Ressourcenverbrauch ein Zusatznutzen, während andere Ziele wie z.B. höhere Lebensqualität oder gesteigerte Produktionseffizienz (etwa im Logistikbereich) im Vordergrund stehen. Es hat sich zudem herausgestellt, dass die soziale Komponente der Digitalisierung eine zentrale Rolle spielt. Das heißt einerseits, dass sich Smart City Ansätze bzw. Digitalisierung immer am **gesellschaftlichen Bedarf** orientieren müssen und andererseits, dass zivilgesellschaftliche Akteure in Entscheidungsprozesse mit eingebunden sein müssen. Mit dem Schwerpunkt des gesellschaftlichen Wohls vor Augen – was sich jedoch nicht in konkreten, infrastrukturellen Veränderungen beschreiben lässt – erklärt sich jedoch (zumindest zum Teil) die seltene Erwähnung von Normen/Standards durch die Interviewpartner.

4.2.3 Umweltwirkung der Smart City bleibt durch den Fokus auf Energie und Klima beschränkt

Obwohl sie nicht im Zentrum der Wahrnehmung der Interviewten standen, kamen Umweltthemen aufgrund der Fragestellung dennoch zur Sprache. Abbildung 16 zeigt wie oft verschiedene Umweltbereiche in den Gesprächen angesprochen wurden. Es wird deutlich, dass **Energie** das mit Abstand größte Umweltthema in der deutschen Smart City Diskussion zu sein scheint – gefolgt vom stark damit zusammenhängenden Bereich des **Klimaschutzes**. Auch diese Häufigkeitsverteilung macht deutlich, dass Normen/Standards nicht im Vordergrund stehen, da der Aspekt Klimaschutz selten mit technischen Richtlinien in Verbindung gebracht wird, sondern mit politischen Entscheidungsträgern und freiwilligen internationalen Abkommen. Energie und Klima wurden öfter erwähnt als alle anderen Umweltbereiche zusammen. Weniger oft geht es um Rohstoffe. In diesem Bereich kam vor allem das Thema Abfall und die Produktion bzw. Entsorgung von Batterien zur Sprache, aber auch das Thema Kreislaufwirtschaft. Darauf folgt in absteigender Reihenfolge Wasser, Fläche, Luft und Biodiversität. Dabei überrascht angesichts aktueller politischer Diskussionen zu Dieselfahrverboten und Feinstaubbelastung die geringe Erwähnung der Luftqualität. Es ist nicht auszuschließen, dass dieser Bereich aufgrund der Methodik nicht erfasst werden konnte. Obwohl Verkehr und E-Mobilität eine große Rolle in den Gesprächen spielten, haben die Gesprächspartner nur selten den Bezug zur Luftqualität explizit gemacht. Möglicherweise ist dieser Zusammenhang aufgrund der Aktualität des Themas zu offensichtlich.

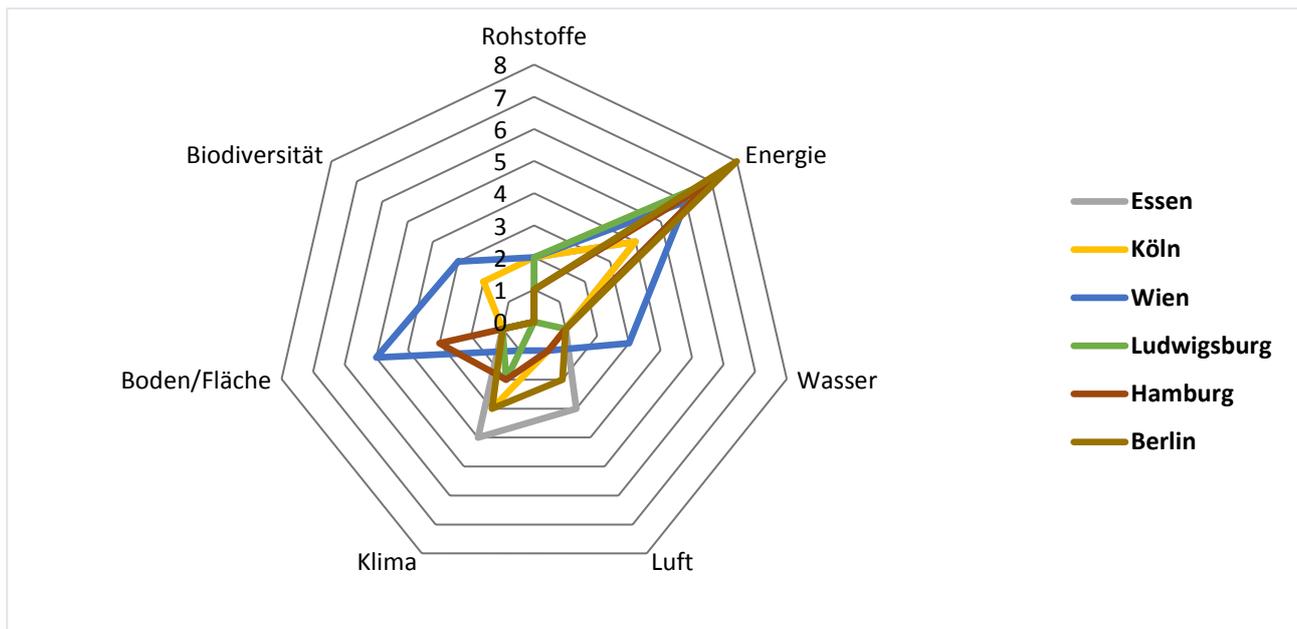
Abbildung 16: Bezugnahmen auf Umweltbereiche des Projekts (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



*Basiert auf der Auswertung der ExpertInneninterviews und zeigt die Summe der Bezugnahmen auf die Umweltbereiche in absoluten Zahlen. Nach statistischen Ausreißern bereinigt.

Abbildung 17 zeigt die Bezugnahme auf Umweltbereiche einzelner kommunaler Akteure. Die Abbildung unterstreicht den aggregierten Trend in Abbildung 16 und zeigt, dass Themen wie **urbane Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz** im Vergleich zu Energie nur wenig Beachtung finden, obwohl diese auf internationaler Akteursebene und in der Forschung immer mehr in den Fokus rücken.

Abbildung 17: Häufigkeit der angesprochenen Umweltbereiche für einzelne Kommunale Akteure (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



*Basiert auf der quantitativen Auswertung der ExpertInnengespräche und zeigt die Häufigkeit der angesprochenen Umweltbereiche für einzelne Kommunale Akteure.

4.2.4 Der Smart City wird in der Stadt eine höhere Umweltwirkung zugeschrieben als auf dem Land

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Unterschied Stadt-Land. Es scheint, dass in ländlichen Gemeinden Themen wie etwa **Rohstoffe, Luft, Wasser, Biodiversität und Boden keine explizite Rolle** innerhalb der Smart City Strategie spielen. Smart City Lösungen beschränken sich im ländlichen Raum auf Energie, Mobilität und IKT. Städte konzentrieren sich primär zwar ebenfalls auf diese Bereiche, meinen jedoch vereinzelt auch einen positiven Effekt im Hinblick auf Boden/Fläche, Rohstoffe/Abfälle, Wasser/Abwasser und Biodiversität ausmachen.

4.2.5 Effizienzgewinn ist nicht gleich Umweltschutz

Obwohl Einigkeit besteht, dass Smart Cities auch im Sinne des Umweltschutzes dienlich sein können, steht dies in den Interviews oft nicht im Vordergrund. Von den gleichen Akteuren vernimmt man jedoch auch, dass **Ressourceneffizienz und Minimierung des Ressourcenverbrauchs** zentral für die Smart City ist. Es scheint, als ob Umwelt und Ressourcen nicht zusammenhängend betrachtet werden. Unter Umwelt wird scheinbar klassischer Naturschutz (Grünflächen, Biodiversität, etc.) verstanden und unter das Thema Ressourcen fallen Aspekte wie etwa Energie und Treibhausgasemissionen. Der Aspekt der Ressourceneffizienz, der in den Interviews zur Sprache kommt, macht konzeptionell jedoch halt vor- und ist von einer ersnthaften Auseinandersetzung mit- der Frage der Entkoppelung von Ressourcenverbrauch, Wirtschaftswachstum und Umweltproblemen/Klimawandel (vgl. UNEP, 2011) weit entfernt.

4.3 Ergebnisse: Iterative Analyse

4.3.1 Smart City macht neue, interdisziplinäre interne und externe Kooperationen erforderlich

Ein von beinahe allen ExpertInnen genannter Aspekt ist die Notwendigkeit neuer Formen der **Zusammenarbeit und Governance**. Unter diese Forderung fällt eine Vielzahl unterschiedlicher Dynamiken. Von kommunalen Akteuren wurde unter anderem eine bessere Kooperation innerhalb der Verwaltung über Fachbereiche hinaus angemahnt. Spannend zu beobachten ist die Parallelität, die sich bei diesen Gesprächen abzeichnete. ExpertInnen der Normungsgremien ermahnen eine bessere Verzahnung themenverwandter Gremien, während sich Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im kommunalen Umfeld eine ressortübergreifende Bearbeitung wünschen; also ähnliche Herausforderungen in unterschiedlichen Akteursgruppen, die beide jedoch nicht notwendigerweise auf technologische Lösungen angewiesen sind.

Hier könnten zum Beispiel Lösungsvorschläge erarbeitet und in der Praxis erprobt werden. Diese Pilotphasen könnten optimiert werden und die finalen Strukturen und Prozesse dokumentiert und mittels Normen/Standards in die Breite getragen bzw. auf andere Kommunen übertragbar gemacht werden.

ExpertInnen aus dem Bereich Beratung und angewandte Forschung sprachen außerdem eine bessere Zusammenarbeit zwischen **privaten Technologieanbietern und öffentlichen Technologienutzern** an. Dies soll etwa zu Lösungen führen, die passgenauer auf die Bedürfnisse von Kommunen zugeschnitten sind. Darüber hinaus soll, von Gesprächspartnern verschiedener Bereiche gefordert, auch die **Bürgerschaft** besser in die Planung dieser technischen Lösungen einbezogen werden. Aufgrund der Komplexität der Anforderungen von Smart City Lösungen scheinen diese Forderung nachvollziehbar. Wie genau solche neuen Formen der Governance und Zusammenarbeit jedoch praktisch aussehen und wie sie zustande kommen sollen, blieb in den Gesprächen unklar. Was sich jedoch sowohl während der Interviews als auch im ExpertInnenworkshop herausstellte, war die These, dass hier keine technologischen Ansätze zum Tragen kommen, sondern organisatorische Prozesse und Strukturen angepasst werden sollten.

4.3.2 Nutzung von Smart City Lösungen kann zu Rebound, Intensivierung und Verlagerung führen

In den Gesprächen wurden eine Vielzahl verschiedener Umweltrisiken für die Nutzung von Smart City Lösungen durch die Bürgerschaft identifiziert. Ein großer Teil davon lässt sich zusammenfassen in Reboundeffekte, Intensivierung und Verlagerung.

- ▶ **Reboundeffekte:** Einsparungen an der einen Stelle werden an anderer Stelle wieder eingeholt. Die Verringerung des Energieverbrauchs im Wohnungsbereich pro m² wird etwa durch eine Zunahme der Wohnfläche pro Kopf aufgewogen.
- ▶ **Intensivierungen:** Durch die Einführung einer technischen Lösung kommt es zu einer Zunahme unerwünschter Aktivitäten. So kann einfach zugängliches Carsharing möglicherweise zu einer Zunahme des motorisierten Individualverkehrs in Innenstädten führen, wenn bisherige Nutzerinnen und Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel aufgrund des neuen Angebots umsteigen.
- ▶ **Verlagerung:** Es kommt zur lokalen Verbesserung durch eine Externalisierung der Kosten. So kann E-Mobilität etwa eine lokale Verbesserung der Luftqualität schaffen, während gleichzeitig die Produktion der Batterien zu Umweltschäden andernorts führen kann. Darüber hinaus erfordert der Ausbau von E-Mobilität den Ausbau einer Ladeinfrastruktur (Ladesäulen und Trafo-Stationen), die wiederum überwiegend Energie aus Kohle- und Kernkraftwerken bezieht und somit deren Nutzung intensiviert.

Diese Risiken waren jedoch nicht gleichermaßen Gegenstand aller Gespräche. Bei einzelnen Gesprächen wurde auf alle drei oben identifizierten Dimensionen eingegangen, während bei anderen Gesprächen zum Teil nur ein Risiko angeschnitten wurde. Es lässt sich also feststellen, dass bezüglich dieser Risiken eine sehr heterogene Wahrnehmung unter den ExpertInnen besteht. Zudem scheint die Zugehörigkeit zu den verschiedenen ExpertInnengruppen hierbei wenig Unterschied zu machen. Die **Risikowahrnehmung** scheint eher mit der individuellen Expertise beziehungsweise dem Weltbild der Gesprächspartner zusammenzuhängen.

4.3.3 Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzung und Begrenzung von Daten

Das Thema Daten war in vielfacher Weise Teil der Gespräche. Dabei führten die Aussagen in unterschiedliche Richtungen, was die Komplexität dieses Aspekts der Smart City unterstreicht. Auf der einen Seite finden sich viele Argumente, warum die gesteigerte Nutzung von Daten sich positiv auf Lebensqualität und Umweltschutz auswirken kann. Darunter fällt etwa der Ausbau von Sensorik in der Stadt, welche präzise Aussagen über Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung liefern kann. Zudem können durch Daten komplexe Vorhersagen und Echtzeitmodelle über **Nutzerverhalten** erstellt werden, welche ein **Management** im Sinne des Umweltschutzes, etwa im Bereich Verkehrslenkung, ermöglichen.

Auf der anderen Seite weisen die Gespräche auf eine nötige Abwägung von privaten **Datenschutzbedürfnissen** und dem Nutzen von Daten zu **Gemeinwohlzwecken** hin. Daran schließt sich die Frage an, wem Daten gehören, welche in der Stadt gesammelt werden. Sollten Kommunen Daten, die durch öffentliche Stellen gesammelt werden, grundsätzlich offenlegen? Müssen Unternehmen Daten mit der Kommune teilen, wenn zum Sammeln öffentliche Infrastruktur genutzt wurde? Schließlich wurde auch darauf hingewiesen, dass Sammeln und Nutzen von Daten große Rechenleistung benötigt, welche Energie verbraucht und Wärme erzeugt. In diesem Zusammenhang wurde das Konzept **Datensuffizienz** ins Gespräch gebracht. In diversen Gesprächen wurde deutlich, dass hier die technische Regulierung in der Verantwortung gesehen werden kann. Ein umstrittenes Thema wie Datensammlung, Datennutzung und Daten als Geschäftsmodell kann voraussichtlich schneller und effektiver durch freiwillige Regulierung erfolgen als durch den Gesetzgeber. Hierzu könnten Initial-Workshops mit relevanten Akteursgruppen (Industrie, Gesetzgebung, Forschung, Bund/Länder/Kommunen) durchgeführt und erste Regeln zum Umgang mit Daten entwickelt werden, die in einem zweiten Schritt normativ eingeführt und darüber auch europäisch (CEN) oder international (ISO) als Vorschläge eingebracht werden könnten.

Auch bei der Erwähnung dieser Möglichkeit in Einzelgesprächen zeigten sich einige Interviewpartner überrascht über die Möglichkeiten der technischen Regulierung.

4.3.4 Digitalisierung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe

Digitalisierung und Smart City sind Themen mit vielen Überschneidungen. Deshalb wurde in den Gesprächen auch nach den Auswirkungen der Digitalisierung gefragt. Grundsätzlich zeigt sich, dass das Thema in den Überlegungen der ExpertInnen auf vielfältige Art eine wichtige Rolle spielt. Dabei werden verschiedene, positive Aspekte hervorgehoben wie etwa die Nutzung von Digitalisierung für **soziale Zwecke** wie Integration von Geflüchteten. Gleichzeitig warnten die Gesprächspartner aber auch vor negativen Auswirkungen wie der **Digitalen Kluft innerhalb der Gesellschaft** oder dem Risiko durch **Hackerangriffe**. In einigen Gesprächen wurde auch auf Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt oder Handel und Logistik in der Stadt hingewiesen. Es gibt nach Meinung der ExpertInnen nur wenige Bereiche, in denen Digitalisierung nicht zu großen Veränderungen führen wird. Eine eher abstrakte, dadurch aber nicht weniger relevante Diskussion war die Frage nach digitaler Infrastruktur und **Daseinsvorsorge**. Gehört in der heutigen Zeit die Bereitstellung digitaler Infrastruktur und Dienste zur öffentlichen Daseinsvorsorge oder geht es hier um freiwillige Leistungen der Kommune?

4.3.5 Große Hebel für Nachhaltigkeit in der Stadt sind nicht nur smart

Smarte Infrastruktur und Technologien werden in Zukunft eine große Rolle spielen. Jedoch wurde in den Gesprächen auch bisweilen darauf hingewiesen, dass große Hebel für Nachhaltigkeit in der Stadt nicht unbedingt smarte Technologien sein müssen. **Konventionelle und erprobte Technologien** werden weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Als konkrete Beispiele dafür wurden etwa Fernwärme mit erneuerbaren Energien oder die Energiewende allgemein genannt, welche in ihrer Etablierung nicht smart sein müssen, um dennoch eine relevante Umweltwirkung zu entfalten. Außerdem wurde auf die wichtige **Rolle von Gesetzgebung und Regulierung** hingewiesen, wie etwa bei Flächennutzungsplänen. Ein weiterer, wichtiger Hebel für Nachhaltigkeit in der Stadt ist etwa Design von Produkten, Gebäuden, Straßen und öffentlichem Raum. Vom Zusammenspiel dieser verschiedenen Ansätze verspricht man sich großes Transformationspotenzial.

4.3.6 Die Gestaltung der Smart City verlangt vielseitige Werkzeuge im Bereich Regulierung

Die ExpertInnen identifizierten in den Gesprächen eine Vielzahl verschiedener Werkzeuge, mit denen öffentliche Akteure Einfluss auf die Gestaltung smarterer Infrastruktur nehmen können. Darunter nahm etwa die **öffentliche Beschaffung** eine zentrale Rolle ein. Aber auch technische Normen waren für einige Gesprächspartner ein wichtiger Baustein, wenn auch nur auf abstrakter Ebene. In den Gesprächen wurde auch darauf hingewiesen, dass **Ordnungsrecht und Verbote** immer eine Option sind, die jedoch politische Mehrheiten erfordern. Gleichzeitig zeigte sich allerdings, dass die bestehenden Werkzeuge nicht ausreichen, um den verschiedenen Herausforderungen zu begegnen. Es scheint also einer Ausweitung und Anpassung bestehender Einflussmöglichkeiten zu bedürfen. Handlungsbedarf wurde etwa im Bereich der Besteuerung und der **Monetisierung negativer Externalitäten** gesehen (vgl. Berger, 2016). Als Beispiel dafür wurde eine CO₂-Steuer erwähnt. Außerdem wurden Änderungen in der Bauleitplanung eingefordert. Es geht jedoch nicht nur darum, smarte oder nachhaltige Lösungen zu ermöglichen, sondern auch darum, konträre Aktivitäten zu erschweren. **Fördermittelvergabe und Subventionen** sind hier zentral. Die ExpertInnen hoben allerdings auch hervor, dass die verschiedenen Stellschrauben auf ganz unterschiedlichen Ebenen angesiedelt sind. Anpassung der **Rahmenbedingungen** bedarf also Bewegung auf kommunaler Ebene, Landesebene, Bundesebene und auf der EU Ebene.

4.3.7 Die Smart City spielt für die strategische Ausrichtung in jeder Kommune eine unterschiedliche Rolle

Smart City ist ein viel verwendeter Begriff. Die Rolle, die dieses Konzept für die strategische Ausrichtung von Kommunen spielt, ist allerdings in jeder Kommune verschieden. In den Gesprächen und Interviews zeigten sich zwei Extreme, wie Kommunen mit dem Thema umgehen. Auf der einen Seite kann Smart City eine richtungsweisende und umfassende **Rahmenstrategie für die Entwicklung der Kommune** sein, an der sich andere Fachkonzepte orientieren sollen. Auf der anderen Seite wird Smart City **pragmatisch genutzt**, um die sich dahinter verbergenden Einzellösungen zu beschreiben und umzusetzen. Zwischen diese beiden Extreme fallen die meisten anderen Ansätze aus den interviewten Kommunen. So kann Smart City etwa auch als Umsetzungsstrang einer anderen, übergeordneten Leitstrategie verstanden werden oder als Marke, mit der man Zutritt zu Fördermitteln und Austauschforen bekommt.

4.3.8 Die technische Weiterentwicklung der Smart City ist schwer vorherzusagen

Smart City und smarte Infrastruktur sind sich schnell entwickelnde Bereiche. Deshalb wurde in den Gesprächen auch nach den möglichen, **technischen Entwicklungslinien** gefragt. Dabei kamen sehr unterschiedliche Ergebnisse heraus. Es überrascht nicht, dass Gesprächspartner aus der Forschung hierzu kreativere Antworten gaben als etwa Kommunalvertreter. Im Allgemeinen fiel es den Interviewten allerdings schwer, diese Frage umfangreich zu beantworten. Es fand sich kaum eine Antwort,

die keinen direkten Bezug auf schon bestehende Technologien hatte. Eine Technologie, die viel Aufmerksamkeit in den Gesprächen erhielt, war Block Chain und die damit verbundenen Möglichkeiten dezentraler Peer-to-Peer Anwendungen. Im Bereich Smart Metering und in der Gebäudetechnik scheinen die Interviewten noch Weiterentwicklungspotential zu sehen. Auch durch flächendeckendes Wifi und mehr Cloudanwendungen in der Stadt erwarten die Gesprächspartner Veränderungen in der Anwendung technischer Lösungen.

4.3.9 Die Smart City führt zu schöpferischer Zerstörung

Verschiedene ExpertInnen wiesen in den Gesprächen auf die destruktive Dynamik neuer Technologie hin. Die Aussagen bezogen sich auf bestehende technische Lösungen speziell, aber auch auf gesellschaftliche Entwicklungen im Allgemeinen. Im Speziellen wurde etwa auf das Risiko des autonomen Fahrens für den öffentlichen Nahverkehr hingewiesen. Im Allgemeinen erwarten die Gesprächspartner unter anderem **Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt**. Unter diesen Annahmen kann es laut einigen Interviewten wichtig sein, bestehende und neue Infrastrukturen sinnvoll zu ergänzen und zusammen zu betreiben. Bestehende Infrastrukturen sollten für **neue Systeme** nutzbar gemacht werden, beispielsweise durch **Restrukturierung oder Umbau**. Als konkretes Beispiel wurde das Entwicklungspotenzial einfacher Straßenlaternen, auch im Rahmen der Digitalisierungsdiskussion als *Humble Lamppost* bezeichnet, in welche man Sensoren, E-Ladefunktionen, Wifi, Notrufsender und andere Funktionen integrieren kann.

4.3.10 Die Smart City schafft neue Aufgaben in der Kommune

Smart City Lösungen werden zum Teil unter dem Vorzeichen der Vereinfachung von Abläufen diskutiert. Diese Einschätzung teilen die Gesprächspartner bisweilen. Es wurde in verschiedenen Gesprächen jedoch auch darauf hingewiesen, dass die Nutzung smarterer Technologie gleichzeitig auch neue Aufgaben bringt. Quasi ein Reboundeffekt im Verwaltungshandeln. Fragen, die hierbei bedacht werden müssen, sind etwa der **Wartungsaufwand neuer Systeme**. Sollte die Sensorik in Kommunen ausgebaut werden, kann dies zu einem effizienteren Management oder sogar einer **Automatisierung** verschiedener Abläufe führen. Gleichzeitig müssen die Sensoren gewartet und bei Defekt ausgetauscht werden. Außerdem müssen die neu vorhandenen Daten aufbereitet und verwendet werden. Sollten sie als offene Daten frei zugänglich sein, muss geprüft werden, ob nicht Datenschutzargumente eine nur eingeschränkte Veröffentlichung zulassen. Auf solche Veränderungen müssen sich Kommunen vorbereiten.

Die Beschaffung und Implementierung neuer Technologien stellt die Kommunen (und liefernden Unternehmen) vor eine weitere Herausforderung: fehlende, technische Regeln, Normen und Standards. Kommunen sind bei Ausschreibungsprozessen häufig auf Normen/Standards angewiesen, um a) die Ausschreibungsdetails auf ein Minimum an technischen Angaben zu reduzieren, und b) eine Vergleichbarkeit bei der Prüfung und Evaluierung von Angeboten zu erzielen. Normen/Standards helfen somit beiden Seiten, Auftraggeber und Auftragnehmer.

Somit besteht hier der Bedarf nach neuen Normen/Standards. Aus der Praxis berichtend kann dies **zu diesem Zeitpunkt des Projekts** auch bestätigt werden, da sowohl für die intelligente Straßenbeleuchtung (siehe 2.3.9), als auch für sog. offene Datenplattformen interessierte Kommunen auf aktuelle, am Stand der Technik orientierte Normen/Standards angewiesen sind.

In diesem Fall wurden zwei Standards (DIN SPEC) erstellt, weitere befinden sich aktuell in der Erstellung bzw. in der Planung.

Abgeschlossen und veröffentlicht (in diesem Kontext) sind:

DIN SPEC 91347 beschreibt integrierte, multifunktionale Humble Lampposts (imHLA) und somit einen der zentralen Träger der digitalen Infrastruktur einer Kommune. Der imHLA wird hierbei als integriertes System beschrieben, das sich aus einzelnen Funktionsbausteinen zusammensetzt. Der Standard

dient der Schaffung einer systemischen Vergleichbarkeit (für interessierte Kommunen), der auf dem Markt erhältlichen, intelligenten Lichtmasten. Dabei ist auch explizit erwähnt, dass sich der Standard auf den öffentlichen Raum bezieht, d. h. die von der Stadt und Kommune zu verantwortende Straßenbeleuchtung (siehe Abschnitt 3.2.2).

DIN SPEC 91357 mit dem englischen Titel *Reference Architecture Model Open Urban Platform (OUP)* beschreibt ein Referenzarchitekturmodell in Form eines kubischen Schichtenmodells, das neben der Architektur technischer Gegenstände (Assets) in Form von Schichten (Layers) deren Beschreibung, Lebenslauf und Zuordnung zu technischen beziehungsweise organisatorischen Hierarchien ermöglicht. Auch dieser Standard schafft eine systematische Vergleichbarkeit zur Interoperabilität von Systemen, definiert offene Interfaces (API) zum Up- und Download von Daten und stellt Lizenzierungsmodelle für offene Daten dar (siehe Abschnitt 3.2.3).

Auch für diesen Standard konnte bereits die Anwendung in der Praxis im Rahmen von Ausschreibungen bestätigt werden; darüber hinaus wird er von der Europäischen Kommission referenziert.

Das heißt, dass sich Kommunen auch in letzter Konsequenz mit der Sammlung und dem Umgang mit Daten befassen müssen. Auch dieser Aspekt wird mit neuen Aufgaben verbunden sein, der ggf. mit Normen/Standards unterstützt werden könnte.

Als weitere neue Aufgabe hat sich - wie bereits erwähnt - die Kommunikation bzw. prozessuale Organisation innerhalb der Verwaltung herausgestellt. In diesem Zusammenhang wird gerade ein Standard erstellt, der Kommunen bei der Bewältigung der digitalen Transformation unterstützen soll.

DIN SPEC 91387 *Kommunen und digitale Transformation – Komponenten und Prozesse* hat zur Zielsetzung, als Kompendium für die digitale Transformation der Kommunen in Richtung „Smart City“ / „Smart Country“ die grundlegenden Themen und Definitionen in einem Dokument zusammenzufassen. Unterschiedliche Nutzergruppen sollen mit diesem Dokument ein gemeinsames Verständnis über die Digitalisierung der Kommune erreichen. Dieser Standard richtet sich an Vertreter aus Politik und Verwaltung, kommunale Unternehmen, Zivilgesellschaft, Verbände und Wirtschaft und wird von Vertretern sämtlicher, aufgeführter Akteursgruppen (bis voraussichtlich Ende 2018) erstellt.

Weitere Themen, vor allem im Mobilitätsbereich, befinden sich in der Diskussion.

4.3.11 Smart City birgt das Risiko geschlossener, technischer Systeme

Smart City Lösungen bestehen im Kern oft in der Vernetzung verschiedener Technologien. Damit diese Vernetzung gelingt, kann es attraktiv sein, Lösungen eines Anbieters zu erwerben. Verschiedene Gesprächspartner warnten allerdings vor dem Risiko geschlossener Systeme, welches eine Abhängigkeit von einzelnen Technologieanbietern bedeuten kann. Hingegen forderten unterschiedliche ExpertInnen, dass Hardware (Schnittstellen) und Software (Datenformat) standardisiert sein müssen, sodass sich auch verschiedenen Lösungen daran anknüpfen lassen.

5 Anpassung des institutionellen Rahmens

5.1 Herausforderungen des Schnittstellenmanagements

Zunehmende Technikkonvergenz und Digitalisierung erzwingen in bisher traditionellen Technologie-sektoren und Wirtschaftsbranchen neue, ganzheitliche Betrachtungen. Vor allem müssen in diesem Zusammenhang Schnittstellen betrachtet und häufig neu definiert werden. Eine nachhaltige Integration neuer Technologien erfordert ebenso eine ganzheitliche Betrachtung wie eine neue, **sektor-übergreifende Expertise**. Dies trifft besonders im Kontext der Smart City Diskussion zu. Während in einigen asiatischen Ländern ganze Städte auf bisherigem Brachland errichtet werden, gilt es in Europa, aber auch Japan, im Bestand zu arbeiten. Dieser ist einerseits infrastruktureller Art, aber auch organisatorischer, administrativer/politischer und kultureller Art.

5.1.1 Allgemeines

Eine ganzheitliche Betrachtung dieser diversen Herausforderungen, die ebenso technisch wie politisch sind, wird im Rahmen dieses Projektes nicht möglich sein. Wichtig aufzuzeigen ist jedoch, dass sich die Diskussion der „smarten urbanen Infrastrukturen“ nicht auf eine nahtlose Integration neuer (smarter) Technologien in denkmalgeschützten Liegenschaften beschränkt. Die gewachsene demokratische und föderale Struktur stellt Technologieanbieter und Auftraggeber bzw. Kommune vor neue Herausforderungen. Wie viele Verwaltungsorgane ist auch die kommunale Verwaltung in Ressorts bzw. Silos organisiert, die nicht notwendigerweise zusammenarbeiten oder Entscheidungen gemeinsam treffen.

Der Vorwurf des Silodenkens ist dabei keineswegs reduziert auf die öffentliche Verwaltung. Multinationale Großkonzerne sind ebenso betroffen wie KMU, Verbände oder die technische Regelsetzung. Obwohl diese fachliche Trennung historisch gewachsen ist und sicherlich ihre Berechtigung hat, wird diese stabile und aus historischer Sicht sinnvolle Segregation durch fortschreitende Digitalisierung auf die Probe gestellt.

Der Begriff der Silo-Struktur war bis 2013 weder bei DIN noch bei CEN oder ISO existent. Die historisch gewachsene Struktur und die Leitung der Technischen Komitees wurden bei allen Mitgliedsländern akzeptiert und regelgetreu gelebt. Dies änderte sich mit der Einführung sogenannter Evaluationsgruppen: SEG - Systems Evaluation Groups bei ISO und IEC, die DIN mit-initiierte, weil klar wurde, dass angefangen beim Thema Smart Cities die bis dahin gelebte Silostruktur nicht den Anforderungen des Themas Genüge tun würde.

Losgelöst von der Smart City Diskussion stellt der kaum reversierbare Prozess der Digitalisierung mehr dar als ein einfaches Gleichungssystem: Analoges Gerät + WLAN = Digitalisierung. Am Beispiel der sogenannten intelligenten Straßenbeleuchtung mit den Synonymen „humble lamppost“, „smarter Pfosten“ oder und „multifunktionale Laterne“ wird die Herausforderung besonders deutlich:

Ein Anachronismus, der wie selbstverständlich in jedes Stadtbild und auf den meisten Dorfstraßen zu finden ist, hat sich binnen weniger Monate zu dem Smart City Symbol schlechthin etabliert. Funktionell treffen hier zusammen:

- ▶ EV-Ladeinfrastruktur
- ▶ WLAN
- ▶ Feinstaub-/CO₂-/NO_x Sensoren
- ▶ Notrufmelder
- ▶ Interaktive Werbefläche
- ▶ Photovoltaik-Elemente (Smart Grid)
- ▶ Verkehrsflussmessung

► LED-Beleuchtungstechnik

Bis vor kurzem war Entwicklung, Installation, Betrieb und Instandhaltung gewöhnlicher Straßenlaternen durch ein Unternehmen möglich, wenn auch nicht die Regel. Durch die Integration digitaler Komponenten sind unzählige Berufsgruppen an der Entwicklung beteiligt, wenn auch der Betrieb weiterhin durch ein Unternehmen (mit mehreren Expertisen) erfolgen kann.

Doch auch die oben erwähnte Reversierbarkeit wurde häufiger angesprochen. Sollte alles Ersetzbare durch digitale (online-) Komponenten ersetzt werden? Lässt die Robustheit der Systeme ein Ausfallrisiko zu? Kann das Risiko auf eine notwendige Rückkehr zu analogen Komponenten abgeschätzt werden und wenn ja, für welchen Zeitraum? Wie wird sich die Expertise / Berufsausbildung verändern und wer versteht bei einer Rückkehr zu analogen Komponenten deren Technologie hinreichend genug?

Die Recherche und ExpertInneninterviews haben ebenso viele Fragen aufgeworfen, die beantwortet werden konnten.

5.1.2 Zusammenarbeit der regelsetzenden Organisationen

Auch die tägliche Arbeit regelsetzender Institutionen scheint von ähnlichen Diskussionen und Entwicklungen geprägt zu sein. Aktuell gibt es eine klare, thematische Abgrenzung zwischen den Organisationen. Als institutioneller Rahmen in diesem Projekt wird die Organisation und das Zusammenspiel zwischen den regelsetzenden Instituten DIN, DKE und zum Teil VDE, VDI und DVGW verstanden. Neben den eben genannten gibt es in Deutschland noch weitere regelsetzende Institutionen, die in diesem Projekt allerdings nicht weiter betrachtet werden, da mit den hier genannten die größten Regelsetzer in den projektrelevanten Themengebieten vertreten sind. Ein der Funktionen technischer Regelsetzung (DIN, DKE, VDI, etc.), ist die Integration technischer Lösungen in den Alltag der Menschen, bzw. in die Anwendungspraxis wirtschaftlicher Prozesse.

Die thematische Abgrenzung der regelsetzenden Institutionen zueinander als auch teilweise innerhalb der Organisationen ist historisch gewachsen. Eine separate Betrachtung einzelner Themen war in der Vergangenheit und ist teilweise auch noch bei aktuellen Themen sinnvoll. Allerdings nimmt die Anzahl konvergenter Themen und sich gegenseitig bedingender Technologien zu, welche neue Konzepte und Organisationsformen der beteiligten Akteure erfordern. Erste Schritte wurden bereits durch die Einführung gemeinsamer, temporärer und projektorientierter Gremien unternommen, um sich dieser Herausforderung zu stellen. Die technische Regelsetzung (Normung und Standardisierung) ist per se nicht regulatorisch wirksam. Der Einsatz, die Erstellung und Anwendung von Normen und Standards geschieht branchenunabhängig auf freiwilliger Basis. Die Analyse der smarten urbanen Infrastruktur im Rahmen dieses Projekts konzentriert sich auf die Verwendung und mögliche Veränderung der Normen und Standards. Eine Analyse der gesetzlichen Regelsetzung wurde anfangs angestrebt, konnte jedoch aus Kapazitätsgründen nicht umgesetzt werden.

Aktuelle Gesetze (für aktuelle Technologie) auf der einen Seite – vermeintliche Lücken (durch neue Technologie) in den zuvor angesprochenen Gesetzen auf der anderen Seite. Somit wäre der Anpassungsbedarf auch vor dem Hintergrund der technischen Regelsetzung identifiziert. Diese Gegenüberstellung wäre jedoch sinnvoll und spannend – auch, um den gesetzgeberischen Aufwand bei der Einführung neuer Technologien (und somit Gesetze) aufzeigen zu können.

5.1.3 Entstehung neuer Regelwerke

DIN und Nationale Normen

Nationale Normungsarbeit beginnt mit einem Normungsantrag. Normungsanträge können durch jegliche Personen gestellt werden, d.h. von bestehenden Gremien, einzelnen ExpertInnen dieser Gremien, aber auch von Personen, die nicht bei DIN aktiv sind. Dieser Antrag kann formlos schriftlich erfolgen.

Nach Eingang des Antrages klärt der zuständige Ausschuss bei DIN mit seinen **Fachkreisen**, ob ein Bedarf für dieses Thema besteht, ob diese Kreise bereit sind, das Projekt zu finanzieren und ob die Bearbeitung auf nationaler, europäischer oder internationaler Ebene erfolgen soll. Die Öffentlichkeit wird im „DIN-Anzeiger für technische Regeln“ sowie auf den Webseiten der Normenausschüsse über die Aufnahme neuer Normungsarbeiten informiert und kann hierzu Stellung nehmen.

Fällt im zuständigen Ausschuss die Entscheidung zugunsten der Erarbeitung einer nationalen Norm und stimmt das zuständige Lenkungsgremium dem zu, so wird ein **Norm-Entwurf** erarbeitet und durch den Beuth Verlag veröffentlicht. Dieser wird der Öffentlichkeit im Anschluss auch kostenlos im Norm-Entwurfs-Portal von DIN zur Kommentierung zur Verfügung gestellt.

Die Normungsarbeiten bei DIN sind in **70 Normenausschüssen** thematisch organisiert.

Die turnusmäßige Überprüfung auf Aktualität der Normen erfolgt spätestens alle 5 Jahre. Sofern Norm-Anwender feststellen, dass die Inhalte einer Norm veraltet sind, kann diese Erkenntnis bei DIN eingereicht werden. Anschließend entscheidet der entsprechende Ausschuss über das weitere Vorgehen zur Aktualisierung oder Zurückziehung der betroffenen Norm.

Das grundsätzliche Ziel der Normung und Standardisierung, dass die interessierten Kreise primär für die inhaltliche Erarbeitung von Normen und Standards verantwortlich sind, wird gleichermaßen von den genannten Regelsetzern verfolgt. Die Organisationen greifen bei der Erstellung von Normen auf ein großes **Netzwerk von ExpertInnen** aus den jeweiligen Themengebieten zurück und binden diese unmittelbar in den Erstellungsprozess ein.

Standards / Spezifikation: DIN SPEC

Die historisch gewachsene Gremienarbeit in den oben beschriebenen 70 Normenausschüssen basiert auf jahrzehntelangem Engagement von Unternehmen, Verbänden, Forschungseinrichtungen, Prüfinstituten, Behördenvertretern, Handel, Verbraucher.

Bei **technikkonvergenten Themen** (Produkten, Dienstleistungen, Prozessen), die sich nicht in den Themengebieten der traditionellen Normenausschüsse wiederfinden, bietet DIN **Konsortialarbeit** im Rahmen einer **DIN SPEC** an. D.h. Konsortien bestehend aus diversen Unternehmen und ggf. auch Verbänden oder Forschungseinrichtungen haben die Möglichkeit, ihre Innovation in einem Standard zu dokumentieren, um so auf deren Produkt/Dienstleistung aufmerksam zu machen bzw. sich von anderen, ähnlichen Produkten/Dienstleistungen abzuheben. Dabei setzen sich die Projektpartner selbst Kriterien (Qualitätsstandards), die in einer DIN SPEC dokumentiert sind. Dies können Anforderungen an Produkte oder Prozesse sein, die dem Kunden/Verbraucher einen Vergleich ermöglicht. Die Mitglieder des Konsortiums können so damit werben, dass sie sich an selbst auferlegte, höhere „Standards“ halten als andere Unternehmen dieses Umfelds.

Abbildung 18: Entstehung einer DIN SPEC, Konsortialstandard (eigene Darstellung, DIN)



Die beiden wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zu einer Norm sind:

- ▶ Es müssen nicht alle interessierten Kreise eingebunden werden, d.h. ein Konsortialstandard kann z.B. von den Partnern eines Forschungsprojekts erstellen werden; eine Norm jedoch nicht.
- ▶ Es muss kein Entwurf des Standards zur Kommentierung veröffentlicht werden.

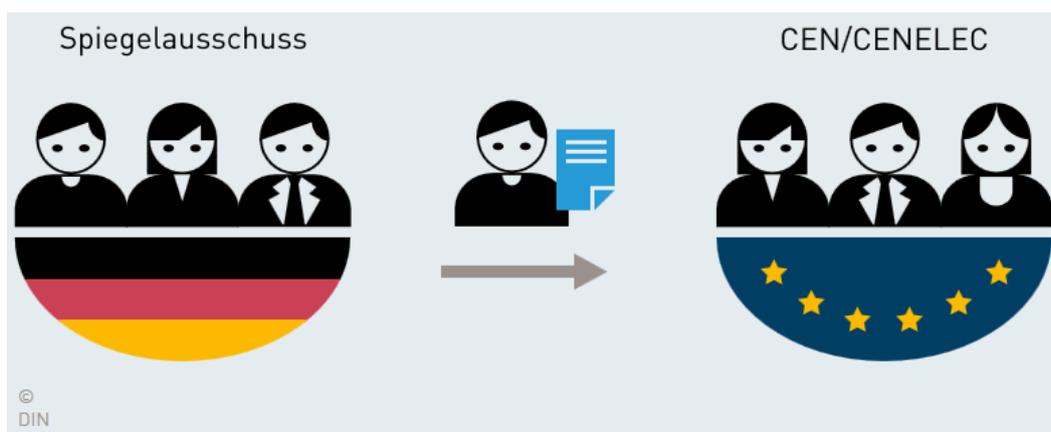
Nach Einführung in den Markt und Erfahrungen mit dem Standard kann das Konsortium entscheiden, ob es den Standard nun in Form einer Norm (national, europäisch, international) etablieren möchte (Beispiel: E-Mobilität Ladestecker).

5.1.3.1 CEN – European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation)

CEN ist eine private, nicht gewinnorientierte Organisation, deren Aufgabe es ist, die **europäische Wirtschaft im globalen Handel** zu fördern, das Wohlbefinden der Bürger zu gewährleisten und den Umweltschutz voranzutreiben. Dies soll mit Hilfe einer effizienten Infrastruktur zur Entwicklung, Verwaltung und Verteilung von europaweit kohärenten Normen und Spezifikationen geschehen, die allen interessierten Kreisen zugänglich sind. CEN ist neben CENELEC (elektrotechnische Normen) und ETSI (European Telecommunications Standards Institute) eine der drei großen Normungsorganisationen in Europa.

Die **34 CEN-Mitglieder** (EU-Mitgliedsländer plus Türkei, Island, Schweiz, Norwegen, Serbien und Mazedonien) arbeiten zusammen, um freiwillige europäische Normen in verschiedenen Industrie- und Dienstleistungsbereichen zu entwickeln. Damit soll in Europa ein **Binnenmarkt** für Güter und Dienstleistungen durch den Abbau von technischen Handelshemmnissen verwirklicht werden. Gleichzeitig soll es der europäischen Wirtschaft ermöglicht werden, eine wichtige Rolle in der globalen Wirtschaft zu spielen. CEN ist die offiziell anerkannte Normungsorganisation für alle Bereiche außer Elektrotechnik (CENELEC). Die Normungsprojekte der Elektrotechnik werden in Deutschland durch die DKE betreut. Normungsprojekte von CEN werden durch DIN betreut. DIN und DKE stellen eine **deutsche Beteiligung** und in vielen Fällen auch eine deutsche Leitung der jeweiligen Themen sicher.

Abbildung 19: Darstellung des Delegationsprinzips (DIN 2016)



Bei CEN und CENELEC gilt das nationale Delegationsprinzip. Sogenannte Spiegelgremien erarbeiten in jedem Mitgliedsland die nationale Stellungnahme, in Deutschland bei DIN. Auf diese Weise können alle an einem Normungsthema Interessierten ihre Meinung ohne Sprachbarrieren über die nationale Ebene einbringen. Aus den Spiegelgremien wiederum werden ExpertInnen in das europäische Arbeitsgremium entsandt. Sie vertreten dort die nationale Meinung und können die inhaltliche Federführung

für europäische Normungsvorhaben übernehmen. Für die Ausgestaltung von Normen ist es oft von entscheidender Bedeutung, dass die nationalen Interessen im Erarbeitungsprozess qualifiziert und frühzeitig vertreten werden. Die Erstellung Europäischer Normen folgt dem nachstehenden Muster:

Vorschlag zu einer neuen Europäischen Norm

Auf europäischer Ebene können die 34 o.g. nationalen Standardisierungsorganisationen - häufig auch NSBs genannt (National Standardisation Bodies) - **Vorschläge zu neuen Normen** bzw. Normungsprojekten einbringen. Daneben kann auch die Europäische Kommission Mandate für Normungsprojekte bzw. ganze Normenreihen zu neuen Technologiefeldern vergeben. Vorschlägen zur Erstellung einer neuen europäischen Norm muss anschließend sowohl die einfache Mehrheit, als auch 71 % der gewichteten Mehrheit (siehe Tabelle 2) aller abstimmenden Normungsorganisationen zustimmen. Sofern diese Abstimmungsergebnisse erreicht wurden, kann die Erarbeitung des Norm-Inhalts unter den folgenden Voraussetzungen beginnen:

1. Eine ausreichende Anzahl von Normungsorganisationen verpflichtet sich zur Mitarbeit
2. Die thematische Relevanz für die Normungsarbeit wird von den interessierten Kreisen der Normungsorganisationen bestätigt.
3. Die Finanzierung zur nationalen Spiegelung (DIN, etc.) des Projektes ist gewährleistet.

Norm-Entwurf

Dieser Entwurf wird im Rahmen einer öffentlichen Umfrage an die nationalen Normungsorganisationen verteilt. Sie geben innerhalb von drei Monaten eine nationale Stellungnahme ab. In Deutschland wird dazu die deutsche Sprachfassung als **Entwurf einer DIN-EN-Norm** veröffentlicht, zu dem innerhalb von zwei Monaten jede interessierte Person Stellungnahmen abgeben kann. Über diese wird dann vom national zuständigen Ausschuss (Spiegelausschuss) bei DIN unter Hinzuziehung der Einsprecher beraten. Darauffolgend wird eine **nationale Stellungnahme** abgegeben.

Optionaler Schluss-Entwurf oder Veröffentlichung

Unter Berücksichtigung des Abstimmungsergebnisses und der Stellungnahmen kann das Arbeitsgremium die Veröffentlichung der Norm beschließen oder einen Schluss-Entwurf veröffentlichen, über dessen Annahme die nationalen Normungsorganisationen in einer zweimonatigen Schlussabstimmung entscheiden. Dabei erfolgt keine inhaltliche Kommentierung des Schluss-Entwurfs; lediglich redaktionelle Änderungen können eingebracht werden. Auch hier sind für die Annahme, wie bereits oben erwähnt, eine einfache Mehrheit und mindestens 71 % der gewichteten Stimmen der CEN/CENELEC-Mitglieder nötig.

Abbildung 20: Gewichtete Abstimmung und Stimmverteilung bei CEN/CENELEC, basierend auf Einwohnerzahl (CEN Internal Regulations Part 2, 2018)

CEN/CENELEC Internal Regulations - Part 2:2017

Annex D.2 Weightings allocated to the CEN national members in case of weighted voting

Member country	Population 2014 (in millions)	Population weight %	EEA country
Germany	80,970	13,35%	X
France	66,217	10,91%	X
United Kingdom	64,559	10,64%	X
Italy	60,789	10,02%	X
Turkey	75,932	12,52%	-
Spain	46,476	7,66%	X
Poland	38,011	6,27%	X
Romania	19,904	3,28%	X
Netherlands	16,865	2,78%	X
Belgium	11,231	1,85%	X
Greece	10,869	1,79%	X
Portugal	10,401	1,71%	X
Czech Republic	10,525	1,73%	X
Hungary	9,863	1,63%	X
Switzerland	8,188	1,35%	-
Sweden	9,696	1,60%	X
Austria	8,545	1,41%	X
Bulgaria	7,223	1,19%	X
Norway	5,136	0,85%	X
Denmark	5,638	0,93%	X
Finland	5,461	0,90%	X
Ireland	4,615	0,76%	X
Slovakia	5,418	0,89%	X
Croatia	4,238	0,70%	X
Lithuania	2,932	0,48%	X
Slovenia	2,061	0,34%	X
Luxembourg	0,556	0,09%	X
Latvia	1,993	0,33%	X
Cyprus	1,153	0,19%	X
Estonia	1,314	0,22%	X
FYR Macedonia	2,075	0,34%	-
Iceland	0,327	0,05%	X
Malta	0,427	0,07%	X
Serbia	7,098	1,17%	-
Total	606,71	100%	

Übernahme als nationale Norm

Nach einem positiven Abstimmungsergebnis wird eine Europäische Norm formal ratifiziert. Sie muss danach von den nationalen Normungsorganisationen unverändert als **nationale Norm übernommen** werden. Jede angenommene Europäische Norm wird in Deutschland mit einem nationalen Vorwort als DIN-EN-Norm veröffentlicht; entgegenstehende nationale Normen werden zurückgezogen. In Einzelfällen werden jedoch durch die nationalen Interessensvertreter nationale Anhänge erstellt und an die Norm angefügt. Dies trifft vor allem zu, wenn nationale Bedarfe einer zusätzlichen Erläuterung bedürfen oder weitere Empfehlungen notwendig erscheinen. Hier wird also die Wichtigkeit der Beteiligung an der europäischen Normungsaktivität deutlich.

5.1.3.2 ISO – International Organization for Standardization

Die Erarbeitung internationaler Normen findet unter dem Dach der Normungsorganisationen ISO und IEC (für den elektrotechnischen Bereich) statt, hier gilt ebenfalls das nationale Delegationsprinzip. Die Spiegelgremien entscheiden zusätzlich über die Übernahme internationaler Normen in das nationale Normenwerk, da internationale Dokumente im Gegensatz zur Übernahme Europäischer Normen nicht von den NSBs übernommen werden müssen.

Vorschlag für eine neue internationale Norm

Die internationale Normungsarbeit beginnt mit einem Normungsvorschlag, der von einem der 164 Mitgliedsländer eingebracht wird. Dabei wird der Antrag via DIN/DKE oder von einem existierenden Arbeitsgremium von ISO bzw. IEC eingebracht. In Ausnahmefällen können Vorschläge auch vom Technischen Lenkungsgremium der ISO bzw. IEC oder vom ISO- oder IEC-Generalsekretär eingebracht werden.

Norm-Entwurf

Anschließend wird der Norm-Entwurf allen ISO- bzw. IEC-Mitgliedern für den Zeitraum von drei Monaten zur Verfügung gestellt, um eine nationale Stellungnahme dazu abzugeben. Nach Beschluss durch das Arbeitsgremium kann DIN dazu den Entwurf einer **DIN-ISO-Norm** bzw. einer DIN-IEC-Norm in deutscher Sprache veröffentlichen. Jeder darf innerhalb von zwei Monaten möglichst unter Verwendung der Einspruchstabelle oder im Norm-Entwurfs-Portal von DIN Stellungnahmen abgeben. Über diese berät dann der national zuständige Ausschuss (Spiegelausschuss) unter Hinzuziehung der Einsprecher und gibt eine **nationale Stellungnahme** ab.

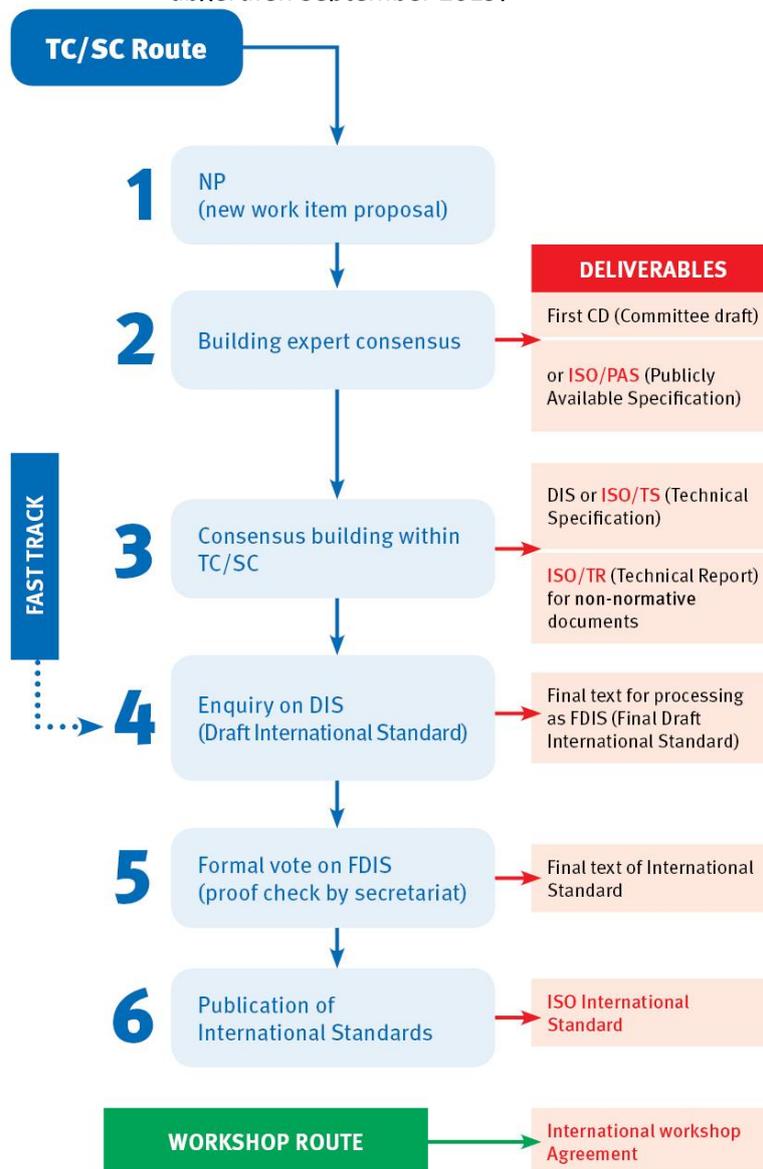
Optionaler Schluss-Entwurf oder Veröffentlichung

Werden bei der Abstimmung zum Norm-Entwurf die Annahmekriterien erfüllt, wird die Internationale Norm veröffentlicht. Andernfalls oder auf Beschluss des Arbeitsgremiums wird zunächst ein Schluss-Entwurf veröffentlicht, über dessen Annahme die nationalen Normungsorganisationen in einer zwei-monatigen **Schlussabstimmung** entscheiden. In dieser Abstimmung ist eine inhaltliche Kommentierung nicht mehr möglich. Für die Annahme ist die Zustimmung von zwei Drittel der aktiv beteiligten Mitglieder erforderlich. Daneben dürfen nicht mehr als ein Viertel der abgegebenen Stimmen negativ ausfallen. Nach einem positiven Abstimmungsergebnis wird die **Internationale Norm veröffentlicht**. Eine Verpflichtung der ISO- bzw. IEC-Mitglieder zur **Übernahme** der Internationalen Norm in das nationale Normenwerk besteht dabei nicht.

Auf internationaler Ebene erarbeitete Normen (Abbildung 22) können durch parallele Erarbeitungs- und Abstimmverfahren gleichzeitig auch als **Europäische Norm** eingeführt werden und werden damit automatisch von den nationalen Normungsorganisationen übernommen.

Die einfache Mehrheit der auf dem betreffenden Sachgebiet aktiven nationalen Normungsorganisationen muss dem Vorschlag zustimmen. Außerdem muss sich eine ausreichende Zahl dieser Mitglieder zur Mitarbeit verpflichten. Nur dann wird der Normungsvorschlag angenommen und die Erstellung des Inhalts kann beginnen. Ein Komitee-Entwurf wird im verantwortlichen Technischen Komitee zur Abstimmung innerhalb von zwei Monaten verteilt. Unter Berücksichtigung der Stellungnahmen wird der Entwurf ggf. überarbeitet.

Abbildung 21: Erstellung einer internationalen (ISO-) Norm, schematisch dargestellt (ISO 2019, abgerufen September 2019)



5.1.4 Umgang mit der Notwendigkeit sektorübergreifender Regelwerke

Zusammen mit ein paar interessierten Ländern (vor allem China und Japan) forderten die einzelne ISO-Akteure eine neue Form der Zusammenarbeit. Diesem Wunsch ist nicht stattgegeben worden. Eine Nachfolgegruppe wurde etabliert, jedoch nach dem gleichen sektoralen Prinzip der vergangenen 70 ISO-Jahre.

Für das ähnlich ausufernde Feld „Industrie 4.0“ konnte eine ähnliche Reaktion beobachtet werden, so dass aktuell die Situation vorliegt, dass die internationalen Organisationen (ISO, IEC, ITU, IEEE) im Wettbewerb um Themen und Unternehmen stehen. Im Interesse der Nachhaltigkeit und eines schnellen Vorankommens sind andere Mechanismen und andere Strukturen notwendig; national wie international.

Dennoch muss auch hier erwähnt werden, dass die Systemgrenzen der Smart City Thematik nicht eindeutig definiert sind und somit auch die Themenfelder nicht klar abgrenzbar sind. Beispielsweise wurden im Rahmen der Interviews und auch während des ExpertInnenworkshops die Themen Künstliche Intelligenz, Big Data, Autonome Fahrzeuge, Drohnen, etc. erwähnt, da die Smart City bzw. der kommunale Siedlungsraum generell diverse Einsatzmöglichkeiten für all diese Technologien bietet.

In diesem Zusammenhang sei hier kurz auf einen weiteren Standard verwiesen: DIN SPEC 91340 *Terminologie der intelligenten individuellen urbanen Mobilität*. Dieser Standard definiert Begriffe für den Bereich der intelligenten, individuellen, urbanen Mobilität und dient den Beteiligten als Werkzeug für die nächsten Planungsschritte, Technologieentwicklungen und Serviceangebote. Das Dokument definiert Begriffe für den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und Logistikverkehr nur in dem Umfang, der zum Verständnis der intelligenten, individuellen, urbanen Mobilität erforderlich ist.

Der Standard soll Kommunen einen Überblick über die aktuellen Begrifflichkeiten ermöglichen und somit auch bei Ausschreibungsprozessen herangezogen werden können, auch wenn es nicht ein direktes Referenzieren auf diesen Standard ermöglicht. Das Dokument wurde in einer Zusammenarbeit von Kommunalvertretern, Industrievertretern und Forschung im Konsensprinzip erstellt.

Des Weiteren wird aktuell ein Standard (DIN SPEC 91367) zum Umgang mit Echtzeitdaten im Mobilitätsbereich erstellt. Dieser soll sowohl das Erheben von Echtzeitdaten für Städte als auch den Datenaustausch zwischen Regionen und Städten ermöglichen und regeln.

Mittelfristig sollen die bisher aufgeführten nationalen DIN SPEC Standards in das Regelwerk von CEN und/oder ISO integriert werden. Aber auch besteht aktuell bereits die Herausforderung, das passende internationale Komitee zu finden.

Die Europäische Partnerschaft für Innovation (EIP – European Innovation Partnership) möchte nun – d.h. 2019 – die Normungsorganisationen CNE/CENELEC/ETSI/ISO/IEC zusammenbringen, um genau diese Problematik zu diskutieren und ggf. neue Strukturen für das Thema Smart Cities zu bilden.

5.2 Neue Konzepte des Schnittstellenmanagements

Die **Technikkonvergenz** der Themen Smart Cities oder Industrie 4.0, vor allem die Fusionierung der Informationstechnologie mit vormals analogen Bereichen, erfordert eine holistische Betrachtung und setzt eine stärkere Interaktion zwischen Technologieanbieter (Industrie) und Nutzer (Kommune) voraus. Diese neuen Verknüpfungen erzwingen auch neue Herausforderungen in der Organisation von Schnittstellen, fachlichen Zuständigkeiten und ressortübergreifender Kommunikation. Dies gilt nicht nur für die Arbeitsorganisation und **Kommunikation im kommunalen Bereich**, sondern auch für die Struktur der technischen Regelsetzung.

5.2.1 Allgemeines

Bei der Bearbeitung dieser konvergenten Themen ist eine eindeutige **thematische Trennung** nicht möglich. Die Grenzen zwischen Themenbereichen, die in der Vergangenheit noch eindeutig voneinander getrennt waren, verschwimmen zunehmend. Während der Großteil der Normungsarbeit nach wie vor in langfristig ausgelegten Ausschüssen stattfindet, gibt es weitere Standardisierungsinstrumente, die sich insbesondere im Bereich konvergenter Technologien anbieten. Dieses Format wird aktuell von VDI und DIN angeboten und hat im Laufe der vergangenen fünf Jahre kontinuierlich zugenommen. Hierbei wird das Prinzip der **Silostruktur außer Acht** gelassen und ExpertInnen aus diversen technologischen Branchen erhalten die Möglichkeit, in temporären Gremien (Konsortien) zusammen an einer technischen Regel zu arbeiten, um allen betroffenen Wirtschaftszweigen eine bessere Zusammenarbeit zu ermöglichen, zum Beispiel bei Ausschreibungsprozessen.

Angelehnt an diese Sektoren konnten in jüngster Vergangenheit erste **branchenübergreifende Standardisierungsprojekte** – auch vor dem Hintergrund neuer Schnittstellenmanagementkonzepte – durchgeführt werden, die im Folgenden als Best Practice Beispiele vorgestellt werden.

Dennoch muss festgehalten werden, dass eine Systematisierung dieses Vorgehens bisher nicht erreicht werden konnte. Darüber hinaus wird es nicht leicht werden, dies zu etablieren, da unterschiedliche Expertisen bzw. berufliche Hintergründe notwendig sind. Die in der Vergangenheit klare, homogene Aufteilung der Themen ist – wie bereits erwähnt – nicht 1:1 auf das Thema Smart City übertragbar. Die digitale Transformation erfordert heterogene Diskussionen und ein gemeinsames Verständnis von Infrastruktur (Hardware) und Software.

5.2.2 Straßenbeleuchtung

Ein erster Standard zur intelligenten Straßenbeleuchtung, veröffentlicht als **DIN SPEC 91347, Integrierter multifunktionaler Humble Lamppost (imHLA)**, beschreibt integrierte multifunktionale Laterne- masten (Humble Lampposts, kurz: imHLA) als vernetzte und integrierte Systeme. Eine Laterne kann nach diesem Standard aus modular integrierbaren **Funktionsbausteinen** aus den Bereichen Konnektivität, Sensorik, Aktorik und Energiesysteme bestehen. Dabei werden drei wesentliche Aspekte für die Standardisierung des imHLA definiert:

- ▶ die physische Integration der Hardware innerhalb des Laternenmastes sowie einzelner Bauteile miteinander
- ▶ die logische Integration einzelner Funktionsbausteine, etwa zu Kommunikationszwecken und Datenaustausch
- ▶ die ökonomische Integration der einzelnen Funktionsbausteine, etwa in Betriebs- und Geschäftsmodelle

Mit dieser modularen und sukzessiven Integration der Funktionsbausteine in die Straßenbeleuchtung schafft dieser Standard eine Grundlage für die schrittweise Integration neuer Sensor-/Aktorsysteme innerhalb der bereits existierenden städtischen Infrastruktur. Bei erfolgreicher Umsetzung wäre somit ein erster Schritt in Richtung nachhaltige Gestaltung der **digitalen Infrastruktur** getätigt, da auch zuvor getrennte Dienste, Produkte, Märkte und Geschäftsmodelle kombiniert werden und eine Herstellerunabhängigkeit für die Kommunen gewährleistet wird.

Vor allem der Aspekt der **Herstellerunabhängigkeit** ist keineswegs trivial oder als selbstverständlich anzusehen, da proprietäre Lösungen die Kommunen in einen sogenannten „Vendor Lock-in“, also in ein jahrzehntelanges Abhängigkeitsverhältnis, steuern können und somit Flexibilität und agile Nachrüstung erschweren.

5.2.3 Urbane Datenplattform für Verkehr, Energie, Umwelt

DIN SPEC 91357, Offene urbane Plattform, beschreibt die diversen Datenmodelle und die Anforderungen, die an Dienstleister gestellt werden, sollten diese sich in die Datenplattform einer Kommune einklinken wollen. Die urbane Datenplattform bzw. die Referenzarchitektur für Datenplattformen im kommunalen Raum gilt seit etwa einem Jahr als das Herzstück der Smart Cities Diskussion, da zahlreiche IT-Anbieter Daten für sich beanspruchen wollen, die im kommunalen Raum anfallen.

Die **Digitalisierung des öffentlichen Raums** bringt jedoch zwangsläufig exorbitante Datenmengen mit sich. Die Systematik derer ist Aufgabe der **Referenzarchitektur**. ISO und IEC sprechen seit Jahren über Normungsvorhaben zu Referenzarchitekturen, doch keines der internationalen Smart City Gremien hat bislang einen Entwurf in Umlauf gebracht. DIN SPEC 91357 stellt eine gemeinsame Sprache für verschiedene Akteure bereit, sorgt für eine stabile Einführung neuer, technologischer Komponenten zur **Datenerfassung** und liefert eine Orientierung zur Einhaltung anderer technischer Standards

und Richtlinien. Anhand von Fallbeispielen (use-cases) werden die Anforderungen beschrieben, so dass eine Kommune nach diesem Standard ausschreiben und sich somit für (nicht-proprietäre) **Plattformanbieter** entscheiden kann, die wiederum Daten anderer Dienstleister (Energie, Entsorgung) in einem offenen, standardisierten System zur Verfügung stellen können. Diese Konsortialpapiere zeigen den hohen Handlungsdruck auf Seiten der Industrie und einiger Kommunen (München, Hamburg, Berlin, Köln, Bad Hersfeld), die in diese Aktivitäten eingebunden waren und zum Teil bei weiteren Projekten eingebunden sind.

Voraussichtlich wird Ende 2018 ein weiteres DIN SPEC Projekt mit Bezug auf die Datenaustauschformate zwischen verschiedenen Plattformherstellern gestartet werden.

5.2.4 Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung

Im Bereich der Energieversorgung spielt das Thema Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle. Konzepte für die zukünftige Energieversorgung stehen vor der Herausforderung, bereits bestehende Energieversorgungssysteme mit neuen, nachhaltigen und **dezentralen Versorgungssystemen** zu kombinieren. An das Smart Grid wird somit die Anforderung gestellt, die Energieversorgung so zu steuern, dass bestehende Systeme mit neuen Technologien kombiniert werden können und dies sogar in unterschiedlichen Sektoren wie Strom, Wärme und Mobilität.

Je nach Bedarf wird die benötigte Energie dem Nutzer zur Verfügung gestellt. Das erfordert eine Anpassung des **Energie- und Klimaschutzmanagements** sowohl in den Städten und Kommunen als auch in der Industrie. Aktuelle Diskussionen zeigen einerseits, dass politische Entscheidungen zur Einbindung von Smart City Konzepten in die Gesetzgebung aufgenommen werden sollte, wie die Bauleitplanung und das Bundesraumordnungsgesetz. Andererseits wurden bereits Standardisierungsbedarfe ermittelt, die zukünftig verfolgt werden müssen:

- ▶ Interoperabilität, damit sowohl einheitliche, physikalische Schnittstellen als auch einheitliche Datenformate die Kombination verschiedener Technologien miteinander ermöglicht
- ▶ Einheitliche Metriken zur Bewertung der Ökobilanz oder Lebensqualität einer Stadt oder einer Kommune können bei der Entscheidung zum Ausbau neuer Technologien unterstützen
- ▶ Nutzungsszenarien im Energiebereich in Form von Best-Practice-Beispielen, wie Kommunen von den Erfahrungen anderer profitieren können

Zwei wichtige Dokumente in diesem Kontext sind im Folgenden aufgeführt:

- ▶ **ISO 17800**, *Informationsmodell* für den Betriebsbereich des Smart Grids
- ▶ **ISO/IEC 30101**, *Informationstechnik - Sensornetze: Das Sensornetz und seine Schnittstellen zum Smart Grid*

Noch wichtiger erscheint jedoch die im Dezember 2017 erschienene internationale Normungsroadmap:

PD IEC/TR 63097 Smart Grid Standardization Roadmap, die jedoch – anders als alle bislang erschienenen Roadmaps – nicht kostenfrei erhältlich ist.

Die thematischen Schwerpunkte, die hier international gesehen und in dieser Roadmap dargestellt wurden, umfassen:

Elektrotechnische Normen

- ▶ Planung des Grids
- ▶ Integration
- ▶ Power Electronics
- ▶ DC Grids
- ▶ Einfluss auf Niedrig-Spannung Installationen

Normen/Standards zu Kommunikationssystemen

- ▶ Energieerzeugung Management Systeme
- ▶ FACTS (flexibel AC transmission systems)
- ▶ Energiemanagement Systeme
- ▶ Blackout Präventions-Systeme
- ▶ Verteil-Management-Systeme
- ▶ Verteil-Automations-Systeme
- ▶ Smart Substation Automations-Systeme
- ▶ Verteil-Energieresourcen-Systeme
- ▶ Smart-Meter Infrastruktur
- ▶ Meter-related Back Office Systeme
- ▶ Marktplatz Systeme
- ▶ Demand response und Ladungsmanagement-Systeme
- ▶ HBES/BACS Systeme
- ▶ Industrielle Automationssysteme
- ▶ Elektrische Speichermanagement-Systeme
- ▶ Elektro-mobilitäts-Systeme
- ▶ Wettervorhersage Systeme
- ▶ Anlagenmanagement und Monitoringsysteme
- ▶ Mikrogrid Systeme

Normen/Standards zu interdisziplinäre Anwendungsgebiete

- ▶ Kommunikation
- ▶ Datenmodellierung
- ▶ Cyber-Sicherheit
- ▶ Authentifizierung
- ▶ Autorisierung
- ▶ Buchhaltung
- ▶ Zeitmanagement
- ▶ EMC (elektromagnetische Kompatibilität)

- ▶ Energiequalität
- ▶ Funktionale Sicherheit

Mit großer Spannung ist im Energiesektor auch die Rolle **anderer internationaler Regelssetzer** zu beobachten, die bislang in diesem Projekt nicht behandelt und auch nicht in die Analyse mit einbezogen wurde. IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, ist ein weltweiter Berufsverband von Elektrotechnik und IT- Ingenieuren, die zum Teil eigene Standards setzen und nicht an ISO, IEC angebunden sind.

Hier werden die unter 1.2.6 beschriebenen Herausforderungen des **Schnittstellenmanagements** sehr deutlich. Eine Harmonisierung erscheint zwingend erforderlich, aber bei der Vielzahl an Aktivitäten und Akteuren unrealistisch. Deutlich wird jedoch auch, dass der **Einsatz der deutschen Wirtschaft und Politik** am nationalen und internationalen Normungsgeschehen ausgebaut werden sollte, wenn ein internationales Überrollen durch andere Regelssetzer vermieden werden möchte.

5.2.5 Letzte Meile

Die Kurier-Express-Paket (KEP-) Branche steht seit einigen Jahren unter Druck und sorgt selten für positive Schlagzeilen. Zunehmender Online-Handel hat jährlich **zunehmende Sendungsvolumina** und somit erhöhtes Aufkommen der Wirtschaftsverkehre zur Folge. Dies ist vor allem in Ballungsgebieten ein verkehrstechnisches Problem (für alle), in ländlichen Regionen jedoch eher ein kostentechnisches (für KEP Dienstleister). Mit Fokus auf **Ballungsgebiete** lässt sich feststellen, dass ein immanent vorhandener Zielkonflikt des heutigen Stadtlebens, nämlich die Geschwindigkeit kostengetriebener Prozesse auf der einen und die Notwendigkeit zu transparent-nachhaltigem Handeln auf der anderen Seite, neue Lösungsansätze erfordert und die KEP-Branche in Zugzwang bringt. Das heißt, neben den eigenen, wirtschaftlichen Zwängen, die zur Optimierung der **Fahrzeugauslastung** und besserer Tourenplanung führen, befinden sich die Organisationen in der Situation, gesellschaftstechnisch wirksam zu werden und dieses Engagement mit einer positiven (**Öko-)Bilanz transparent** darzustellen. Hierzu wurden diverse Konzepte singular bzw. organisationsintern erarbeitet; einige davon konnten in den vergangenen Jahren medienwirksam vorgestellt und zum Teil bereits operativ betrieben werden.

Was fehlt – jedoch häufig von LogistikExpertInnen propagiert wird – ist der Einsatz eines sogenannten intelligenten Containers, auch genannt „**Smart Logistics Hubs**“ für die letzte Meile. Dies umfasst zum einen den Einsatz eines effizienten Umschlagortes vom großen zum kleinen Fahrzeug, zum anderen aber auch eine Art Zwischenlagerung und Konsolidierung von Sendungen, die anschließend mittels **Lastenrad** zum Empfänger (Mehrfamilienhaus) gebracht werden.

Das Konzept ist umstritten, stellt jedoch einen Lösungsansatz zur stadtverträglichen und ökonomisch sinnvollen Kurier-Express-Paket-Logistik dar, die in der Lage ist, die zunehmenden Transportaufkommen des Fernabsatzes zu bewältigen, ohne **ökologische Ziele** zu mindern oder die Lebensqualität in den Städten zu schädigen. Umstritten, da a) der ökologische Nutzen in Frage gestellt wird und b) die KEP-Branche gesteigerten Wert auf „Branding“ setzt bzw. auf die visuelle **Bindung** von Dienstleister, Kunde und dessen Warenlieferung/Paket. Denn lediglich die „letzte Meile“ verbindet den Dienstleister (dessen Fahrzeug, Farbe, Lieferant) mit dem Kunden und dieser Kontakt soll für eine **positive Darstellung des Lieferanten** genutzt werden.

In Großstädten mit mehreren dichtbevölkerten Bezirken bieten sich **Smart Logistics Hubs** an, um ein effizientes „Umschlagen“ von Paketen diverser Dienstleister in ein kleines Hub zu organisieren, um dann die Sendungen konsolidiert – d.h. Pakete diverser Logistiker – in einem **Lastenrad** und einem neutralen Dienstleister an die Wohnungstür zu bringen. Um den Marketing-Ansprüchen der Logistiker gerecht zu werden und dennoch einen ökologischen Nutzen via Lastenrad herbeizuführen, müssten die KEP-Dienstleister ihrer jeweiligen Logistik entsprechend jeweils eigene Umschlaglösungen in den

Bezirken realisieren. In Folge dessen würden sich Blechkästen, **Wechselcontainer und Umschlagsstellen** in diesen Bezirken häufen. Abgesehen vom Stadtbild würde dies auch einer sinnvollen Nutzung des öffentlichen Raumes widersprechen. Im Rahmen von Pilotprojekten können diverse Lösungen getestet und dokumentiert werden, um anschließend die ökologischste und ökonomisch tragfähigste Lösung für andere Kommunen und alle Dienstleister übertragbar zu machen. Normung/Standardisierung könnte diese Übertragbarkeit gewährleisten.

5.2.6 Wasserver-/entsorgung

Nicht nur in seiner Essentialität ähnelt das Thema der Wasserver- und entsorgung dem Thema Energie/Smart Grid. Bei diesen Themen treffen zahlreiche Akteure auf historisch gewachsene und sehr etablierte Strukturen mit verästelten politischen Strukturen auf regionaler/überregionaler Ebene, überlagert mit diversen Behörden, Verbänden, Prüfinstituten, unterschiedliche Betreiberstrukturen, etc.

Daneben ist die Wasserver- und -entsorgung direkt gekoppelt mit den komplexen Festlegungen der Trinkwasser-, Düngemittel- und Klärschlammverordnung (“AbfklärV - Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost,” n.d.; “DüMV - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis,” n.d.; Gerhardy, n.d.), um die schwerwiegendsten zu nennen. Zu den ca. **1200 aktuell geltenden Normen und Standards** (bei DIN) gehören neben Schachtabdeckungen, Produkte zur Wassergewinnung und -aufbereitung, Wasserverteilung vom Versorgungsunternehmen zum Verbraucher und natürlich Waschbecken, WC, Rohre und Rohrverbindungen, Schächte sowie Kläranlagen. Hinzu kommt nun, dass darüber hinaus DVGW und VDI Richtlinien in parallelen ExpertInnenkreisen entwickelt wurden. Sobald der Blickwinkel erweitert wird, ergeben sich weitere Aufgabenfelder: Normen für die Planung von Ver- und Entsorgungssystemen einschließlich der Anleitungen für deren Bau und Instandhaltung, Wasserbau, Staudämme, Pumpwerke, Deiche, Rückhaltebecken und der Verkehrswasserbau. Letztlich wird die Qualität des Wassers mit diversen analytischen Verfahren sichergestellt, die teilweise via CEN in europäische Normen harmonisiert wurden. Insgesamt sind 12 internationale (ISO) und 17 Europäische (CEN) Komitees eingebunden. Verbunden mit der Wasserreinheit ist die Bodenqualität und die Analyse von Abfall bzw. Klärschlamm. Diese **Komplexität** macht deutlich, dass keine grundlegende Veränderung der Struktur und der Herangehensweise möglich sein wird, ähnlich wie im Energiebereich.

In diversen Gesprächen mit langjährigen ExpertInnen dieser Normenausschüsse wurde durchaus **Bewusstsein** und teils Sorge für digitale Neurungen und die damit verbundenen Herausforderungen der gesamten Branche geäußert. Eine konkrete Strategie zur Herangehensweise liegt aktuell nicht vor. DIN möchte jedoch im Rahmen der **Smart Cities Aktivitäten** dieses Thema genauer beleuchten und alle relevanten Branchenvertreter zusammenbringen.

Im Rahmen dieser Analyse und ersten Gespräche konnte jedoch bereits beobachtet werden, dass die digitale Transformation nicht unkritisch gesehen wird. Sowohl aufgrund der plötzlichen **IoT Verbindungen** und somit Gefährdung der (Cyber-)Sicherheit als auch aufgrund der rein infrastrukturellen Änderungen, die in der Regel als irreversibel angesehen werden. Die elektronische/digitale Steuerung erfordert neue Fähigkeiten, was zur Folge hat, dass **analoge Technik** im Laufe von nur einer Generation nicht mehr bedient, gewartet und verbaut werden kann.

Das Potenzial digitaler Möglichkeiten und **Geschäftsmodelle** will jedoch analysiert werden: VEOLIA Environment S.A. errichtete zu diesem Zweck einen Innovations-Accelerator (www.euref.de) zur Förderung der Themen **Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft**. Hier sollen neue Technologien und neue Geschäftsmodelle in diesen Feldern erprobt werden.

Auch wenn die unter 1.2.2 und 1.2.3 dargestellten Technologien (Straßenbeleuchtung, Datenplattform) komplex erschienen, bietet sich bei genauerer Analyse der Themen Energie und Wasser ein

weitaus komplexeres Bild. An beide schließt sich das Gebiet der Kreislaufwirtschaft an, welches (zumindest in Deutschland) über ähnlich **komplexe, administrative Strukturen** verfügt. Diese organisatorisch vernetzten Themen bieten eine neue **Matrix von Herausforderungen**, die keine schnellen Veränderungen ermöglichen und eine sorgfältige Analyse erfordern.

5.2.7 Weiteres

Sowohl die ExpertInneninterviews als auch die Diskussion mit ExpertInnen der betroffenen Normenausschüsse ergaben weitere Hinweise zum Anpassungsbedarf des Regelwerks vor dem Hintergrund der digitalen Transformation. Ohne diese in aller Tiefe zu beschreiben, sollen hier einige zumindest stichwortartig beschrieben werden:

- ▶ **Retrofitting:** Vor dem Hintergrund energieeffizienter Sanierung soll ein Standard entstehen, der das Vorgehen bei der Sanierung älterer (und im Besonderen denkmalgeschützter) Gebäude beschreibt; vor allem soll die Komplexität der Finanzierung solcher Sanierungsmaßnahmen für Wohneigentümergeinschaften beschrieben werden, um den Betroffenen einen Leitfaden zum Vorgehen bereitzustellen.
- ▶ **Energiemanagement in Quartieren:** Beschreibung von Energiemanagementsystemen, die mit digitalen Werkzeugen eine genauere Darstellung des Energieverbrauchs, Maßnahmen zur Reduktion und Vorhersagen zum Energieverbrauch treffen.
- ▶ **Künstliche Intelligenz im öffentlichen Raum:** Hier gilt es im Besonderen, Qualitätskriterien für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz im öffentlichen Raum zu beschreiben. Dies umfasst die Beschreibung des Umgangs mit den gesammelten Daten und die Risikoklassifizierung der KI. Um die Sicherheit und Wirksamkeit von KI-enthaltende Produkte im öffentlichen Raum zu gewährleisten, bedarf es der Kenntnis darüber, was das KI Modul bewirken soll, sowie des Nachweises, dass das KI Modul diese Wirkung erzielt, ohne unvermeidbare Risiken zu verursachen. Hierbei gilt es zu klären, was „Qualität“ im Kontext von KI-Technologie bedeutet und welche besonderen Herausforderungen im Vergleich zu herkömmlicher Software existieren. Hierzu existieren derzeit weder Normen noch Standards. DIN arbeitet jedoch daran, entsprechende ExpertInnenkomitees zu etablieren.

5.3 Zukünftiges Schnittstellenmanagement

Konsortialstandards wurden aus der Notwendigkeit geboren, schnelle (nationale) Standards zu entwickeln. Häufig treffen hier neue Partner/Organisationen zusammen, die bisher kein Interesse an einem langjährigen Engagement in der Normung (DIN, CEN, ISO) hatten, jedoch eine gemeinsame Basis für die Zusammenarbeit miteinander und ggf. mit anderen Unternehmen auf Basis eines Standards erreichen möchten.

DIN bietet in diesen Zusammenhängen an, das **Schnittstellenmanagement** zu übernehmen; d.h. DIN sorgt dafür, dass Technologieanbieter, Kommunen und Verbände, die an diesen Themen beteiligt sein sollten, auch beteiligt sind; zumindest repräsentativ. Denn: je Branche kann nur eine begrenzte Anzahl an Unternehmen beteiligt sein. Und dies deutet bereits die Risiken bzw. Schwierigkeiten beim Schnittstellenmanagement an: Eine wahrgenommene Benachteiligung mancher Organisationen. In diesem Fall ist es wichtig, eine Beteiligung der Industrieverbände und kommunaler Spitzenverbände zu gewährleisten, sodass die Meinung der jeweiligen Mitglieder Eingang in die Arbeit finden kann.

Bei erfolgreicher **Projektdurchführung** wird in einem nachgelagerten Schritt dafür Sorge getragen, dass die national erarbeiteten Ergebnisse in die Europäische bzw. Internationale Normung getragen werden, um dort als Vorlage für internationale Normen zu dienen.

Hier besteht jedoch das Problem, dass die deutschen Konsortialpartner häufig nicht in der Lage sind, an internationalen Sitzungen teilzunehmen, um deren erarbeitete Standards auch **international zu**

verteidigen. Dies trifft vor allem auf Vertreter von Kommunen zu, aber auch zum Teil auf Vertreter der kommunalen Spitzenverbände und auf viele Forschungseinrichtungen und deutsche KMU. Dies hat zur Folge, dass internationale Smart City Standards von Vertretern der Großkonzerne erstellt werden.

Dies ist aktuell bereits zu beobachten. Neben den „**quasi-Standards**“, die multinationale Organisationen etablieren - ggf. auch in privatwirtschaftlichen Konsortien (z. B. OGC) - werden in internationaler Gremienarbeit auch ISO-Normen durch deren (fast exklusive) Anwesenheit dominiert.

Für die nationale Normungslandschaft bedeutet dies:

- ▶ **hoher Abstimmungsbedarf:** es müssen Informationen geteilt werden zwischen technischen Regelsetzern (DIN/DKE), die die internationalen Arbeiten beobachten und deutschen Konsortien, die an Smart City Projekten beteiligt sind, kommunalen Spitzenverbänden, anderen nationalen Spiegelgremien mit Smart City Relevanz, Bundesministerien, Bundesbehörden.
- ▶ Keine (oder seltene) **Übernahme** internationaler Smart City Normen, da hier weder der Fokus (andere Ausgangssituation Asien = Neubau vs. Europa = Bestand) noch eine ausgeglichene Besetzung bzw. deutsche Beteiligung gewährleistet werden kann.
- ▶ Aufklärungsarbeit betreiben bzgl. neuer Produkte für die städtische Infrastruktur: welchen internationalen oder europäischen Normen entsprechen diese Produkte und sind diese kompatibel mit der Position entsprechender nationaler ExpertInnenrunden / Gremien.

Aber auch zwischen den Regelsetzern ist ein hohes Maß an Organisation gefordert, um sicherzustellen, dass redundante Arbeiten innerhalb Deutschlands vermieden werden. Hier können zum Beispiel gemeinsame Konsortien/Gremien gegründet werden, die die Expertise verschiedener Regelsetzer bündelt.

Erste o. g. Beispiele haben gezeigt, dass bereits erste Schritte unternommen wurden, um die **Zusammenarbeit** zwischen den Regelsetzern voranzutreiben. Dennoch bleibt dieses Thema eine hoch politische Diskussion und bedarf einer Reihe an grundlegenden Management-Entscheidungen. Jahrzehntlang gewachsene Strukturen kritisch zu hinterfragen, im Bedarfsfall anzupassen und auf die digitale Zukunft auszurichten, ist mit einem tiefgreifenden Change-Management verbunden. Eine der größten **Herausforderungen** in diesem Zusammenhang wird die Einbindung der **Vernetzung** in die alltägliche Arbeit der Regelsetzer sein. Die aktuell eindeutige, thematische Trennung zwischen den Normenausschüssen muss insbesondere hinsichtlich der Bearbeitung neuer, konvergenter Themen hinterfragt und neu bedacht werden. Insgesamt bestehen jedoch erste Anzeichen, dass technische Richtlinien (z.B. DIN SPEC 91347, 91357, etc.) für die Zwecke der **kommunalen Ausschreibungsprozesse** dienlich sind und vor allem, dass Projektkonsortien dieser Art eine Vernetzung von bisher singulär arbeitenden Akteuren ermöglichen.

5.4 Zentrale Handlungsempfehlungen zur Erarbeitung neuer Regelwerke (DIN, CEN, CENELEC, ISO, IEC)

Um in diesen – aber auch anderen konvergenten – Bereichen ein Schritthalten mit technologischer Entwicklung zu gewährleisten, müssen Strukturen geschaffen werden, die agil und flexibel sind:

- ▶ Einbindung sektor-übergreifender Expertise bzw. **flexible Strukturen** und die Auflösung der aktuellen Strukturen, europäisch und international: die Trennung elektrotechnischer und nicht-elektrotechnischer Themen (sprich: ISO vs. IEC bzw. CEN vs. CENELEC) ist nicht mehr zeitgemäß.
- ▶ Verbindung diverser Technischer Komitees, sowohl bei DIN als auch bei CEN und ISO, deren Wissen bei Smart City fusioniert werden muss. **Organisatorische Strukturen** (Matrix-Strukturen) schaffen, die es ExpertInnen aus Wirtschaft, Forschung, Kommunen, etc. ermöglicht, flexibel zwischen der starren Komitee-Struktur zu springen und sich bei Themen zu engagieren, die sie betreffen und in die sie ihre Expertise einbringen können. Alternativ ist die Erstellung

neuer temporärer Konsortien denkbar, die zur Bearbeitung eines (mehrerer) konkreten Themas zusammenkommen. Dies könnte zum einen durch die nationalen Normungsorganisationen angestoßen werden, zum anderen aber auch direkt durch CEN oder ISO. Hierzu sollten konkrete Aufgaben, Zeitpläne und finanzielle Verpflichtungen kommuniziert werden, sodass diese Normungs-/Standardisierungsprojekte agil bearbeitet werden können und damit schnell Einzug in die Praxis nehmen können.

- Es müssen **Anreizsysteme** geschaffen werden, die es kommunalen Vertretern erlauben, an diesen Projekten teilzunehmen; nicht notwendigerweise auf internationalem Niveau; zumindest sollte jedoch ein nationales Engagement ermöglicht werden; dies kann zum einen durch die kommunalen Spitzenverbände organisiert werden oder eben durch Länder- oder Bundesmittel. Die Beschreibung und Gestaltung des kommunalen Raumes finden auch in internationalen Komitees statt (ISO/TC 268, Systemkomitees bei IEC und ISO) – hier finden sich aktuell keine Vertreter von Städten unabhängig geografischer Zuordnung.

Die Fortsetzung der bisherigen Praxis thematischer und sektoraler Trennung wird zur Folge haben, dass eine übersichtliche Anzahl von Technologie-Unternehmen die Gestaltung des urbanen Raumes in den kommenden Jahren maßgeblich mitgestalten, was u.a. ein **Vendor-Lock-in** zur Folge haben könnte.

Die oben genannten Vorschläge zu **strukturellen Änderungen** des Gesamtsystems sind nur unter Zustimmung von DIN, CEN, CENELEC, ISO, IEC denkbar und somit nicht kurzfristig zu realisieren. Daher sollen im Folgenden weniger signifikante, strukturelle Änderungen dargelegt werden, die zumindest eine flexible und agile Erarbeitung von Normen und Standards in Deutschland ermöglichen könnten:

Szenario 1: Horizontales (nationales) Komitee Smart City, welches die klassischen Technischen Komitees/Normenausschüsse hinsichtlich der digitalen Transformation in Kommunen berät: Analyse der notwendigen Normen und Standards für Kommunen und Industrie; Identifikation der zuständigen technischen Komitees, die ggf. durch **sektor-übergreifende Expertise** temporär erweitert werden müssen. Neben den kommunalen Spitzenverbänden müssten auch hier Vertreter diverser Bundesministerien aktiv beteiligt sein. Es muss eine Austauschplattform geschaffen werden, die es Kommunen, Forschung, Industrie, Verbänden und Nutzern ermöglicht, gemeinschaftlich an diesen Themen zu arbeiten. Des Weiteren müssen die internationalen und europäischen Aktivitäten beobachtet und nationale Maßnahmen beraten werden.

Mit der Gründung des **Smart City Standards Forums** hat DIN bereits einen ersten Schritt in diese Richtung getan. Das Forum ist an einen DIN Präsidialausschuss angeschlossen, der eine koordinierende Position innehat.

Angeschlossen an die Aktivitäten eines **horizontalen Komitees** können diverse Konsortien gezielte Smart City Projekte durchführen, die durch das horizontale Komitee begleitet werden und ggf. durch dieses auch in die europäische und internationale Normungsarbeit gebracht werden.

In diese Aktivitäten sind auch (sporadisch) Vertreter anderer technischer Regelsetzer (siehe Anhang) eingebunden. Hier ist angestrebt, einen regelmäßigeren Austausch zu gewährleisten. Die Konvergenz des Themas und der zukünftigen Normungs-/Standardisierungsprojekte erfordert jedoch einen engeren Austausch und **kollaborativen Ansatz**, in dem alle Regelsetzer (DKE, VDE, VDI, DVGW) an dieses horizontale Komitee angeschlossen werden sollten und je nach Bedarf sich und ihre jeweiligen Experten in konkrete Normungsprojekte einbringen können.

Die verschiedenen **Organisationsstrukturen** (Verein, Verband, Kommission) könnten eine permanente Struktur losgelöst von allen organisatorischen Vorgaben schwierig gestalten oder gar unmöglich machen. Wichtig ist es, eine agile Zusammenarbeit zu gewährleisten, die den schnellen Innovationszyklen gerecht wird. Eine schnelle Regelsetzung (mit flexiblen Strukturen) ist unabdingbar, um den

Anforderungen im Markt gerecht zu werden. Die **sektorale Trennung** der ExpertInnen erschwert und verlangsamt die Erstellung neuer, technischer Regeln bzw. die Aktualisierung bestehender.

Diese Neustrukturierung in eine agile Arbeitsweise ist heute bereits notwendig und wird in Zukunft zwingend notwendig sein. Sollte keine bessere nationale Abstimmung zwischen Regelsetzern, Gesetzgeber und Prüfinstituten erfolgen, besteht die Gefahr der Übernahme von **de-facto Standards**, die heute bereits in einigen Teilen der IT-Industrie und im Industrie 4.0 Umfeld gesetzt werden.

Diese Gefahr darf tatsächlich nicht unterschätzt werden, da a) IT eine immer **dominierende Rolle** in bislang analogen Themen einnimmt und Deutschland bislang keine Führungsposition in diesem Umfeld eingenommen hat – und b) **Patente bzw. Schutzrechte** ein Problem für die traditionelle Normung darstellen.

Sowohl CEN als auch ISO – und somit auch DIN/DKE – haben es bisher vermieden, patentierte Technologie in Normen/Standards aufzunehmen. Aktuell ist jedoch ein enormer Anstieg der Patentanmeldungen zu beobachten und dies vor allem im IT-Bereich. Mit dem verstärkten Einzug der Information- und Kommunikationstechnologie durch Sensorik, 5G, etc. wird diese Technologie auch für bislang analoge Technologie relevant werden, was in Folge eine neue Herangehensweise für die Integration von Schutzrechten in Normen/Standards erfordert.

Szenario 2: Gemeinschafts-Arbeitskreise: mehrere Normenausschüsse begleiten gemeinsam den Erstellungsprozess einer Norm

Die kleinere Variante zu Szenario 1: in Anlehnung an das europäische Delegationsprinzip, welches es den nationalen Normungsorganisationen ermöglicht, ExpertInnen/Delegierten des nationalen, themenverwandten Normenausschusses (Spiegelausschuss) zu entsenden, um die nationalen Interessen zu vertreten, könnten themenübergreifende Gremien initiiert werden, die mit ExpertInnen aus den thematisch betroffenen Normenausschüssen und Gremien der jeweiligen Regelsetzer besetzt sind.

Für die **Normenanwender** wäre eine enge Vernetzung und Kooperation zwischen den Regelsetzern wünschenswert. Verschiedene Regelwerke zu identischen Themen, Technologien oder Prozessen sorgen bei den Anwendern vielmehr für Desorientierung und **Entscheidungsschwierigkeiten** als für Klarheit und Sicherheit. Eine enge Zusammenarbeit und ein regelmäßiger Informationsaustausch zwischen den Regelsetzern würde das Risiko redundanter Arbeiten verringern. Eine strukturell enge Vernetzung der **regelsetzenden Institutionen** hätte zudem einen Einfluss auf die Grundsätze der jeweiligen Institutionen, wie ihre Satzungen. Während die Mitglieder bei DIN ausschließlich juristische Personen sind und auch die ExpertInnen in den Normenausschüssen die Interessen ihres Unternehmens, ihrer Forschungseinrichtung oder ihrer Organisation vertreten, können bei anderen Regelsetzern auch natürliche Personen Mitglieder werden.

6 Risiken und Unsicherheiten

Mit smarten, digitalen Lösungen für Infrastrukturen einer modernen Stadt werden große Potentiale verbunden. Mit ihrer Hilfe können positive Umwelteffekte wie eine Senkung der Treibhausemissionen, Energieeinsparungen oder die Schonung von Ressourcen erzielt werden. Gleichzeitig können diese Lösungen jedoch auch Risiken und Unsicherheiten mit sich bringen. So kann beispielsweise eine Verringerung des Verkehrsaufkommens in der Innenstadt durch Umfahrungen dazu führen, dass Pendler wieder verstärkt vom ÖPNV auf das eigene Fahrzeug umsteigen, weil die Staus reduziert wurden, und so insgesamt mehr Fahrzeuge unterwegs sind (Rebound-Effekt). Neben umwelttechnischen Risiken müssen ebenfalls kommunale Risiken berücksichtigt werden wie z.B. das Risiko, hohe Kosten in eine smarte Infrastruktur zu investieren, während sich der Markt hin zu einer anderen Standardlösung entwickelt.

Solche Risiken zu identifizieren war das Ziel des Arbeitspaketes B2. Hierzu sollten zum einen Risiken und Unsicherheiten bei der Konzeption, Planung und im Betrieb von Smart City- und Infrastruktur-Anwendungen in den identifizierten Lösungsansätzen erfasst und abgeschätzt werden. Zum anderen wurden entsprechende Risikoklassifikationen entwickelt, die eine Kategorisierung sowie eine qualitative Bewertung für einzelne Kategorien erlauben. Aufgrund der langen Lebenszyklen von smarten Infrastrukturen wurden zukünftige Entwicklungen hierbei möglichst in die Bewertung mit einbezogen, um strategische Unsicherheiten für die Entwicklungen smarterer Lösungsansätze zu identifizieren.

In einem ersten Teilschritt wurde eine Domänenanalyse zur Erfassung bestehender und erwarteter Unsicherheiten und Risiken durchgeführt. Des Weiteren erfolgte eine Identifikation bestehender Risikokategorien aus dem Risikomanagement sowie die anschließende Anpassung auf das Anwendungsfeld der „Smart City“.

Die Identifikation möglicher Risiken und Unsicherheiten innerhalb der in AP A1 gefundenen Smart City-Lösungsansätze wurde methodisch über eine Vielzahl an ExpertInneninterviews umgesetzt, um aus diesen Ergebnissen schließlich eine Risikobewertung und -interpretation ableiten zu können.

6.1 Grundlagen Risiken und Unsicherheiten

6.1.1 Unterscheidung: Risiko vs. Unsicherheit

Die Begriffe Risiko und Unsicherheit werden wie folgt definiert:

Risiko

„Kennzeichnung der Eventualität, dass mit einer (ggf. niedrigen, ggf. auch unbekanntem) Wahrscheinlichkeit ein (ggf. hoher, ggf. in seinem Ausmaß unbekannter) Schaden bei einer (wirtschaftlichen) Entscheidung eintritt oder ein erwarteter Vorteil ausbleiben kann.“

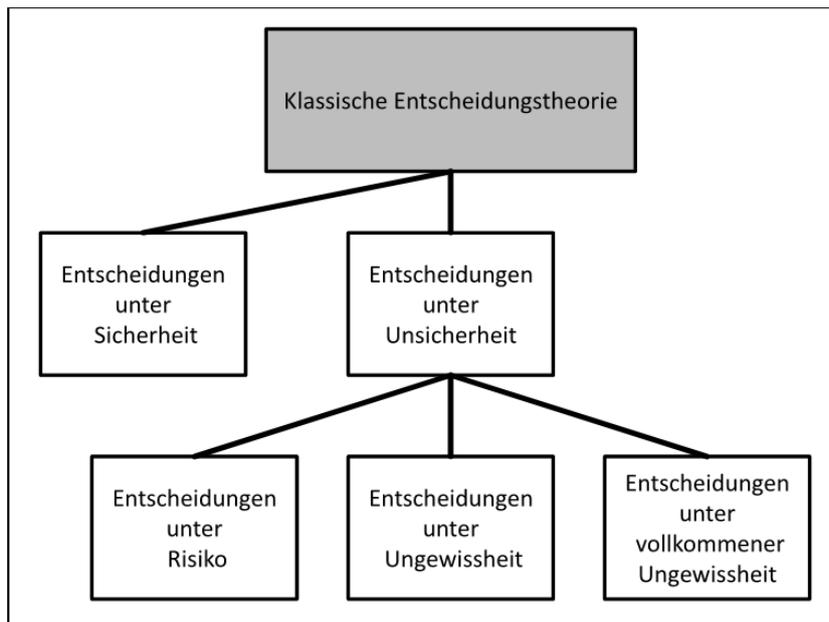
Unsicherheit

„Allgemein entscheidet man hinsichtlich der Zukunftserwartungen eines Entscheiders Sicherheit und Unsicherheit. Bei Sicherheit kann der Entscheider das Ergebnis einer Aktion eindeutig vorhersagen, bei Unsicherheit dagegen gibt es mehrere mögliche Ergebnisse.“

Unterschied zwischen Risiko und Unsicherheit

Anhand der klassischen Entscheidungstheorie können Entscheidungsmodelle aufgestellt werden, welche dem Entscheidungsträger Hilfestellung leisten ein bestimmtes Ziel unter maximalem Nutzen zu realisieren.

Abbildung 22: Struktur der klassischen Entscheidungstheorie (angepasst nach Rommelfanger and Eicke-meier, 2013)



Grundsätzlich werden zwei Entscheidungsmodelle unterschieden. Entscheidungen unter Sicherheit weisen jeder Handlungsalternative direkt den jeweiligen Nutzen zu. Der Nutzen ist somit bekannt, die Handlungsalternative mit maximalem Nutzen kann einfach gewählt werden.

Entscheidungen unter Unsicherheit hängen dagegen neben der Entscheidung des Entscheidungsträgers zusätzlich von zufälligen Einflüssen (Zuständen) ab. Eine Handlungsalternative kann zu mehreren Nutzen führen. Der maximale Nutzen kann nicht einfach ausgewählt werden. In einer Entscheidung unter Risiko sind sowohl die möglichen Zustände als auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zustände bekannt. In einer Entscheidung unter Ungewissheit sind ausschließlich die möglichen Zustände, nicht aber die Wahrscheinlichkeiten, dass diese eintreten bekannt.

In diesem Zusammenhang folgt, dass Risiko eine Form der Unsicherheit einer Entscheidung ist, welche mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten Kennwerte für zufällige Einflüsse einer Entscheidung wiedergibt. Damit kann beispielsweise eine Aussage über den wahrscheinlichsten Nutzen oder Schaden der Entscheidung getroffen werden. Diese Theorie dient dem eindeutigeren Verständnis über die verwendeten Begriffe. Zur besseren Übersichtlichkeit wird jedoch im weiteren Verlauf die gemeinsame Kategorie relevante Risiken und Unsicherheiten verwendet, ohne dabei Wahrscheinlichkeitszustände zu unterscheiden.

6.1.2 Kritische Infrastrukturen

Wird der Begriff Risiko auf Infrastrukturen bezogen, müssen Systeme verschiedener Bedeutung unterschieden werden. Systeme, welche eine übergreifende Bedeutung für die Aufrechterhaltung zentraler gesellschaftlicher Funktionen haben, werden als **kritische Infrastrukturen** bezeichnet. Sie bedürfen einem besonders guten Risikomanagement.

Der Fokus der hier betrachteten Smart-City-Ansätze liegt zu großen Teilen in solchen kritischen Infrastrukturbereichen. Hierzu zählen v.a. die Versorgung mit Energie und Wasser, aber auch die Sicherheit, Verkehr und Information- und Kommunikationsnetze. All diese Infrastrukturen liegen überwiegend in **kommunaler Verantwortlichkeit** und dienen gleichzeitig der **Daseinsvorsorge**. Aus diesem Grund weisen sie eine enorme Bedeutung auf.

Eine Störung oder Zerstörung dieser Infrastrukturen kann schwerwiegende Folgen mit sich bringen. Das staatliche oder kommunale Gemeinwesen kann dabei nachhaltige Versorgungsengpässe oder Störungen der öffentlichen Sicherheit und Wirtschaft erleiden. Außerdem können Gesundheit und das soziale Wohl der Bevölkerung gefährdet sein.

Erschwerend kommt hinzu, dass diese Infrastrukturen zunehmend stärker mit anderen vernetzt werden und häufig die Basis weiterer Infrastrukturen bildet. In der Schriftenreihe Forschungsforum Öffentliche Sicherheit wird an einem Beispielszenario der Stromausfall in Folge eines Sturms untersucht. Es zeigt die zunehmende Abhängigkeit des Gemeinwesens von kritischen Infrastrukturen, insbesondere von der Elektrizitätsversorgung.

6.1.3 Risikokategorien in der Risikoforschung

Die Risikoforschung im Allgemeinen nennt unterschiedliche Risikokategorien. Diese können aus verschiedenen Blickrichtungen betrachtet werden und hängen stark vom Anwendungsfall ab. Für ein Projekt können andere Kategorien entscheidend sein als für ein gesamtes Unternehmen oder eine Kommune. Dementsprechend treten in der Literatur voneinander abweichende Risikokategorien auf. Beispielfhaft werden im Folgenden die am häufigsten verwendeten allgemeinen Risikokategorien dargestellt.

Ein **strategisches Risiko** besteht, wenn langfristige Potenziale eines Produktes, eines Unternehmens oder eines Systems nicht ausgenutzt oder falsch eingeschätzt werden. Dies ist mal mehr, mal weniger abhängig von **internen Faktoren** (beeinflussbar, z. B. reibungslose technische Abläufe, Arbeitsmotivation der Mitarbeiter) sowie **externen Faktoren** (nicht direkt beeinflussbar, z.B. Digitalisierung, politische Entwicklungen, Naturereignisse).

Politische Risiken, im Speziellen, werden durch Maßnahmen von Regierungen und Behörden verursacht. Gesetzesänderungen, Wirtschaftskrisen oder verschiedene Ereignisse wie Revolution, Aufruhr, Krieg und Ähnliches spielen eine große Rolle und können erheblichen Einfluss auf Export oder Investition haben.

Im Wirtschaftswesen treten finanzwirtschaftliche und Marktrisiken auf. Während **finanzwirtschaftliche Risiken** durch die Verluste, die z.B. durch die Unsicherheit zukünftiger Zahlungsströme eintreten können, beschrieben werden, werden **Marktrisiken** durch die Abhängigkeit und Entwicklung der Währungs- und Aktienkurse, der Rohstoffpreise oder der Zinssätze abgeschätzt. Finanzwirtschaftliche Risiken betreffen also Liquidität und Rentabilität, Marktrisiken das Risiko der Wertentwicklung bei offenen, nicht abgesicherten Positionen.

Eine weitere Unsicherheit kann das **organisatorische Risiko** darstellen, welches unangemessene Zeit-, Kosten- oder Inhaltserwartungen an bestimmte Projekte, eine inadäquate Ressourcennutzung oder den Kampf um Ressourcen beinhaltet. Auch operative Risiken können in jeglichen Prozessen auftreten. Ein **operatives Risiko** besteht beispielsweise, wenn in Informationssystemen oder in internen Kontrollwesen Defizite bestehen, welche zu unerwartet, meist hohen Verlusten führen. Als Fehlerbeispiel können sowohl menschliche Fehler als auch EDV-Systemabbrüche genannt werden.

Das Risikomanagement der **sozialen Risiken** ist sowohl für Kommunen, Unternehmen, als auch für einzelne Projekte von Bedeutung. So besteht ein soziales Risiko, wenn beispielsweise Arbeitsverluste, Struktur- und Verhaltensänderungen oder Motivationsmängel auftreten können. Dabei bedeutet sozial, welchen Akteuren in der Gesellschaft (Staat, Verband, Betrieb, Familie/anderen Lebensgemeinschaften/Einzelpersonen) Risiken verantwortlich zugeordnet werden und nach welchen Regeln der Gerechtigkeit Rechte bzw. Pflichten festzulegen sind.

6.2 Analyse bestehender Risiken und Unsicherheiten in Smart City-Anwendungen

Die in Kapitel 6 beschriebene Risikokategorisierung ist vorwiegend von einem wirtschaftlichen Hintergrund geprägt. In diesem Kapitel werden diese Kategorien auf das Anwendungsfeld Smart City bezogen. Dabei werden einige der aufgeführten Kategorien gleichbedeutend oder abgewandelt übernommen, andere durch passendere Kategorien ersetzt.

Für das Anwendungsfeld Smart City werden die Risikokategorien in zwei übergreifende Klassen eingeteilt. Zum einen werden **umweltrelevante Risiken** betrachtet, welche einen Einfluss auf verschiedene Umweltfaktoren haben. Zum zweiten wird der Fokus vorwiegend auf **kommunale Risiken** gelegt.

Es werden sieben verschiedene **Umweltfaktoren** als umweltrelevante Risiken herangezogen, die sich an den bereits in Arbeitspaket A1 gewählten Faktoren orientieren. Dazu gehören **Rohstoffe, Energie, Wasser, Luft (-qualität), Boden/Fläche, Klima (-stabilität) und Biodiversität**. In dieser Klasse befinden sich also Lösungsansätze, die durch ihre Veränderung der Infrastruktur zwar einerseits positive Umwelteffekte erzielen, gleichzeitig jedoch negative Auswirkungen auf einen oder mehrere der genannten Umweltfaktoren haben.

So entsteht beispielsweise für eine Kommune zwar die Chance, durch Förderung von Carsharing-Angeboten den Anteil an elektrifizierten Fahrzeugen in Ballungszentren zu erhöhen. Kommen jedoch die Nutzer dieser Angebote nicht wie geplant aus der Gruppe von Fahrern privater Verbrennerfahrzeuge, sondern vorwiegend aus früheren Nutzern des öffentlichen Nahverkehrs, kann es unter Umständen zu einer Zunahme des mobilen Individualverkehrs im innerstädtischen Bereich kommen.

Für die **kommunalen Risiken** können die in Kapitel 6.2 genannten Risikokriterien wie folgt aufgenommen, abgeändert und ergänzt werden: Das **strategische Risiko** besteht auch hier, wenn langfristige Potenziale eines Produktes oder einer geänderten Infrastruktur, eines Systems nicht ausgenutzt oder falsch eingeschätzt werden. Die Definition ändert sich nicht.

Politische Risiken, verursacht durch Maßnahmen von Regierungen und Behörden, haben in jedem Fall einen Einfluss auf die Kommune. Gesetzesänderungen, Wirtschaftskrisen oder eine Verschiebung der staatlichen Ziele beeinflussen die Kommune als Ganzes, sowie jedes Individuum. Ereignisse wie Revolution, Aufruhr, Krieg und Ähnliches spielen zumindest unter den aktuellen Voraussetzungen hier eine untergeordnete Rolle, da weitestgehend Projekte im Inland betrachtet werden.

Finanzwirtschaftliche Risiken und Marktrisiken durch die Verluste, die durch die Unsicherheit zukünftiger Zahlungsströme oder negativer Wertentwicklungen eintreten können, können für Kommunen bestehen, wenn Infrastrukturen und Projekte in innovativen Finanzierungskonzepten durch private Infrastruktur- und IT-Anbieter oder Crowdfunding dominiert werden. Die wirtschaftliche Position der Kommune kann sich ändern.

Die Unsicherheiten **organisatorisches Risiko** und **operatives Risiko** bestehen für Kommunen vor allem während der Implementierung neuer Technologien und des Umbaus vorhandener Infrastrukturen. Bei Problemen während der Projektumsetzung kann jeder einzelne beispielsweise in seinem Alltag behindert sein (z.B. Straßenumbau, Rohr- und Sensorverlegung, etc.).

Soziale Risiken können im Bezug Smart City neben Arbeitsverlusten durch Digitalisierung, Struktur- und Verhaltensänderungen (gerechter Stromzugang/gesteigerte Mobilität aufgrund der anhaltenden Urbanisierung, Bevölkerungswachstum/bestimmte Anpassungen an Technik- und Sicherheitsverständnis notwendig) außerdem das **Risiko Mensch** beinhalten. So werden bei Projekten wie beispielsweise der gemeinsamen Stromversorgung durch Prosumer (z.B. Crowd Energy), interpersonelle und soziale Normen, zwischenmenschliche Beziehungen, individualisiertes Energieverständnis und Gemeinschaftssinn immer relevanter. Bei nicht vorhanden sein oder unterschiedlicher Auffassung der Normen, kann dies zu einem sozialen Risiko führen.

Für den Anwendungsfall Smart City ist es zudem sinnvoll, das **Risiko Sicherheit** als separate Risikokategorie in das Portfolio aufzunehmen. Sicherheit beinhaltet in diesem Sinn die nationale Sicherheit, die Sicherheit des Einzelnen, die Sicherung der ökonomischen Vitalität des Staates oder der Kommune sowie des sozialen Zusammenhalts. Risiken entstehen in diesem Zusammenhang v.a. dann, wenn Netzwerkstörungen auftreten. Diese können entweder aus Fehlern im technischen System resultieren oder aktiv durch Cyberangriffe herbeigeführt werden. Für den Einzelnen bedeutet ein Cyberangriff beispielsweise einen Datenmissbrauch (De-Kontextualisierung, Persistenz und Re-Identifikation). Für die Kommune oder den Staat kann es den Ausfall der oben beschriebenen kritischen Infrastrukturen bedeuten. Dabei hat das Risiko Mensch einen sehr hohen Einfluss auf das Risiko Sicherheit, denn in über 95 % aller untersuchten IT-Sicherheitsvorfällen hat laut Andreas Meier, Edy Portmann et al. (2016) menschliches Versagen eine Rolle gespielt.

6.3 Risikobewertung und -interpretation

In diesem Kapitel folgt die Darstellung der identifizierten Risiken zu den 18 Lösungsansätzen, welche in Arbeitspaket A1 erarbeitet wurden. Die Nummerierung und Reihenfolge, in welcher die Lösungsansätze behandelt werden, ist identisch mit der in AP A1.

Die in diesem Kapitel diskutierten Risiken wurden im Rahmen von **ExpertInneninterviews** erfasst. Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte auf Basis ihrer fachlichen Kompetenz in den jeweiligen Themenfeldern (z.B. Energie, Wasserver- und -entsorgung) und ihrer speziellen Auseinandersetzung mit Smart City Thematiken in diesem Kontext. D.h. jeder Experte und jede Expertin hat lediglich einen Ausschnitt der Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Risiken bewertet. Es wurde darauf geachtet, dass sowohl Interviews mit ExpertInnen aus der Wissenschaft als auch aus der Praxis, z.B. aus Kommunen, und der Politik, z.B. Ministerien, geführt wurden. Die meisten Interviews wurden persönlich, andere teilweise auch telefonisch durchgeführt und umfassten durchschnittlich zwischen 60 und 90 Minuten Dauer.

Methodisch unterstützt wurden die ExpertInneninterviews durch eine umfassende **Literaturanalyse**. Ziel dieser Vorgehensweise war es, die in den Interviews genannten Aspekte zu validieren. Allerdings werden in der Literatur eher allgemeine Risiken smarterer Technologien, wie bspw. die Datensicherheit im Kontext der Digitalisierung thematisiert, als konkrete praktische Herausforderungen, die für die Anwendung eines Lösungsansatzes eine zentrale Rolle spielen. Diese Schwierigkeit kann unter anderem damit begründet werden, dass zahlreiche der Lösungsansätze zu neu sind und sich noch nicht in der breiten Anwendung befinden, als dass sie bereits ausführlich in veröffentlichten Publikationen evaluiert wurden. Diese übergeordneten allgemeinen Risiken werden in Kapitel 6 aufgegriffen.

Die durch die Interviewpartner identifizierten Einzelrisiken wurden anschließend den in Kapitel 6 erarbeiteten Risikokategorien zugeordnet, die zunächst nach **Risiken für die Umwelt** oder **Risiken für die Kommune** unterscheiden. Darunter werden spezifische Risikobereiche aufgeführt, wie z.B. Risiken für die Luft(-qualität) oder die Biodiversität sowie finanzwirtschaftliche, rechtliche oder soziale Risiken.

Die nachfolgenden Unterkapitel sind so aufgebaut, dass sie je Lösungsansatz die genannten Einzelrisiken in den zugeordneten Risikokategorien beleuchten, anhand von Beispielen veranschaulichen und Zusammenhänge zwischen ihnen herausstellen.

6.3.1 Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung #1

Der Lösungsansatz Smart Grid zur dezentralen Energieversorgung unterstützt in erster Linie die Transformation des Energiesystems hin zu einer regenerativen Energieerzeugung und den Umgang mit dem daraus resultierenden fluktuativen Energieangebot. Hierdurch können der Gesamtenergieverbrauch reduziert, die Luftqualität verbessert und das Klima stabilisiert werden.

Gleichzeitig entstehen aus diesem Ansatz verschiedene Risiken. Für den Durchbruch des Ansatzes ausschlaggebende Risiken können unter anderem **Sicherheitsrisiken** in Informations- und Kommunikationsnetzen sein. So bilden Hackerangriffe ein hohes Risikopotential (Terror, Versorgungssicherheit, Spionage/Datenmissbrauch, Straßenverkehrschaos, etc.). Ein weiteres Risiko bildet der hohe Kommunikationsaufwand. Bisherige Systeme waren vergleichsweise einfach aufgebaut, während intelligente Stromnetze deutlich komplexer miteinander interagieren. Dies macht einen sehr hohen Kommunikationsaufwand zwischen schwer abzuschätzenden, dezentralen Energieanlagen notwendig, wodurch wiederum die Netzstabilität gefährdet sein kann. Auch ein Schwarzstart nach flächendeckenden Stromausfällen kann dadurch aufwändiger werden und somit die Versorgungssicherheit gefährden.

Ein schneller Netzausbau sowie die Errichtung von elektrischen Pufferspeichern werden von Nöten sein, um Leistungsengpässe (bspw. bei elektrischem Betrieb aller Fahrzeuge) sowie länger andauernde Stromproduktionsminima auszugleichen. Daneben müssen Back-up Systeme ausgebaut werden (z.B. KWK), da Erneuerbare Energien nicht sicher und zu stark volatil vorhanden sind. Unter einer zu schleppend voranschreitenden Umsetzung des Netzausbaus kann neben der Versorgungssicherheit außerdem die **soziale Akzeptanz** und Unterstützung in der Bevölkerung leiden.

Ein für die Planung relevantes Thema sind **Regulierungen** durch Regierungen und Behörden bezüglich der Nutzung, Einspeisung oder Vergütung von Netzen und erneuerbaren Energien. Durch häufig sehr langwierige Prozesse bei der Erstellung können diese Regulierungen schnell veraltet sein, den neuen Konfigurationen also noch nicht entsprechen. Dies muss zwangsläufig häufige Neuerungen in der Gesetzgebung mit sich bringen, was gleichzeitig die Gefahr eines un stetigen Orientierungsrahmens für die Anwender bedeutet. Hierdurch werden die **Investitions- und Planungssicherheit** gefährdet.

Ein weiteres Risiko stellt der Stand der Technik im Bereich genutzter Batteriespeicher dar. Speziell bei veralteten Batteriespeichern (vor allem privat genutzt) besteht ab einer bestimmten Zyklenhäufigkeit ein Brandschutzrisiko. Zum existieren keine Qualitätssiegel für Stromspeicher. Speicher schlechter Qualität können so eine Reduktion ihrer Lebensdauer von bis zur Hälfte aufweisen. Eine Erhöhung der **Umweltschädigung** wird dabei nicht nur durch den erhöhten Rohstoffverbrauch, sondern auch durch nicht vorhandene Lösungen eines Recyclingprozesses verursacht.

Weitere **Umweltrisiken** von Smart Grids wurden bereits im 1. Zwischenbericht der Studie, Kap. 3.3.3, bei der Bewertung der Smart City-Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz thematisiert. Hierzu zählen etwa erhöhte Materialverbräuche oder auftretende Rebound-Effekte, sodass das wirkliche Verhältnis zwischen positiven und negativen Umweltauswirkungen im Einzelfall noch zu untersuchen bleibt.

Die erzeugten Lösungsansätze können zwar energetisch sinnvoll sein, aus rein **wirtschaftlicher** Sicht sind die zugehörigen Geschäftsmodelle der Smart Grids jedoch häufig nicht rentabel. Dem hohen Aufwand für den Ausbau einer eigenen Stromerzeugungsanlage mit weiteren Systemkomponenten stehen sehr geringe Einsparungen (durchschnittlich 20-60 €/Jahr) für Privatanwender gegenüber. Auch die objektive Preisgestaltung sowie der Preisvergleich für die Privatperson werden durch eventuell flexibilisierte Tarife erschwert. Tarife werden dabei nicht nur nach **Umweltrelevanz**, sondern meist vorwiegend nach **wirtschaftlichem Gewinn** ausgelegt. Auf die mit dem Lösungsansatz verknüpften Techniken und Mechanismen sind Privatpersonen meist nicht ausreichend vorbereitet. Mögliche Anwendungsfehler sind ihnen unbekannt. Sowohl der geringe finanzielle Anreiz, als auch die nicht vertraute Technik mit für die Privatperson unvorhersehbaren Faktoren kann die Umsetzung des Projektes enorm gefährden. Sie stellen somit **soziale Risiken** dar.

Die für diesen Lösungsansatz erfassten Risiken legen nahe, dass eine Lebenszyklus-Berechnung mit den kurz-, mittel- und langfristigen Mehrwerten für unterschiedliche Stakeholder abgeglichen und darauf basierend neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entwickelt werden müssen, um den Ein-

satz von Smart Grid Lösungen erfolgreich umsetzen und die Vor- und Nachteile ehrlich kommunizieren zu können. Werden energetische Vorteile bspw. für wichtiger erachtet als Umweltrisiken für die Entsorgung von Speichern? Werden die energetischen Einsparungen tatsächlich erreicht oder werden sie durch ein verändertes Nutzerverhalten irrelevant?

6.3.2 Mobility Hub mit Elektrofahrzeugen #2

Die Flexibilität einer Mobilitätsdrehscheibe muss in zweierlei Hinsicht berücksichtigt werden, um Risiken vorzubeugen: Einerseits ist die Zuteilung dieser Fläche als monofunktionale Verkehrsfläche vor dem Hintergrund der **Flächenknappheit** in deutschen Großstädten als kritisch zu betrachten. Dabei sind außerdem **organisatorische Risiken** zu nennen, die sich aus der Attraktivität des zur Verfügung gestellten Angebots an einem solchen Hub ergeben: Wie viele Fahrzeuge sind bspw. zu Stoßzeiten verfügbar? Wie funktioniert die Reservierung eines Fahrzeugs? Wie wird sichergestellt, dass das Fahrzeug zum gewünschten Zeitpunkt tatsächlich nutzbar ist? Insbesondere mit Blick auf die notwendige kritische Masse an Nutzern ist dabei ein **wirtschaftliches** Risiko zu berücksichtigen. Doch die kritische Masse allein reicht nicht aus, um zu mehr **Klimafreundlichkeit** zu verhelfen: Schließlich zeigen Studien, dass insbesondere ÖPNV-Nutzer zu weniger raumsparenden und klimafreundlichen e-Carsharing Angeboten wechseln, anstatt private Pkw-Fahrer. Und es ist bekannt, dass Elektromobilität die Herausforderungen der Individualmobilität nicht löst, wie bspw. entstehende volkswirtschaftliche Kosten durch Stau. Andererseits ist die **operative Nutzbarkeit** dieser Fläche nachhaltig zu gewährleisten, sodass eine gewisse Offenheit gegenüber den integrierten Mobilitätsangeboten bestehen muss. Die flexible Anpassungsfähigkeit an die Bedarfe der Gesellschaft spielt eine zentrale Rolle. Sind heute vorrangig Elektrofahrzeuge an diesen Hubs gefragt, könnten in Zukunft vermehrt andere Mobilitätsangebote im Vordergrund stehen. Risiken bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen bestehen bspw. im Irrglauben, dass diese vollkommen emissionsfreie Mobilität ermöglichen. Tatsächlich sind sie lediglich lokal emissionsarm, die Problematik der **Luftqualität** wird damit geographisch verschoben. Lokal bleibt weiterhin ein nicht geringer Anteil an Feinstaubbelastung bestehen, z.B. durch Reifen- und Bremsenabrieb sowie durch Aufwirbelung des Feinstaubes auf den Straßen. Auch die **Rohstoffgewinnung** für die Batterieproduktion und die damit verbundenen Arbeitsbedingungen sind nicht risikofrei; sie bergen v.a. **politische Risiken**. Für weitere themenverwandte Risiken siehe auch Lösungsansatz #3: Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge.

Negative Auswirkungen, die sich aus der Komplexität dieser Risiken ergeben können, ist ein Verfehlen der adressierten Ziele und ein Imageverlust, der auf der reinen Assoziation von Mobility Hubs mit Elektromobilität beruht. Stattdessen müssten vielfältige intermodale Mobilitätsoptionen, d.h. auch klassisch nachhaltige wie das Fahrradfahren, das zu Fuß gehen und der ÖPNV, ebenso im Vordergrund stehen wie die nachhaltige Mobilität fördernde Aspekte wie z.B. kurze Wege, Aufenthaltsqualität und Ausruhmöglichkeiten oder Zugänglichkeit der Mobility Hubs.

6.3.3 Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge #3

Die räumliche Unterbringung von Ladesäulen ist eine Herausforderung für die Bereitstellung einer flächendeckenden Infrastruktur für Elektrofahrzeuge. Der öffentliche Raum ist äußerst begrenzt aufgrund der **Flächenknappheit** in Städten. Aber auch auf privaten Grundstücken gibt es Hindernisse für die Bereitstellung von Ladesäulen, sobald es sich nicht um Einfamilienhäuser handelt: In den Tiefgaragen von städtischen Mehrfamilienhäusern bspw. muss die Brandgefahr bei der Installation berücksichtigt werden. **Sicherheitsrisiken** sind bereits mehrfach durch von Elektrofahrzeugen verursachte Brände bekannt geworden. Diese Risiken gilt es bereits in der Planung zu berücksichtigen.

Nicht nur während Lastspitzen ergeben sich zudem Risiken mit Bezug zur **Sicherheit der Stromversorgung**. Stromnetze sind nicht per se auf Ladestationen ausgerichtet. Auch häufig diskutierte Vorteile eines flexiblen Prosumenten-Ansatzes können nicht vorausgesetzt werden, da Fahrzeuge bzw. Batten-

rien nicht grundsätzlich auf bidirektionales Laden ausgelegt sind. Weiterhin wird häufig die Einheitlichkeit der Stecker für problematisch erachtet, da hier entweder multifunktionale Lösungen verfolgt werden müssen oder Entscheidungen für bzw. gegen bestimmte Anbieter getroffen werden. Diese **Normungsbedarfe** sind demnach nicht eindeutig da sie deutliche **politischen Risiken** beinhalten.

Um die negativen Auswirkungen, die sich aus den benannten Risiken ergeben können, zu minimieren, bedarf es v.a. politischer Einigung von kommunaler bis hin zur europäischen Ebene und rechtlicher Klarheit über Verantwortlichkeiten und Vorgehen. Negative Auswirkungen bestehen vorrangig darin, dass die Nutzung von Elektrofahrzeugen ohne die notwendige Infrastruktur unattraktiv bleiben. Das „Henne-Ei“-Problem muss gelöst werden, wenn der Elektromobilität zum gewünschten Aufschwung verholfen werden soll.

6.3.4 Intermodalitäts-Account #4

Kommunale Risiken für diesen Lösungsansatz liegen v.a. im Bereich der **Organisation**. Zunächst einmal gilt es auf kommunaler Ebene, die konkreten Ziele eines solchen Ansatzes festzuhalten: Sollen möglichst viele ÖPNV-Nutzer an dessen Angebote gebunden und vor dem Absprung bewahrt werden oder ist es das Ziel, Autofahrer, die einen privaten Pkw besitzen, zum Umstieg auf nachhaltige Verkehrsmittel zu bewegen? Die Auswahl der zentralen Zielgruppe für Marketing und Kommunikation und die Ausgestaltung des Angebots geschieht dann nachgelagert. Auch hier stellt sich die Frage, ob mehr Kapazitäten in nachhaltigeren Verkehrsmitteln überhaupt leistbar sind oder ob die Angebote bereits an ihre Grenzen stoßen.

Von Seiten der Mobilitätsdienstleister stellt sich in Anlehnung an die Frage des prioritären Ziels der Lösung außerdem die Frage, wie sich der Aufteilungsschlüssel der Einnahmen nach Partner gestaltet. Handelt es sich um eine Mobilitätsflatrate? Wird nach gefahrenen Kilometern, Zonen oder Minuten abgerechnet? Welcher Mobilitätsanbieter hat die Verantwortung für den Ticketshop und wie bzw. wann werden die Leistungen verrechnet? Muss ein Anbieter demnach bspw. in Vorleistung gehen, bis die Abrechnung geschehen ist? Welche Transparenz haben die Partner darüber, was wie abgerechnet wird? Ergeben sich aus der Kooperation neue Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Partnern?

Grundsätzlich stellt sich weiterhin die Frage, wer **Mehrkosten** gegenüber einem heutigen System bezahlen soll. Mehreinnahmen sind durch die Lösung kaum zu erwarten. Vorteile liegen demnach eher auf Nutzer- denn auf Anbieterseite. Derartige Entscheidungen müssen **politisch** getroffen und unterstützt werden, was wiederum auf dem gemeinsam vereinbarten Ziel beruht. Risiken für die **gesellschaftliche** Akzeptanz der Lösung ergeben sich aus der verbesserten Möglichkeit, das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer zu beobachten und auszuwerten. Zwar wird dieses Tracking meist mit einer Verbesserung des Angebots von Seiten der Mobilitätsanbieter begründet, doch es steigt die Skepsis der Nutzerinnen und Nutzer, wenn eine Abrechnung nach wirtschaftlichen Absichten unterstellt wird. Schließlich muss der hohe technische und finanzielle Aufwand gegenfinanziert werden. Mit der Lösung verbundene Entwicklungen wie bspw. flexible Ticketpreise, die Fahrten während der Stoßzeiten teurer zu machen als zu anderen Tageszeiten, oder eine automatische monatliche Abrechnung der in Anspruch genommenen Mobilitätsleistungen bieten Raum für Intransparenz und Kritik von Seiten der Nutzerinnen und Nutzer.

Potenzielle negative Auswirkungen ergeben sich aus den identifizierten Risiken für die Lösung, wenn lediglich Teile des Mobilitätssystems integriert werden, voraussichtlich vorrangig die Angebote des ÖPNV und der Anschlussmobilität. Wie das zu Fuß gehen, die Nutzung des privaten Fahrrads oder des privaten Pkw. Diese Einflüsse sind hier wenig thematisiert aber hoch relevant, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Soll das Mobilitätssystem tatsächlich nachhaltig werden, muss mit der Bereitstellung intermodaler Angebote auch ein **Kulturwandel** einhergehen, sodass **Umweltbelange** bei der Entschei-

derung für oder gegen ein Verkehrsmittel intrinsisch berücksichtigt werden. Sind **politische formulierte Ziele** unklar oder widersprüchlich, ist zudem die Gestaltung eines solchen Intermodalitäts-Accounts problematisch.

6.3.5 Mobilität on-demand #5

Der Lösungsansatz Mobilität on-demand kann einige Verbesserungen mit sich bringen. Neben der Minderung des Rohstoffeinsatzes, des Energieverbrauches sowie der Luftverschmutzung wird das Klima stabilisiert und weniger Fläche benötigt. Dieser Ansatz bringt jedoch vor allem dann Risiken mit sich, wenn sich **Rebound-Effekte** einstellen. Wegen des erhöhten Komforts könnten Personen von unflexiblen Zugverbindungen zunehmend Abstand nehmen und auf die bedarfsgeführten Busse umsteigen. Aufgrund der erhöhten Nutzungsrate werden dann mehr Fahrten nötig. Dies führt zu erhöhten **Emissionen**. Gleichzeitig wird das Problem der Individualmobilität nicht gelöst – ein **umweltrelevantes Risiko** was dem positiven Aspekt des Lösungsansatzes entgegenwirkt.

Jeder Bus benötigt einen Fahrer (solange noch keine autonomen Fahrzeuge mit Autonomielevel 5 in Serie umgesetzt sind), welcher möglicherweise nur in Stoßzeiten voll beschäftigt werden kann. Es entsteht die Unsicherheit wie der Fahrer die verbleibende Zeit verbringt und wie das Arbeitsverhältnis in diesem Fall definiert wird. Ein **organisatorisches** und **soziales** (arbeitsrechtliches) **Risiko** entsteht. Während der Planung und Implementierung des Systems kann das Nutzerverhalten nur schwer prognostiziert werden. **Soziale Akzeptanz** und Auslastung des Mobilitätsansatzes bleiben ungewiss. Dies stellt ein weiteres **organisatorisches Risiko** dar.

Nicht zu vergessen sind auch hier die **finanzwirtschaftlichen Risiken**. Bleiben Nutzer aus, lohnt sich das aufgebaute Gesamtsystem finanziell nicht. Eine sehr hohe Nutzungsrate kann hingegen den Bedarf an vielen kleinen Bussen verursachen. Die Anschaffung dieser stellt Investitionskosten und damit Risiken dar. Werden autonome Sharing-Fahrzeuge als Teil des Lösungsansatzes betrachtet, können diese ausschließlich finanziell rentabel werden, wenn auch hier eine hohe Nutzungsrate besteht (VDV, 2018). **Soziale Akzeptanz** und das **Risiko Mensch** bestimmen das **finanzwirtschaftliche Risiko**.

Mit dem Lösungsansatz Mobilität on-demand kommt das **soziale Risiko** auf, dass sich möglicherweise nicht jeder Bürger die bedarfsorientierte Mobilität leisten kann. Ein soziales Ungleichgewicht kann sich entwickeln bzw. die Trennung zwischen den Gesellschaftsschichten kann expandieren. Abzusichern ist außerdem die Berücksichtigung der Bedürftigen (körperlich/kognitiv/psychisch/gesundheitlich Beeinträchtigte) im Mobilitätskonzept. So ist beispielsweise sicherzustellen, dass auch Personen ohne Affinität oder Zugang zur digitalen Bestellplattform an der bedarfsorientierten Mobilität partizipieren können und ein digitales Gefälle zu vermeiden.

Ein **politisches Risiko** in Form einer möglichen Gesetzesänderung könnte die Notwendigkeit einer Taxilizenz werden. Aufgrund der Ähnlichkeit beispielsweise des Busbetriebes mit dem Taxibetrieb (Fahrten sind anfragebasiert, Leerfahrten zwischen unterschiedlichen Anfragen) besteht das Risiko, dass ein Gesetz erlassen wird, welches jeden Busfahrer eine Taxilizenz benötigen lässt.

Durch das Entstehen mehrerer kleiner Busse vergrößert sich das Sicherheitsrisiko des Individuums in Bezug auf den Datenschutz. In den bisher häufiger genutzten öffentlichen Verkehrsmitteln wie S- und U-Bahnen, Zugverkehr im Allgemeinen, kann der Fahrgast ein höheres Maß an Anonymität genießen. Diese könnte durch die Reduzierung der Fahrgäste gegebenenfalls gemindert werden.

Der Lösungsansatz ist als Zusammenführung von Taxi und stationsgebundenem ÖPNV-Angebot zu sehen, der v.a. in schlecht bedienten Regionen und zu schlecht bedienten Tageszeiten Vorteile bringt. Die Höhe der Kosten für eine Fahrt, die Preissicherheit und möglichst die Bündelung von Fahrten sollten sich dabei am ÖPNV-System orientieren, während zeitlich und räumlich flexible Fahrpläne positive Aspekte des Taxis aufgreifen. Von Bedeutung ist es, hier kein zusätzliches Angebot zu schaffen, sondern

die bestehenden Infrastrukturen (Ticketautomaten, Apps) zu nutzen und diese um neue Funktionen zu erweitern.

6.3.6 Smart Taxi Stand System #6

Datensicherheit bzw. **Datenschutz** spielen bei dieser Smart City-Lösung einen bedeutenden Risikofaktor. Die Anmeldung in dieses System erfolgt mit Angaben zum eigenen Aussehen, Kontodaten und Bewegungsprofil. Diese Daten können bei schlechten Sicherheitsvorkehrungen von dritter Seite gehackt, genutzt und weiterverkauft werden.

Das Zuteilungssystem von Taxifahrzeugen ist bei dieser Lösung stark vom angewendeten Algorithmus abhängig. Je nachdem, welcher Fokus hier gelegt wird (z.B. Schnelligkeit oder gewinnorientiert), werden die **Umweltfaktoren** geringer priorisiert und führen dadurch möglicherweise zu einer negativen Bilanz. Außerdem besteht bei dieser Lösung die Gefahr, dass zwar kleine Effizienzsteigerungen und Optimierungen des Taxiverkehrs erzielt werden, nichts jedoch am grundsätzlichen Verhaltensmuster von Bürgern hinsichtlich ihres Mobilitätsverhaltens geändert wird, was einen vielfach größeren Stellhebel hin zu positiven Umwelteffekten hätte.

Somit entsteht auch ein **politisches Risiko** für das Ziel der Bundesregierung, den Individualverkehr zu verringern und den ÖPNV zu stärken, da das Taxi immer noch als fester Teil im Mobilitätsverständnis der Bürger verankert ist. Des Weiteren bestehen auch noch **rechtliche** und **organisatorische Risiken**, da es noch keine Rechtsgrundlage für geteilte Taxen gibt und sich auch noch keine adäquaten Abrechnungsmodelle für geteilte Taxen etabliert haben.

Aus **sozialer** Sicht werden – vorausgesetzt zu den Taxen ist irgendwann nur noch ausschließlich eine digitale Kontaktaufnahme möglich – Randgruppen und Menschen mit einer geringen Technikaffinität ausgeschlossen. Letztlich müssen auch noch **finanzielle** und **organisatorische** Fragen gelöst werden wie beispielsweise: wer bezahlt und betreibt die Plattform? Wer bekommt welchen Anteil? Wer trägt die Mehrkosten? Ist die App deutschlandweit oder städtisch lokal begrenzt? Wird intermodaler Einsatz ermöglicht?

6.3.7 Verkehrsvermeidung durch Remote Services #7

Die Digitalisierung bietet vielerlei Möglichkeiten, Angebote virtuell oder dezentral wahrzunehmen. Sei es das Homebanking, der Besuch einer universitären Vorlesung von zu Hause oder das Durchführen eines Informationsgesprächs mit dem Standesamt per Telefon oder Chatbot. Diese Entwicklungen ermöglichen die Reduktion von Fahrten und Wegen, die sich negativ auf die Umwelt und die Kommune auswirken. Gleichzeitig werden nicht alle Fahrten vermieden und es soll weiterhin eine hohe Mobilität, d.h. eine Befähigung und Bereitschaft mobil zu sein, für die Bürgerinnen und Bürger gewährleistet werden.

Zu den Risiken, welche sich aus diesem Lösungsansatz ergeben sind in dreierlei Kategorien zu fassen. **Rechtliche** und **Sicherheitsrisiken** entstehen z.B. durch die eindeutige Identifikation der Personen per Remote Zugriff auf eine Leistung. Selbst mit einem Lesegerät für einen elektronischen Personalausweis ist nicht garantiert, dass tatsächlich der Inhaber bzw. die Inhaberin des Ausweises eine Leistung in Anspruch nimmt. Es müssen also zusätzliche Absicherungen in Prozesse eingebaut werden. Die Bereitstellung solcher Angebote, z.B. durch die Kommune, ist besonders kostenintensiv und birgt **finanzielle Risiken**, sodass auch hier Mehrwerte und Kosten abgewogen werden müssen.

Häufig versteht sich die Kommune in diesem Zusammenhang nicht so sehr als Dienstleister, da sie (im Gegensatz zu Dienstleistungsunternehmen) Bürger und Bürgerinnen in der Regel nicht aktiv durch guten Service gewinnen müssen. V.a. wenig digital affine oder skeptische Personen werden sich daher auf altbekannte Prozesse und Strukturen berufen und persönlich zum Rathaus oder zur Bank aufbrechen, wenn sie ein Anliegen haben. Insbesondere für ältere Menschen, aber im Grunde für Personen

jeden Alters ist die **soziale Teilhabe** am gesellschaftlichen Leben eine wichtige Voraussetzung für körperliche und psychische Gesundheit. Diese ergibt sich im Alltag bspw. durch ein Gespräch mit einem Kassierer, einer Bankangestellten oder den Mitarbeitern im Bürgerbüro. Auch die Notwendigkeit, das Haus zu verlassen und Pflichten nachzukommen ist in diesem Kontext relevant und die Erledigung jeglicher Aufgaben online oder aus der Ferne birgt das Risiko einer Vereinsamung und Abschottung der Menschen, was sich langfristig auf deren Gesundheitszustand auswirkt.

Nicht zuletzt birgt die Reduktion von Wegen und Fahrten auf der einen Seite das **Risiko von Verhaltensveränderungen** in anderen Zusammenhängen. Ist mir als Bürger bspw. bewusst, dass ich heute eine 30-minütige Autofahrt für einen Gang zum Amt eingespart habe, fahre ich stattdessen zum Spaziergehen in den 30 Minuten entfernten Wald anstatt wie sonst vor der eigenen Haustür. Derartiges Verhalten wird als **Rebound Effekt** bezeichnet und kann sich entweder im selben Handlungsfeld bewegen (d.h. ich ersetze eine Fahrt durch eine andere), oder ich bewege mich über Handlungsfelder hinaus. Dann hätte ein nachhaltiges Verhalten in der Mobilität ein nicht nachhaltiges Verhalten im Konsum von Lebensmitteln oder dem Wasserverbrauch zur Folge. Aus diesen Rebound Effekten ergeben sich unterschiedliche **Risiken für die Umwelt**.

Zu den negativen Auswirkungen zählen in diesem Zusammenhang bspw. die potenzielle nicht-Annahme der angebotenen Leistung durch die Bevölkerung aufgrund von Sicherheitsbedenken oder dem Bedarf des persönlichen Kontakts. Aber auch die Reduktion von Angeboten mit persönlichem Kontakt von Seiten der Stadt, z.B. aufgrund von Personalabbau und Kosteneinsparungen, könnte eine negative Auswirkung sein, die sich aus diesem Lösungsansatz heraus ergibt.

6.3.8 Smarte Logistik Hubs #8

Die Nutzung von Grünfläche als Gewerbefläche für einen Logistik Hub ist unter dem Gesichtspunkt der **Flächenknappheit** und der **Versiegelung von Grünfläche** in urbanen Gegenden kritisch zu betrachten. Des Weiteren ist der **Umweltnutzen** dieser Smarten Lösung unter Berücksichtigung eines möglicherweise erhöhten Verkehrsaufkommens und der damit verbundenen zunehmenden Emissionen sowie die Überlastung des Straßennetzes in Frage zu stellen. Da zum aktuellen Zeitpunkt kaum bis gar keine Hersteller elektrifizierte Modelle bei Fahrzeugklassen der Logistik (großer Laderaum) anbieten, bleibt zudem das **Umweltrisiko** steigender Emissionswerte in der Stadt. Selbst wenn passende E-Mobile zur Verfügung stehen werden, muss der Einfluss von negativen Umweltwirkungen wie z.B. der Verbrauch seltener Erden für eine große Menge an Batteriespeichern ganzheitlich betrachtet werden. Somit ist es auch auf **politischer** Ebene schwierig für einen Hub zu werben und diesen dem Bürger pauschal als eine klimaschonende Maßnahme gegenüber darzustellen.

Gleichzeitig bedeuten mehr Fahrzeuge einen erhöhten Personenaufwand, was wiederum höhere **Kosten** für den Betreiber eines solchen Hubs bedeutet, die höchst wahrscheinlich durch finanzielle Anreize auf Seiten der Stadt ausgeglichen werden müssten. Ein weiteres **organisatorisches Risiko** stellt die verringerte Zwischenlagerfläche auf den Baustellen dar, die zu einem hohen Planungsaufwand und damit zu einer verminderten Flexibilität für die Bauarbeiter führen kann. Letztere ist jedoch essentiell für das Arbeiten auf der Baustelle.

Organisatorische Risiken gibt es nicht nur im Bereich der Baustellen-Logistik, sondern auch im Bereich der Kurier, Express und Paket-Logistik (KEP). Die Unsicherheit besteht, dass KEP-Logistiker Logistik Hubs dieser Form nicht annehmen würden, da bei diesen drei Akteuren der Kundenkontakt einen sehr großen Stellenwert einnimmt. Dieser Kundenkontakt bietet die Möglichkeit, direktes Feedback zu erhalten und Kundenpflege zu betreiben, würde jedoch bei einer Anlieferung der Waren ausschließlich bis zum außerstädtischen Hub schlicht wegfallen. Vom **rechtlichen** Standpunkt aus gesehen wäre ein solcher Sammelpunkt für Pakete zudem schwieriger zu gestalten, da in den Verträgen der KEP bisher nicht vorgesehen ist, dass die Waren nicht direkt zum Kunden geliefert werden, sondern eine Weitergabe an Dritte erfolgt.

Des Weiteren müsste die Stadt entweder Personal anstellen, welches die Pakete vom Hub zum Kunden ausliefert oder wiederum ein KEP-Unternehmen bzw. einen Drittanbieter, der die Zustellung übernehmen würde. Bei jedem dieser drei Möglichkeiten müsste jedoch das Hoheitsrecht für die Auslieferung im städtischen Bereich eindeutig geregelt sein, damit **rechtliche Unsicherheiten** ausbleiben.

Aus **wirtschaftlicher** Sicht ist für KEP-Logistiker die „letzte Meile“ derjenige Teil der Zulieferung, der gewinnentscheidend ist. Umweltfaktoren treten dabei eher in den Hintergrund. Um auf diese Gewinnspannen zu verzichten bedarf es finanziellen Anreizen aus kommunalen Ebenen.

6.3.9 Intelligentes Müllmanagement #9

Im Jahr 2015 wurden durch die öffentliche Müllabfuhr 15 Millionen Tonnen Restabfälle sowie Sperrmüll gesammelt. Aufgrund dieser Menge an Müll gibt es unter anderem den smarten Lösungsansatz des intelligenten Müllmanagements, bei dem die Mülleimer über integrierte Sensorik ihren aktuellen Befüllungsgrad an die Abfallwirtschaft übermittelt, um ein besseres Planungsmanagement (Routenplanung) führen können.

Die relevantesten Risiken dieses Konzepts sind vor allem **finanzielle** und **organisatorische**. Durch den Einsatz von Sensorik bestehen für die Stadt hohe Investitions- und Back-End-Kosten, sowie ein hoher Wartungsaufwand dieser Sensorik. Das organisatorische Problem besteht darin, dass eine Übertragbarkeit auf andere Städte oder Projekte nicht direkt gegeben ist, da immer zu Beginn eine genaue Potentialanalyse notwendig ist.

Außerdem scheinen diese Systeme aktuell nicht rentabel. Nach einer eventuellen Einführung des Managements bestehen für Stadt ein weiterer hoher verwaltungstechnischer Aufwand, in Form von Schulungen für Mitarbeiter, da die Medienkompetenz dieser gewährleistet sein muss sowie die Neugestaltung alter Arbeitsabläufe. Des Weiteren besteht ein **datenschutzrechtliches** Problem, da die Arbeitsaktivitäten und -standorte der Mitarbeiter durch ein solches Management während des gesamten Arbeitstages unter Beobachtung stehen würden.

Der **umweltechnische Effizienzgewinn** kann nicht übergreifend beziffert werden, sondern ist von Fall zu Fall unterschiedlich stark ausgeprägt. Positive Effekte können nur Mülleimern an solchen Standorten zugewiesen werden, die unregelmäßig befüllt werden. Dies ist bspw. auf Raststätten oder weit abgelegenen Mülleimern der Fall. Jedoch besteht bei diesen Mülleimern ein **gesundheitlich-hygienisches Risiko**, da die Leerung nicht mehr regelmäßig erfolgt und dadurch die Wahrscheinlichkeit, dass sich Krankheitserreger in dem Mülleimer verbreiten und sich Wildtiere zu diesen Essensquellen nähern, steigt. Mülleimer in privaten Haushalten oder stark frequentierten Stadtteilen hingegen sind zum geplanten Zeitpunkt der Leerung ohnehin meist fast bis gänzlich gefüllt. Hier würde ein solches Konzept weder einen Effizienzgewinn noch eine CO₂-Einsparung erzielen, sondern kann maximal als Attraktivitätsgewinn aus kommunaler Sicht betrachtet werden. Nach ExpertInnenmeinung ist bei dieser smarten Lösung zudem nicht geklärt, wie viel graue Energie und Materialien für den Aufbau und den Betrieb einer solchen Infrastruktur verwendet werden und ob sich diese im Vergleich zu den Einsparungen wirklich lohnt.

6.3.10 Vernetzte Logistik-Objekte #10

Eines der wesentlichen Probleme von vernetzten und intelligenten Logistikbehältern ist das Fehlen von Normgrößen für Pakete. Hierdurch steigt der Platzbedarf der Päckchen im Transportfahrzeug, da die Logistikbehälter nicht so optimal befüllt werden wie bislang. Normen dieser Art schränken die Logistik in ihrem Handeln stark ein. Dies birgt letztlich ein **finanzielles Risiko** für die Logistik-Unternehmen, da mit Gewinneinbußen zu rechnen ist.

Da Pakete bereits heute bei jeder Statusänderung gescannt werden, haben Distributionsplaner auch mit den herkömmlichen Monitoringmethoden einen lückenlosen Überblick über die Positionen der Waren und können ihre Lieferketten danach optimieren. **Organisatorisch** aufwändig scheint zudem

die Erstausrüstung mit den intelligenten Transportbehältern sowie die Installation eines reibungslosen Umlaufes dieser Behälter auch für den Rücktransport.

6.3.11 Parkplatzreservierung #11

Die Einführung einer solchen Infrastruktur wäre mit hohen **Investitionskosten** von Seiten der Stadt für den Aufbau von Sensorik und des Back-End-Systems, sowie mit einem hohen **Wartungsaufwand** dieser Komponenten verbunden. Falls Bodensensoren zur automatisierten Überprüfung freier Parkplätze eingesetzt werden, fallen speziell die Installationskosten ins Gewicht, da Eingriffe in die Parkplatzoberfläche erfolgen müssen. Zudem gestalten sich solche Systeme im Winter anfällig und sind für den Winterdienst problematisch. Die alternative Verwendung eines Kamerasystems zur Erfassung freier Parkplätze zieht datenschutzrechtliche Maßnahmen nach sich, was wiederum zusätzliche Kosten und einen hohen Verwaltungsaufwand bedeuten würde. Des Weiteren bedarf es einer Synchronisation mit dem gesamten Verkehrsleitsystem, wodurch die Komplexität und der verwaltungstechnische Aufwand ansteigt.

6.3.12 Verkehrsdatenservices #12

Eine Vielzahl der Risiken zum Lösungsansatz Verkehrsdatenservices wird durch die ExpertInnen im Bereich **Organisation** gesehen. So ist zunächst die Bereitstellung aller relevanter Daten für derartige Services von Bedeutung. Doch welche Daten gelten als relevant und welche sind zu vernachlässigen? Wer trifft die Entscheidung darüber, welche Kriterien die Bewertung der „besten“ Mobilitätsoption oder der „besten“ Route herangezogen werden? Werden die Alternativen dabei bspw. nach Zeit-, Kosten- oder Umweltaspekten bewertet? Dabei stellt sich unweigerlich die zentrale Frage, was das Ziel des Service ist. Die Reduktion von Staus! Aber mit welchen Mitteln? Hier treten Zielkonflikte der verschiedenen Stakeholder auf, die z.B. entweder gewinnmaximierend oder gemeinwohlorientiert handeln müssen. Die Verlagerung von Verkehrsströmen auf andere Verkehrsmittel könnte eine Antwort darstellen, die aber Kunden von gewissen Angeboten abwirbt. Die Verlagerung des Verkehrs auf andere Straßen könnte die Fließgeschwindigkeit im Verkehr erhöhen oder lokale Umweltbelastungen reduzieren, zieht aber andere Folgen nach sich. Die Erhöhung der Anzahl an Insassen je Pkw wiederum entspricht möglicherweise nicht den Anforderungen der Privatpersonen hinsichtlich Direktheit der Wege und Privatsphäre. Je nachdem, wie die Antwort lautet, ist die Einbindung einer Vielfalt an Daten aus unterschiedlichen Informationsquellen notwendig, um den Service attraktiv zu machen. Privatwirtschaftliche Anbieter und städtische Verkehrsbetriebe spielen hier ebenso eine Rolle, wie die Zivilgesellschaft, die Mitfahrgelegenheiten anbietet, Wetterdaten (Feuchtigkeit, Feinstaub, etc.) oder die Kopplung mit einem lokalen Veranstaltungskalender. All diese müssen freiwillig zur Verfügung gestellt werden, eine gewisse Qualität und Auflösung (nahezu in Echtzeit) besitzen und von einer Instanz verantwortungsvoll verwaltet werden. Dies birgt sowohl organisatorische als auch **politische Risiken**. Denn der Besitz von Daten wird durch die Akteure als Schatz angesehen, der monetären Wert hat. Informationen werden deshalb z.B. nur widerwillig mit Mobilitätsanbietern geteilt, die als Konkurrenz wahrgenommen werden. Auch müssen die Mehrwerte der beteiligten Mobilitätsanbieter und der Kommune in Einklang mit den Bedürfnissen der Privatpersonen gebracht werden, die bspw. Anonymität und Datensicherheit fordern oder eine Entlohnung erhalten, die dem Wert ihrer Daten entspricht. Hieraus können sich **strategische Risiken** für Kommunen ergeben, indem gewisse Stakeholder vernachlässigt werden, was wiederum politische Auswirkungen nach sich zieht. Es gilt stets zu berücksichtigen, wer einerseits Mehrwerte von der Lösung zu erwarten hat und wer andererseits die Mehrkosten trägt. Denn nur über ein Gleichgewicht in diesem Kontext sind **finanzwirtschaftliche Risiken** abzuwenden. Den Risiken kann erfolgreich begegnet werden, wenn das Thema Verkehrsdatenservices auf kommunaler Ebene frühzeitig strategisch angegangen wird, um die Datenhoheit und Gemeinwohlorientierung der Lösung zu gewährleisten. Dazu ist die Entwicklung von Verkehrszielen mit Blick auf nachhaltige Mobilitätsangebote ebenso grundlegend wie die Entwicklung eines attraktiven Lösungskonzepts für alle relevanten Stakeholder, das auf neutralem Boden unterschiedliche Interessen

berücksichtigt, Geschäftsmodelle bereithält und ausgereifte Lösung für die organisatorischen Herausforderungen bietet.

6.3.13 Intelligente Verkehrsleitsysteme #13

Die größten Risiken für diesen Lösungsansatz liegen in den Bereichen **Politik** und **Organisation** auf **kommunaler** Ebene. Die **politischen Risiken** bestehen bspw. in der Skepsis bestimmter Interessensgruppen gegenüber technikbasierten Lösungen. Sie vertrauen auf analoge, kostengünstigere und weniger komplexe Maßnahmen, die bereits in der Planung berücksichtigt werden können. Weiterhin wird die Herausforderung der Datensicherheit und Anonymisierung von mobilitätsbezogenen Daten als **sozial** kritisch betrachtet. Dies ist bspw. bei Stauvorhersagen mittels Handydaten diskussionswürdig.

Nicht zuletzt ist eine Umleitung des Verkehrs von Hauptverkehrsadern über kleine Randbereiche nicht immer gewünscht, z.B. aufgrund von Lärmemissionen oder Schadstoffbelastung für deren Bürgerinnen und Bürger und derartige ad hoc Anpassungen hebeln die ursprüngliche Verkehrsleitplanung zum Wohle der Autofahrer und Fahrerinnen aus. Dies beschreibt sowohl ein **operatives** als auch ein politisches und organisatorisches Risiko. Auf **organisatorischer** Ebene ist es relevant, wie die Koordination zwischen den unterschiedlichen Systemen erfolgt. **Finanzielle Risiken** ergeben sich bspw. aus einem hohen Koordinations- und Instandhaltungsaufwand. Außerdem stellt sich die Frage, wer für den Aufbau der Technik verantwortlich ist und ob sich eine Kommune durch die Festlegung auf einen oder mehrere Anbieter so stark bindet, dass sie in der Folge nicht anpassungsfähig ist. Auch bei dieser Lösung muss daher zunächst beantwortet werden, inwiefern sich Mehrwerte und Kosten durch den Lösungsansatz decken, da die Rentabilität aufgrund fehlender Geschäftsmodelle für die Kommunen fraglich ist. Eine Auslagerung an privatwirtschaftliche Stakeholder ist aufgrund der zu haltenden Datenhoheit und Gemeinwohlorientierung gleichzeitig nicht gewünscht, auch wenn diese durchaus Interesse an derartigen Modellen haben.

Darüber hinaus ist ein **strategisch-organisatorisches Risiko** anzuführen, dass sich mit den Zielen und den möglichen Auswirkungen der Lösung auseinandersetzt: Findet über den Lösungsansatz eine Verkehrsstromoptimierung oder eine Verkehrsknotenoptimierung statt? Ist das Ziel also, kontinuierlich in Bewegung zu bleiben, auch wenn dadurch Umwege in Kauf genommen werden müssen, oder ist es das Ziel, gefahrene Kilometer und dadurch Emissionen zu vermeiden, auch wenn ggf. an einem Knotenpunkt ein Stillstand einberechnet werden muss? Um das Leitsystem tatsächlich intelligent auszulegen, würde es in diesem Kontext Wissen darüber bedürfen, welche Ziele die Menschen anfahren werden. Dies ist wiederum aus Datenschutzgründen kritisch zu betrachten.

Eine negative Auswirkung, die sich aus den dargestellten Risiken ergeben kann, ist der Irrglaube, Verkehrsprobleme mit rein technischen Lösungen beheben zu können. Bei Großveranstaltungen, wie bspw. Fußballspielen, sind intelligente Umleitungssysteme teilweise bereits im Einsatz und zeigen Wirkung. Im Verkehrsalltag sind jedoch analoge, planerische Maßnahmen nicht zu vernachlässigen und das Ziel, den Verkehrsfluss zu erhöhen, gegenüber anderen Zielen, wie bspw. die Reduktion von Gesundheitsrisiken durch fehlende aktive Mobilität oder Schadstoffemissionen, abzuwägen.

6.3.14 Intelligente Multifunktionale Straßenbeleuchtung #14

Wie bei vielen der bisher genannten Smart City-Lösungen ist die Bestückung der Laternen mit entsprechender Sensorik und Elektronik mit einer hohen Investitionssumme und aufwändigen Wartungsarbeiten verbunden. Dieses **finanzielle Risiko** wirft die Frage auf, in welchen Gegenden welche Ausrüstung (wenn überhaupt) sinnvoll ist, da die meisten Straßenlaternen nicht dafür ausgelegt sind, abgeschaltet zu werden und eine Nachrüstung notwendig wäre. Kritiker argumentieren, dass ein Austausch der alten Birnen durch LEDs zu einer gleichwertigen Energieeinsparung führt. Weiterhin führen sie an, dass durch das Abschalten einzelner Laternen die Komplexität für Eigentümer, Betreiber

und Industrie steigt und gleichzeitig die entstehenden Hell-Dunkel-Abschnitte zu einer erhöhten Unfallgefahr führen. Potenzielle **rechtliche Risiken** treten bei der Betreuung des WLANs sowohl durch die Stadt als auch durch einen Netzanbieter auf.

6.3.15 Alarm Online Plattform (City Alerts) #15

Da die Alarmplattform auf der Nutzung von Daten beruht, besteht das **Sicherheitsrisiko** des Datenmissbrauchs. So sind vor allem personenbezogene Daten starken gesetzlichen Einschränkungen unterworfen. Insgesamt müssen die Daten so abgesichert werden, dass sie ausschließlich in einem internen und abgegrenzten Bereich zugänglich sind (z.B. muss bei der Meldung eines Rettungssanitäters über das Krankheitsbild des Unfallpatienten die ärztliche Schweigepflicht eingehalten werden). Unbeteiligte Externe dürfen keinen Zugriff auf die übermittelten Daten erlangen.

Ein hoher Grad an Verschlüsselung und Schutz ist mit Aufwand (organisatorischem Risiko) und gleichermaßen auch mit **politischen Risiken** (z.B. Gesetzesänderungen) verbunden. Das Risiko kann gemindert werden, wenn das Prinzip der Informationssparsamkeit gilt. In diesem Zusammenhang werden möglichst wenig Daten verwendet um eine Alarmmeldung auszuführen.

Wird eine Alarmplattform dieser Art ausschließlich für Ausnahme- und Krisensituationen wie Naturkatastrophen, Terror, etc. genutzt, besteht weiterhin ein **operatives Risiko**. Denn der ungewohnte, unregelmäßige Umgang der Plattformoberflächen und -funktionen führt zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit. Die Wirksamkeit der Plattform wird dann unvorhersehbar.

6.3.16 Management extremer Wetterereignisse #16

Funktionierende Überflutungsmodelle bilden den essentiellen Kern eines Managements von Starkregen, Sturzfluten oder Sturmfluten. Ist für Flüsse derzeit schon ein exaktes Simulieren mithilfe verschiedener Überflutungsmodelle möglich, so fehlen für Kanalisationen oder Tunnel derzeit noch praxistaugliche Modellierungswerkzeuge. Vor allem die derzeit verwendeten Algorithmen sind noch nicht leistungsstark genug, um eine Simulation des Oberflächenwassers (Starkregen) zu ermöglichen und daraus ein valides Modell zu erstellen. Das größte organisatorische Risiko besteht also darin, dass die Überflutungsmodelle falsche Informationen über die Hochwasserentwicklung liefern. Gleichzeitig bestehen aber auch technische Risiken wie der Leitungs- und Sensorausfall sowie ein planerisches Problem der optimalen Vorwarnzeit. Das finanzielle Risiko des Managements ist Use-Case abhängig, erhöht sich jedoch rapide, wenn sich analoge Low-Tech-Lösungen (z.B. eine mechanische Pumpe) effizienter als digitalisierte Lösungskomponenten gestalten. Grundsätzlich weisen technische Bauten und Infrastrukturen in diesem Sektor hohe Kosten auf. Aus Perspektive der Umwelt bedarf es einer Optimierung zwischen Flächenverbrauch für die Regenrückhaltung und der städtischen Lebensqualität. Eine integrierte Betrachtung ist auch für diesen Lösungsansatz unabdingbar.

6.3.17 Wasserverteilnetz Monitoring #17

Leckage-Verluste in Wasserverteilnetzwerken besitzen im europäischen und v.a. nationalen Raum aufgrund der, im Vergleich zum weltweiten Schnitt gesehen guten Netzinfrastruktur von geringerer Bedeutung. Deutschland hat laut ExpertInnenmeinungen im internationalen Vergleich lediglich ein geringes Problem mit diesen Verlusten (D: 5-10%; weltweit: 40%). Ein flächendeckendes Monitoring der Wasserverteilnetze bringt ein hohes **operatives Risiko** mit sich, da die komplette Trinkwasserinfrastruktur unterirdisch verläuft. Somit müssen für die Anbringung von Sensoren weite Teile der Straßeninfrastruktur aufgerissen und anschließend neu verbaut werden, was mit hohen finanziellen Investitionskosten für die Stadt verbunden ist. Die hohe Wartungsintensität der Sensorik sowie die damit einhergehenden Betriebskosten scheinen den potenziellen Mehrwert dieser Lösung zu neutralisieren. Im Falle eines Ausfalls ist die Sensorik schwer zugänglich. Darüber hinaus kann laut Experte eine

Oberflächenprüfung durch Schallerkennung den gleichen Nutzen bringen, bei weitaus geringerer Kostenintensität. Speziell bei der Integration in bestehende Infrastrukturen sind die Kosten der Installation der Sensorik immens.

In Ländern mit hohen Leckage-Verlusten ist es außerdem fraglich, ob eine kostenintensive Bestückung mit Sensorik einer nachhaltigen Modernisierung der bestehenden Wasserinfrastruktur vorzuziehen ist. Weiterhin ist zu beachten, dass Hackerangriffe und unbefugte Zugriffe auf vernetzte und digitalisierte Infrastrukturen, die unmittelbar mit dem Gemeinwohl der Bürger und Bürgerinnen zusammenhängen, zu Schäden führen können. Werden keine ausreichend umfangreichen Präventivmaßnahmen implementiert, besteht hierdurch ein erhöhtes kommunales Sicherheitsrisiko.

6.3.18 Plattform für urbane Daten #18

Ähnlich wie für die „Alarm Online Plattform“ können auch hier **Sicherheitsrisiken** in Form von Datenmissbrauch auftreten. Für die Open-Access-Daten müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, welche mit politischen und rechtlichen Aspekten abgestimmt sein müssen. Gerade, weil erhobene Daten für jeden zugänglich gemacht werden, müssen Datenschutz und Verschlüsselung sichergestellt sein. Eine Datenrückverfolgung darf nicht möglich sein. Ab Mai 2018 wird in der EU eine neue Datenschutzverordnung geltend gemacht. Höhere Strafen werden eingeführt, welche selbst bei aggregierten Daten fällig werden, wenn die betroffene Person der Nutzung der Daten zuvor widersprochen hat. Dieser einzelne Datensatz muss in diesem Fall aus der aggregierten Datenmenge herausgerechnet werden, was den Aufwand immens erhöhen würde. Dabei ist ebenfalls nicht klar, ob und wann in Zukunft weitere Datenschutzverschärfungen geltend gemacht werden (**politisches Risiko**).

Des Weiteren gilt in Deutschland das Zuständigkeitsprinzip. Der Datenerheber ist immer auch zuständig für die Daten und kann über die Nutzung dieser entscheiden. Gleichzeitig bleibt die Frage offen wem die gesammelten Daten der Plattform gehören. Sind Städte bzw. Stadtverwaltungen für Daten zuständig, ist dies oft gleichbedeutend mit dem Anspruch auf Eigentum der Daten. Regelmäßige Rückfragen zur Verwendung der Daten für den jeweiligen Verwendungszweck sind also mit einem hohen Kommunikationsaufwand verbunden und können bei nicht einhalten zu unbefugter Nutzung führen. Der infolge dieser Aspekte nicht absehbar hohe Aufwand zur Absicherung des Betreibers der Plattform (Datenverwaltung) sowie der Datennutzung birgt damit ein hohes **organisatorisches und auch operatives Risiko**.

Die Datenerhebung selbst kann ebenfalls Risiken mit sich bringen. Die teilweise aufwendige Methodik zur Erhebung verlangt eine gute Dokumentation, um auch anderen die Daten nachvollziehbar zu machen. Dabei muss ersichtlich werden, welche Daten verlässlich sind (kann ich dem Datenerheber vertrauen?). Diese Ansprüche an die Datenerhebung muss auch bei großen Datenmengen (Datenwald) noch gewährleistet werden können. Die Motivation Daten einzupflegen kann mit dem hohen verwaltungstechnischen Aufwand sinken und damit gleichzeitig die Nutzungsrate der Plattform. Ein **organisatorisches, operatives** und teilweise **soziales Risiko** besteht.

Die Nutzung der nicht selbst erhobenen Daten kann zu weiteren Problematiken führen. Ähnlich wie die Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung muss auch die Datenqualität gesichert werden. Durch die Open-Access-Struktur werden Daten auf unterschiedliche Art und Weise erhoben, sind unterschiedlich skaliert und besitzen eine unterschiedliche Granularität. So helfen beispielsweise Daten einer wöchentlichen Feinstaubmessung, während der Nutzer für sein Produkt oder seine Entscheidung (z.B. Sperrung von Straßenabschnitten zu Zeiten mit hoher Feinstaubbelastung) jedoch eine tägliche Auswertung der Messwerte benötigt, nicht weiter. Allgemein werden also für spezifische Fragestellungen nur spezifische Daten erhoben. Diese sind für andere Anwendungen in dieser Form meist nicht oder nur geringfügig nutzbar und machen die Datenplattform damit nur wenig effizient. Es besteht daher entweder das Risiko, dass die **hohe Komplexität** des Dateneinlesens und -erhebens davon abhält, die

Plattform zu nutzen oder die Datenqualität wird nicht gesichert und ein **strategisches Risiko** entsteht. Gemäß der befragten ExpertInnen können zudem **negative Umweltwirkungen** durch Rebound-Effekte auftreten. Denn die gesteigerte Effizienz kann immer auch zu gesteigertem Energie- und Materialverbrauch führen. All dies zusammen kann zum Scheitern des Lösungsansatzes führen.

7 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder, städtische Akteure und Kommunen

Das multidimensionale Themenfeld smarterer umweltrelevanter Infrastrukturen, welches in dieser Studie untersucht wird, stellt alle beteiligten Akteure vor große Herausforderungen. Die Anforderungen und Erwartungen an eine digitale, städtische Infrastruktur in Deutschland und anderswo sind gleichermaßen hoch wie diffus. Von einer sektoralen Betrachtung ausgehend sind die wirtschaftlichen Vorteile durch Effizienzgewinne klar – etwa bei den Sektoren Verkehr und Energie. Allerdings können smarte Infrastrukturen auch zum Erreichen von Umweltzielen beitragen (**Kernbotschaft 1**). Besonders mit Hinblick auf die von den Vereinten Nationen 2015 verabschiedeten nachhaltigen Entwicklungsziele in den Bereichen Wasser/Abwasser, saubere Energie, Innovation, nachhaltige Städte und Gemeinden, verantwortliche Produktion und nachhaltiger Konsum sowie dem Klimawandel, können smarte Lösungen einen wesentlichen Beitrag leisten. Allerdings gilt es bei Lösungsansätzen, die genauen Voraussetzungen zu überprüfen, unter welchen sie tatsächlich positive Umweltwirkungen mit sich bringen. Denn: die Smart City – und damit Effizienzgewinne – ist nicht per se gleichbedeutend mit Umwelt- und Klimaschutz (**Kernbotschaft 2**). Sogenannte Reboundeffekte können die gewonnenen Effizienzgewinne erodieren. Außerdem kann es zu Verlagerungs- und Intensivierungseffekten kommen. Um solche Effekte zu vermeiden, bzw. zu minimieren, ist eine vermehrte interdisziplinäre Kooperation zwingend notwendig (**Kernbotschaft 3**). Auf Bundes- und Länderebene, als auch auf kommunaler Ebene, muss es vermehrt zu abteilungsübergreifenden Kooperationen kommen, sowohl innerhalb-, als auch zwischen den einzelnen Verwaltungsebenen, damit die Digitalisierung nicht zum Selbstzweck wird, sondern für die Umwelt und die Gesellschaft arbeitet. Hier sind insbesondere Kommunen angehalten sich stärker zu beteiligen, denn eines wurde durch die Überblicksstudie ersichtlich: die Digitalisierung schafft neue Aufgaben für die Kommunen (**Kernbotschaft 4**) – etwa bei der Daseinsvorsorge – welche eine eingehende Beschäftigung mit dem Thema notwendig machen. Nicht zuletzt bedarf die Smart City einer vorsichtigen Abwägung zwischen Nutzung und Begrenzung von Datensammlung- und Verwendung (**Kernbotschaft 5**), bei welcher nicht nur die Kommunen, sondern gleichermaßen auch städtische Akteure sowie Bund und Länder gefragt sind aktiv zu werden.

Entlang dieser Argumentationslinien liefert der folgende, letzte Teil der vorliegenden Untersuchung einige Handlungsempfehlungen an Bund und Länder, städtische Akteure und Kommunen. In Hinblick auf die Komplexität des Themas, können diese einem etwaigen Anspruch auf Vollständigkeit nicht genügen, jedoch können sie einen Weg aufzeigen, in welche Richtung sich die Debatte rund um die Smart City entwickeln sollte, damit sie die Erwartungen in Puncto Gesellschaft und Umwelt erfüllen kann.

7.1 Methode

Zwischen Mai 2017 und Januar 2018 hat das Projektkonsortium rund 24 Interviews mit ExpertInnen verschiedener Bereiche und Fachrichtungen geführt. Darunter befanden sich VertreterInnen von Kommunen, Landesministerien, Verbänden, Akteure aus Wissenschaft und Beratung, sowie ExpertInnen aus Infrastrukturunternehmen. Ziel der Gespräche war es, in Anbetracht der umfangreichen Ergebnisse der verschiedenen Arbeitspakete den Rückbezug zur Praxis herzustellen. Die Interviews haben somit die Funktion eines Realitätsabgleichs innerhalb des Projekts.

Im Mai 2018 hat das Projektkonsortium einen ExpertInnenworkshop mit rund 15 TeilnehmerInnen durchgeführt. Als Diskussionsgrundlage hierfür, wurde die Auswertung der ExpertInneninterviews herangezogen. Abgefragt wurde u. A., die Umweltrelevanz smarterer Infrastrukturen, welche in den Interviews von den ExpertInnen identifiziert und anschließend ausgewertet wurde, der Bedarf zur Anpassung des institutionellen und organisatorischen Rahmens, sowie Normungsaspekte- und Bedarfe.

Die ExpertInnenrunde hat zudem entlang verschiedener Wirtschaftssektoren sowie entlang einzelner Akteursgruppen, Handlungsempfehlungen an Kommunen, städtische Akteure und Bund/Länder formuliert, diskutiert und priorisiert, welche die Grundlage der Ausführungen in den folgenden Kapiteln darstellen.

7.2 Beschreibung des Ansatzes (Kriterien)

Die in den Kapiteln 7.3 bis 7.8 beschriebenen Handlungsempfehlungen, sind sowohl anhand der **fünf Kernbotschaften** gruppiert, welche sich auch aus der Einleitung ergeben, als auch anhand der drei Akteursgruppen (Bund/Länder, städtische Akteure und Kommunen). Um den einzelnen Forschungsfragen gerecht zu werden und um einen flüssigen und strukturierten Erzählrahmen zu schaffen, werden die Handlungsempfehlungen (im Folgenden auch als Maßnahmen bezeichnet) außerdem jeweils auf folgende Fragen hin untersucht: (1) Besteht Anschlussfähigkeit auf internationale Nachhaltigkeitsziele? (2) Sind ggf. andere Akteure mit einzubeziehen? (3) Ist die Empfehlung Normungsrelevant – und welche bestehenden Regelwerke gibt es bereits? (4) Was sind zu erwartende Herausforderungen bei der Umsetzung? (5) Welche weiteren Forschungsbedarfe ergeben sich? (6) Was ist das Risiko („0-Variante“) bei entgegengesetzter Entwicklung?

Die Handlungsempfehlungen sind im Folgenden in Erzählform beschrieben und auf die genannten Aspekte hin „abgeklopft“. Dabei kann es vorkommen, dass vereinzelt Maßnahmen und die jeweiligen Implikationen, gebündelt beschrieben werden umso Synergien zu schaffen. Zudem kann es sein, dass die genannte Erzählstruktur in Einzelfällen nicht vollständig durchexerziert werden kann, sodass nur einzelne Aspekte beschrieben werden. Eine Tabelle mit allen Handlungsempfehlungen, sowie deren Implikationen, ist in Kurzform im Anhang in ANNEX C in der Langversion dieses Berichts zu finden.

7.3 Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen

Europa und seine Städte sind heute mehr denn je konstantem und nachhaltigem Wandel ausgesetzt. Der Urbanisierungsgrad, obwohl für Europa kein neues Phänomen, liegt bei über 76% im EU Durchschnitt. Es ist davon auszugehen, dass dieser Trend weiterhin, wenn auch langsam, zunimmt. In Deutschland liegt er etwas darunter – bei ca. 75% (ebd.). Der Klimawandel stellt eine große Bedrohung für Europa und seine BewohnerInnen dar, wovon ein Großteil aus dem urbanen Raum kommt. In Deutschland wurden im Jahr 2014 ca. 900 Millionen Tonnen CO₂ Äq. emittiert, wovon der mit Abstand größte Teil aus der Energiewirtschaft kommt (ca. 360 Mio. Tonnen CO₂ Äq.), gefolgt von den Sektoren Industrie, Verkehr und Gebäude. Der Deutsche Klimaschutzplan sieht eine durchschnittliche Gesamt-reduktion von 56% über alle Sektoren hinweg bis 2030 vor, was einer Reduktion von 700 Mio. Tonnen CO₂ Äq. gegenüber 1990 entspricht – davon sind heute erst 350 Mio. Tonnen eingespart (ebd.). Darüber hinaus stellt das Pariser Klimaabkommen die Welt vor die Herausforderung die menschengemachte globale, durchschnittliche Erderwärmung auf deutlich unter 2° C gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Zudem werden die globalen Ressourcen knapper. Der globale Materialverbrauch stieg im 20. Jahrhundert um den Faktor 8, von ca. 8 Gt/a 1900 auf über 60 Gt/a 2005. Im Jahr 2014 lag er bereits deutlich über 70 Gt/a, bei gleichzeitig asymmetrischer Verteilung dieser Güter, was nach wie vor zu anhaltendem Nicht-Vorhanden-Sein entsprechender Materialdienstleistungen weltweit führt und somit zu Armut, Hunger und fehlendem Zugang zu sauberem Wasser.

Die Vereinten Nationen prangern diese globalen Missstände erneut in ihrem Bericht von 2015 an. Aber auch in der Europäischen Union hat man vielerorts erkannt, dass unsere Gesellschaften nicht in dieser Art und Weise weiter produzieren und konsumieren können, wenn wir nicht an den Rand der planetarischen Grenzen stoßen wollen. Um diesen Problemen zu begegnen, hat die Europäische Kommission Strategien entworfen, wie die Produktion und der Konsum in der EU kreisläufiger und klimafreundlicher gestaltet werden können. Dem Kreislaufwirtschafts *Communiqué* von 2014 wurde 2018 ein umfangreiches *monitoring framework* zugefügt, welches ein nationalterritoriales Messen der Materialzir-

kularität ermöglichen soll. Zudem soll sich unsere Wirtschaft von einer auf endlichen Rohstoffen basierenden zu einer auf nachwachsenden Rohstoffen ausgerichteten entwickeln. Außerdem stellt die sogenannte *EU Urban Agenda* einen umfangreichen Rahmen zur Verfügung, welcher darauf abzielt, eine Vielzahl der genannten Probleme auf städtischer Ebene zu bearbeiten. Aber auch in Deutschland gibt es zahlreiche Rahmenprozesse und Strategien, mit welchen die politische Einbettung und Anschlusspunkte für eine verbesserte Bearbeitung von Umwelt- und Klimaproblematiken gewährleistet werden soll. Hier sind u.a. die Deutsche Bioökonomiestrategie, die Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030, sowie die Energiewende und der Klimaschutzplan 2050 zu nennen.

Allerdings steht Europa nicht nur vor der Herausforderung der Entwicklung einer Wirtschafts- und Lebensweise, welche unseren Planeten nicht im heutigen Maße zerstören, sondern es steht auch vor Herausforderungen des sozialen Zusammenlebens, des sozialen Zusammenhalts und des sozialen Wohlstands. Besonders in Städten ist die zunehmende, eingangs angesprochen Urbanisierung zu spüren. Es gilt, die grundlegenden Bedürfnisse wie ausreichend sauberes Wasser, genügend Energie, bezahlbares Wohnen, Sicherheit, sowie individuelle und effiziente Mobilität und Logistik – aber auch Bildung und Gesundheitsversorgung, sowie öffentliche Verwaltung, auf engstem Raum mit begrenzten Ressourcen zu bewerkstelligen. Das Konzept der SC verspricht hierzu Lösungen, welche vor allem durch Effizienzgewinne zustande kommen. Der Anspruch, dass die Smart City vieles zu den genannten Problemstellungen leisten kann, steht für die AutorInnen außer Frage. Nicht-umweltrelevante Bereiche einmal ausgeblendet, stellt sich dennoch die Frage, inwieweit und unter welchen Voraussetzungen die Smart City zum Erreichen von Umweltzielen beitragen kann. Im derzeitigen Diskurs wird oft der Eindruck vermittelt, dass die Smart City implizit immer auch nachhaltig sei. Dieses Paradigma gilt es zu hinterfragen und stattdessen zu eruieren, unter welchen speziellen Voraussetzungen, sich Smart City und Umwelt- sowie Klimaschutz zusammen denken lassen. Im Folgenden sind einige Handlungsempfehlungen für die einzelnen Akteure (Kommune, städtische Akteure, Bund/Länder) zusammengestellt, welche möglicherweise einige der Voraussetzungen beschreiben, unter welchen eine *umweltschonende* Digitalisierung, die einen Mehrwert für die Umwelt erzeugt, gelingen kann.

7.3.1 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder

Zentrale **Handlungsempfehlungen** an den Bund sind die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie und eines grundsätzlichen Rahmens zu Smart City Konzepten sowie das Verankern von Umweltkriterien (ggf. durch Beteiligung des BMU, BMI und UBA) in beiden. Die Smart City Charta, welche in einem partizipativen Prozess gemeinsam von 70 VertreterInnen aus Kommunen sowie deren Verbände, Bundesressorts, für Stadtentwicklung zuständige Länderministerien, Organisationen der Wissenschaft, Fach-, Wirtschafts- und Sozialverbände sowie der Zivilgesellschaft entwickelt wurde, stellt einen ersten Schritt in diese Richtung dar, indem sie die Nachhaltigkeitsaspekte der digitalen Transformation klar benennt. Die Vertiefung und Weiterführung dieses Prozesses könnte zur systematischen Einbindung von Umweltkriterien in einer bundesweiten Digitalisierungsstrategie genutzt werden. Des Weiteren sollten öffentliche Ausschreibungen (Beschaffung) zu Smart City Lösungen mit Nachhaltigkeitskriterien verknüpft werden. In diesem Zusammenhang sollten außerdem Förderprogramme für smarte, umweltschonende Infrastruktur geschaffen werden. Zudem sollten Bund und Länder Informations- und Bewusstseinsarbeit für Nachhaltigkeitsziele und Smart City leisten.

Diese genannten Maßnahmen könnten durch die **Einbeziehung von Kommunen und städtischen Akteuren** stark an Qualität und Reichweite gewinnen. Als Anknüpfungspunkte an **internationale Nachhaltigkeitsziele** sind hier unter anderem die UN *Sustainable Development Goals* Nummer 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, der Nationale Klimaschutzplan 2050, das EU Kreislaufwirtschaftspaket, sowie die EU und die Deutsche Bioökonomiestrategien zu nennen.

Viele Ministerien haben bereits die hohe Relevanz erkannt, Normungsorganisationen in öffentlich geförderte Projekte einzubeziehen und **Normungs- und Standardisierungsaktivitäten** in Ausschrei-

bungen zu adressieren. Das BMU bringt sich bereits gewinnbringend in die Ad-hoc Gruppe Smart Cities bei DIN ein. Umweltkriterien und Nachhaltigkeit spielen in diesem Zusammenhang bisher allerdings eine untergeordnete Rolle. Die Arbeitskreise bei DIN werden in der Regel sehr heterogen zusammengesetzt, sodass viele verschiedene Stakeholder ihre jeweiligen Interessen in die Diskussionen einbringen können. Hier haben die Bundesministerien die Möglichkeit, Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele in die Diskussionen einfließen zu lassen.

Mit der Gründung und Finanzierung der DIN-Koordinierungsstelle Umweltschutz durch das Umweltministerium im Jahr 1992 wird bereits seit mehr als 25 Jahren die Einbeziehung von Umweltgesichtspunkten in die Normung unterstützt. Diese Erfahrungen sollten in die Erstellung dieser Digitalisierungsstrategie eingebunden werden.

Insbesondere bei der Erstellung einer bundesweiten Digitalisierungsstrategie, der Integration von Umweltkriterien und bei der Gestaltung öffentlicher Ausschreibungen sollte Normung und Standardisierung mit eingebunden werden.

Herausforderungen bei der Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie sind u.a. divergierende Interessen (Wirtschaft, Umwelt, BürgerInnen), fehlende Studien, die Einbindung internationale Unternehmen, ein fehlender gesetzlicher Rahmen, sowie erschwerende politische Aspekte – eine interministerielle- und interdisziplinäre Kooperation ist hier unabdingbar. Außerdem ist die „Beweislage“ bezüglich der Umweltwirkungen bestimmter Smart City Lösungen teilweise noch nicht eindeutig. Hinsichtlich des öffentlichen Beschaffungswesens bestehen vielerorts bereits Vorgaben. Allerdings ist hier nicht nur Bundesbeschaffung wichtig, sondern auch lokale Beschaffungskriterien (mögliche Handreichungen seitens des Bundes?), wobei die Beweislage entsprechend tatsächlicher positiver Umweltwirkungen (z.B. bei bio-basierten Produkten) oft nicht klar ist.

Sollte der Bund hier nicht aktiv werden, besteht das Risiko, dass Nachhaltigkeitskriterien im Digitalisierungsprozess unzureichende Berücksichtigung finden. Mögliche negative Effekte einer unkontrollierten Digitalisierung ohne entsprechendem Rahmen, könnten zum Nachteil der BürgerInnen sein, während die vielen positiven Potenziale für die Gesellschaft ungenutzt blieben. Digitalisierung und SC sollten daher aktiv für den Umweltschutz genutzt werden und alle Marktakteure fordernd einbezogen werden. Auch das öffentliche Beschaffungswesen sollte als entsprechender Impulsgeber anerkannt werden, da es eine bedeutsame Marktmacht ausüben kann und dessen Nichtnutzung negative Folgen für den Umwelt- und Klimaschutz hätte.

7.3.2 Handlungsempfehlungen für städtische Akteure

Im Bereich der **Maßnahmen** sind städtische Akteure (Bsp. städtische Versorgungsunternehmen, Stadtwerke usw.) angehalten, ihre eigene Struktur auf die übergeordnete Zielhierarchie (Digitalisierungsstrategie mit Nachhaltigkeitszielen) auszurichten, eine personelle und strategische Entkopplung von politischen Akteuren und Legislaturperioden (langfristige Zielsetzung) voranzutreiben und sich dafür den derzeit vorherrschenden politischen Druck zur Innovation (Energiewende) zu Nutze zu machen. Außerdem wäre die Anwendung der ISO Standards (37101 und 14001) zu integriertem Nachhaltigkeitsmanagement sinnvoll. Städtische Akteure sollten sich aktiv an der Gestaltung der Digitalisierungsstrategie und der Vision einer Smart City in Deutschland beteiligen und darüber hinaus eine tragende Rolle bei der Förderung von Studien zur Umweltrelevanz, sowie zur Kosten-Nutzen-Analyse von SC Infrastruktur einnehmen. Eine **Einbindung kommunaler- und nationaler Akteure** ist, wo sinnvoll, wünschenswert.

Anknüpfungspunkte an **internationale Nachhaltigkeitsziele** sind, wie auch auf Bundes- und Länderebene, die genannten rahmensetzenden Institutionen und Dokumente, wobei, bezogen auf städtische Akteure, die EU Urban Agenda, sowie die SGDs – hier vor allem SDG 9 – zu nennen ist.

Die Entwicklung der **Standards** ISO 37010 und ISO 14001 fand auf internationaler Ebene statt. Eine Rückkopplung an die Normungsorganisationen, inwiefern diese auf städtischer Ebene umgesetzt werden konnten, ist zu empfehlen. Basierend auf diesen Informationen kann die Praxistauglichkeit internationaler Normen verbessert werden.

Herausforderungen für die Umsetzung der genannten Maßnahmen sind fehlende Strukturen, Mandate, mangelhafte Organisationsstruktur und unklare Zuständigkeiten. Für die personelle, politisch unabhängige Besetzung in städtischen Organisationen (z.B. Stadtwerke), könnte das derzeitige politische Klima erschwerend wirken. Außerdem fehlt es an Finanzierungsmöglichkeiten, trotz Energie- und Klimawende. Die Implementierung von ISO Standards in bestehende Managementstrukturen könnte durch fehlende entsprechende Handreichung zusätzlich erschwert werden. Um eine aktivere Rolle städtische Akteure zu gewährleisten fehlen momentan die Plattformen für den Austausch mit – und zwischen städtischen Akteuren – daher werden diese momentan nicht genügend in den Prozess eingebunden.

Forschungsbedarf besteht im Erforschen der umweltwirksamsten Kombinationen von analogen und digitalen Technologien mit städtischer Infrastruktur, sowie bei Fragen zur Generation und Bereitstellung von Daten und deren Umweltrelevanz. Außerdem müsste eine eindeutig negative Korrelation zwischen politischen Wechsellagen und dem Erreichen von Umweltzielen hergestellt werden um Argumente in diese Richtung zu stärken. Das Erforschen und der Ausbau entsprechender Anreize und Zertifizierungsprogrammen der Grundlagenforschung, Ökobilanzen etc. zur Etablierung des Nexus zwischen digitaler Infrastruktur und Umweltfaktoren ist zentral für eine nachhaltige Digitalisierungsstrategie.

Bei Nichtbeachtung der genannten Maßnahmen ist zu befürchten, dass das *monitoring* umweltrelevanter Daten stark erschwert bzw. unmöglich gemacht wird. Nehmen Kommunen durch ihre städtischen Akteure keinen Einfluss auf die Entwicklung einer umweltsensitiven, lokalen Digitalisierungsstrategie, ist des Weiteren davon auszugehen, dass die digitale Entwicklung sich auf den IT Bereich beschränkt und Themen wie beispielsweise Energie, Materialien und Wasser ausgeblendet werden. Die Entwicklung und Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierungsstrategie wird erschwert, verlangsamt, oder ganz gestoppt

7.3.3 Handlungsempfehlungen für Kommunen

Abgesehen von **Maßnahmen**, welche die Smart City im engsten Sinne betreffen, sollten Kommunen nicht vergessen, klassischen kommunalen Umwelt- und Klimaschutz mit Einbindung von Bund und Länder sowie städtischen Akteuren zu betreiben. Dazu zählen u.a. kommunale Klimaschutzaktivitäten und diesem Zusammenhang insbesondere solche, welche sich mit anderen Strukturmaßnahmen und digitalen Lösungen koppeln lassen, bzw. durch diese vorgelagerten Maßnahmen als positive Nebeneffekte auftreten. Durch sogenannte „interlocking-Effekte“⁶ kann beispielsweise das kommunale Mobilitätsbedürfnis reduziert werden. Im Bereich der Abfallwirtschaft gibt es zudem große Potenziale Maßnahmen zu implementieren, welche das Recycling steigern (Stichwort: Kreislaufwirtschaft und Bioökonomie). Hier sollten smarte Lösungen großflächig zum Einsatz kommen – etwa im Bereich der Containersensorik, Routenplanung, Abfallaufkommen- und Komposition u.a. Weiteres gilt es den motorisierten Individualverkehr zu reduzieren, Grünflächen zu schaffen oder zu erhalten, sowie Lebensstilfragen und „Suffizienz“ zu bewerben. Als Anknüpfungspunkte an **internationale Nachhaltigkeits-**

⁶ (Hielscher et al., 2017; Shove, 2010; Spurling et al., 2013) „inter-locking“ Effekt ist ein Begriff aus der angewandten Sozialforschung und beschreibt das Zusammenspiel verschiedener Verhaltensformen und Praktiken, welche durch das Zusammenwirken unintendierte Nebeneffekte aufweisen können; Weiters wird er in Zusammenhang mit Alltagspraktiken verwendet, welche unintendierte positive Wirkung auf den Klimaschutz haben.

ziele sind hier größtenteils dieselben zu nennen wie bei den Empfehlungen an Bund und Länder, allerdings sind im urbanen Kontext noch der Talanoa Cities and Regions Dialogue, sowie die EU Urban Agenda besonders hervorzuheben.

Ein wichtiges Handlungsfeld für Kommunen im Rahmen ihrer Smart-City-Aktivitäten wäre ihre aktive Beteiligung im Bereich **Normen und Standardisierung**. Der DIN-Normenausschuss Kommunale Technik ist u. a. für die nationale Normung im Bereich der Abfallwirtschaft tätig. Bisher fokussiert der Normenausschuss vornehmlich technische und logistische Aspekte zur Erfassung, zur Sammlung, zum Transport, zur Lagerung, zum Umschlag und zur Behandlung von festen und flüssigen Abfällen. Durch die Einbindung von Kommunen in diesen Normenausschuss können deren Interessen bei der Erstellung neuer Normen und der Überarbeitung bereits existierender Dokumente direkt eingebracht und diskutiert werden.

Zudem fördern DIN und DKE innovative Projektideen von Start-ups und KMU mit einem engen Bezug zur Kreislaufwirtschaft mit hohem Standardisierungspotenzial. Von der Vernetzung der kommunalen Akteure zu diesen Projektteams und die gemeinsame Erarbeitung eines Standards profitieren beide Seiten. Die jungen Unternehmen bekommen die Möglichkeit ihre Ideen direkt in der Praxis zu testen. Die Kommunen erhalten bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt Einblick in aktuelle technologische Entwicklungen und können diese ggf. mitgestalten.

Dadurch können Normung und Standardisierung sowie die Einbindung von Normungsorganisationen die Kommunen beim klassischen Umwelt- und Klimaschutz und im Speziellen auch die Optimierung der Abfallwirtschaft hin zu einer Kreislaufwirtschaft positiv beeinflussen.

Herausforderungen bei der Umsetzung dieser Maßnahmen sind vielschichtig. Beispielsweise kann die Finanzierung, die geringe gesellschaftliche Beteiligung oder unklare Zuständigkeiten zum Problem werden. Außerdem muss die vergabetechnische Ausgestaltung, etwa bei der Abfallwirtschaft bewerkstelligt und nachhaltige Förderkriterien integriert werden. Unklare Zuständigkeiten zwischen Kommunen und Ländern können zudem den Umsetzungsprozess erschweren. Beispielsweise sind organische Abfallströme derzeit (organisationsbedingt) nicht geeignet, um biobasierte, kompostierbare Materialien zu verwerten; das Sammeln/Sortieren und die materielle Verwertung von Abfallströmen ist vielerorts eine technische Herausforderung – ebenso die Entwicklung neuer Wertschöpfungsketten. Im Bereich der Mobilität kann die Finanzierung des kommunalen/regionalen ÖPNV als Herausforderung genannt werden, die Schaffung von Anreizen für Unternehmen zur Entwicklung umweltschonender Technologien, das Vorantreiben des *modal-split*, stadtplanerische Einbindung sowie die Realisierung und Einbindung einer entsprechenden digitalen Infrastruktur.

Forschungsbedarfe wurden in diesem Zusammenhang in Bezug auf die Rolle kommunaler Akteure, sowie zum Wirkungszusammenhang mit städtischer Infrastruktur identifiziert. Die Klimarelevanz beispielsweise solcher „interlocking“ Maßnahmen messbar zu machen (Bsp. CO₂ Einsparungspotenzial demonstrieren), ist hier wichtig. In der digitalen Abfallwirtschaft sollten Energie- und Materialintensitäten einzelner Recyclingprozesse besser belegt werden. Außerdem sollten die ökonomischen, sozialen und umweltbezogenen Implikationen des *modal-split* durch smarte Infrastrukturen stärker untersucht werden.

Das **Risiko** besteht, dass Umwelt- und Klimaschutz durch Smart City konterkariert werden, obwohl der Wirkungszusammenhang auf Umwelt und Klima nicht eindeutig und universal gegeben ist. Durch das Fokussieren auf output-orientierte Lösungen (sog. „End-of-pipe“ Lösungen), während der Ressourcenverbrauch absolut weiterhin steigt, sind die genannten Problem nicht in den Griff zu bekommen und die lineare Ökonomie bliebe wie sie ist bei wachsendem Ressourcenverbrauch. Daher ist es notwendig, dass Kommunen die positiven wie negativen Umwelteffekte in die Konzeption und Evaluation ihrer Smart City Strategie aufnehmen, um größere Umwelt- und Klimabelastung oder Erschöpfung von Schlüsselressourcen zu vermeiden.

7.4 Effizienzgewinne ist nicht gleich Umweltschutz und können zu Rebound-Effekten, Verlagerung und Intensivierung führen

Wie bereits in Botschaft 1 (vgl. Kap. 0)) zum Ausdruck kommt, werden mit smarten, digitalen Lösungen für Infrastrukturen einer modernen Stadt große Potentiale für den Umweltschutz verbunden. Mit ihrer Hilfe können positive Umwelteffekte wie eine Senkung der Treibhausemissionen, Energieeinsparungen oder die Schonung von Ressourcen erzielt werden. Das Erreichen von Effizienzgewinnen ist letztlich einer der wesentlichen Treiber von smarten Lösungen.

Oftmals wird jedoch bei der Bewertung dieser Effizienzgewinne zu kurz gegriffen, indem ausschließlich die positiven Wirkungen, nur Wirkungen in einer bestimmten Lebensphase der Lösung (z.B. Nutzung), oder allein solche Umweltwirkungen in der nahen örtlichen Umgebung (z.B. Stadt) in die Betrachtung eingeschlossen werden. Dabei führen gerade die Effizienzgewinne sehr häufig an anderer Stelle gleichzeitig zu Rebound-, Intensivierungs-, oder Verlagerungseffekten.

Rebound-Effekte treten beispielsweise auf, wenn zwar einerseits Verringerungen des durchschnittlichen Energieverbrauchs von Wohnungen erzielt werden, während sich gleichzeitig die Wohnflächen pro Kopf um etwa denselben Faktor erhöhen oder deshalb weniger Wärmedämmungsmaterialien eingesetzt werden. Konkret auftretende Rebound-Gefahren zeigen sich ebenso bei den in der Bestandsaufnahme dieses Projektes aufgezeigten Smart City-Lösungen, wie z.B. beim Lösungsansatz *Mobilität on-demand*: Der erhöhte Komfort könnte Personen dazu verleiten, von Zugverbindungen auf die bedarfsgeführten Busse umzusteigen. Dadurch werden mehr Fahrten benötigt, was wiederum zu höheren Emissionen führt. So kann die geplante Ressourcenschonung nicht erreicht werden. Barker und Foxon schätzen in einer Studie bezüglich der Effizienzsteigerungen im Verkehrssektor den direkten Rebound-Effekt auf 25%⁷. Ähnlich verhält es sich mit e-Carsharing-Angeboten: Studien belegen, dass Nutzer des öffentlichen Nahverkehrs bevorzugt zu solchen Angeboten wechseln, im Gegensatz zu PKW-Fahrern. Damit führen Rebound-Effekte aus vordergründigen Effizienzgewinnen vielfach dazu, dass eben diese Effizienzsteigerungen zu einem erhöhten Verbrauch führen und damit dem eigentlichen Umwelteffekt entgegenstehen.

Von Verlagerungseffekten wird gesprochen, wenn etwa durch das Ersetzen von Kohle- durch regenerativ erzeugtem Strom Emissionen eingespart werden. Im Gegenzug wird jedoch zum Management der nur fluktuativ verfügbaren Energiequellen innerhalb eines Smart Grids ein erhöhter Rohstoffverbrauch für Speicher, Steuerungselektronik usw. benötigt. Örtliche Verlagerungseffekte treten beispielsweise in der Elektromobilität auf. Fälschlicherweise wird oft davon gesprochen, dass Elektrofahrzeuge eine komplett emissionsfreie Mobilität erlauben. Jedoch verschiebt sich dadurch lediglich geographisch das Problem der Luftqualität, was den Städten zwar durchaus zugutekommt, während aber je nach Art der Stromgewinnung Emissionen an anderer Stelle entstehen.

Eine überschlägige Abwägung, welche Lösung geringere negative Umweltauswirkungen aufweist, ist somit in der Regel nur sehr schwer möglich. Um diese methodischen Mängel bei der Messung von Umweltauswirkungen zu beseitigen, ist es demnach in jedem Fall unabdingbar, smarte Lösungen ganzheitlich, also inklusive aller direkten und indirekten Auswirkungen über den gesamten Lebensweg zu bewerten. Dies ist letztlich nur im Rahmen einer vollständigen Ökobilanz überprüfbar, die ausreichend Informationen als eine Entscheidungsbasis zur Verbesserung der Umweltleistung darstellt, die im Rahmen dieses Vorhabens jedoch nicht geleistet werden konnte.

⁷ Unter dem Rebound-Effekt wird der mengenmäßigen Unterschied zwischen den durch Effizienzsteigerungen entstehenden möglichen Ressourceneinsparungen und den tatsächlichen Einsparungen verstanden. Er wird in Prozent angegeben (Nachhaltigkeit, 2015)

Erfolgt die Bewertung von Smart City-Lösungen nicht ganzheitlich, sondern weiterhin nur auf Basis der direkt offensichtlichen Umwelteffekte, riskieren wir, dass die eigentlich beabsichtigten Effizienzgewinne durch Rebounds erodieren.

7.4.1 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder

Auch der Bund und die Länder sollten verschiedene **Handlungsempfehlungen** umsetzen, um Kernbotschaft 2 zu bearbeiten (Effizienzgewinne ist nicht gleich Umweltschutz und können zu Rebound-Effekten, Verlagerung und Intensivierung führen). Im Fokus stehen dabei Kooperationen. Es bedarf einer nationalen und internationalen Zusammenarbeit, um Verlagerungseffekte zu vermeiden. Nur so können diese Effekte überhaupt sichtbar gemacht und untersucht werden. Weiterhin müssen Umweltwirkungen ganzheitlich betrachtet werden, um auch Rebound-Effekten vorzubeugen. Dabei muss der komplette Lebenszyklus berücksichtigt werden, denn nur so können Produktionsweisen nachhaltig sichergestellt werden. Hier muss der Bund entsprechende Forschungsvorhaben initiieren und fördern. Eine weitere Maßnahme liegt darin, Umweltwirkungen bei Förderungen, Investitionen und Ausschreibungen durch Bund und Länder verstärkt zu berücksichtigen.

Befördert werden können diese Maßnahmen durch einen internationalen Austausch zum Umweltschutz und durch entsprechende Ausschreibungen im Bereich der **Standardisierung**. Bund und Länder könnten durch die Mitarbeit in diversen Normungsgremien die nationale, europäische und internationale Normung mitgestalten. Eine Einbindung in die ExpertInnengruppen des Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) ist in diesem Fall denkbar, sofern nicht bereits geschehen. Der NAGUS organisiert die Normungsaktivitäten rund um die Themen „Umweltmanagement“ und „Nachhaltige Städte und Kommunen“, aber auch „Energiemanagementsysteme“ und „Energieeffizienz“. Dabei sollten die Normen für eine ganzheitliche Umweltwirkung berücksichtigt werden. So wird in den bereits bestehenden **Normen** ISO 14040 und 14044 die Lebenszyklusanalyse (LCA) beschrieben. Zudem sollten auch in diesem Zusammenhang die in Kapitel 5 aufgeführten Normen zu dem Thema „Umweltmanagement“ berücksichtigt werden.

Durch eine Berücksichtigung des Faktors Umweltwirkung bei Ausschreibungen werden die Anreize für andere **Akteure** wie Kommunen und städtische Akteure erhöht, sich mit dem Thema Nachhaltigkeit und Umweltwirkung auseinander zu setzen. Im besten Fall sollten die Umweltkriterien in Zusammenarbeit mit Kommunen entwickelt werden, die diese später ebenfalls in ihre Ausschreibungsbedingungen mit aufnehmen können. Ein erster Anreiz wird z.B. bereits durch den Deutschen Nachhaltigkeitspreis geschaffen, der nachhaltige Städte und Kommunen verschiedener Größe mit jeweils 30.000€ für neue nachhaltige Projekte fördert.

Die größte **Herausforderung** liegt darin, dass internationale Einigungen oftmals schwierig zu erzielen sind, da häufig wirtschaftliche oder politische Interessen im Vordergrund stehen. Ebenso ist problematisch, dass die Aufstellung von Ökobilanzen einen erheblichen Aufwand erfordert. Deshalb wird oftmals darauf verzichtet. Um dem auch in Ausschreibungen entgegenzuwirken, muss überprüft werden, welche Kriterien genau aufgestellt werden und wer diese bereitstellen kann. Ebenso muss geschaut werden, wie sich ein unvertretbarer Mehraufwand bei der Bewerbung auf Ausschreibungen vermeiden lässt und wie letztlich versprochene Umweltleistungen kontrolliert werden können. Als Hilfestellung obliegt es der **Forschung**, erste Vorschläge für Umweltkriterien bei Ausschreibungen zu erstellen. Zudem sollte eine Machbarkeitsstudie aufzeigen, ob ein solches Verfahren realistisch umsetzbar ist und dem Umweltschutz tatsächlich zugutekommt. Weiterhin sollte die Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit bei Nachhaltigkeitszielen hervorgehoben werden, in dem detailliertere Studien zu globalen Umweltauswirkungen durch Effizienzmaßnahmen erstellt werden. Bund und Länder können, mithilfe von Handreichungen durch z.B. europäische Forschungsprojekte, zur strategischen Entscheidungsfindung unterstützt werden. Denkbar ist zudem, diesen Prozess zur strategischen Entscheidungsfindung in Form einer DIN SPEC den beteiligten Akteuren zur Verfügung zu stellen. Zuletzt kann die Forschung die Bewertung von smarten Lösungen unterstützen, indem zahlreiche Untersuchungen

zu jeweils spezifischen Smart City-Lösungen und deren Umweltwirkungen (sowohl positive als auch negative) durchgeführt werden. Aktuell sind beispielsweise wenige Daten bekannt, die quantifizierte Aussagen über auftretende Rebound-Effekte durch die Umstellung auf E-Mobilität treffen. Diese Studien können darüber hinaus mit Analysen zur Technikfolgenabschätzung und speziell den Umweltfolgen von Smart City Infrastrukturen ergänzt werden. Zusammengefasst besteht also dringlicher Forschungsbedarf darin, in welcher gegenseitigen Beeinflussung Umwelteffekte und smartere Strukturen stehen.

Die Eingrenzung bei der Bewertung von smarten Lösungen auf das eigene Land stellt ein zunehmendes **Risiko** dar. Falls internationale Kooperationen nicht intensiviert werden, erfolgen weiterhin Betrachtungen in beschränkten Systemgrenzen (z.B. nur Deutschland). In diesem Fall werden möglicherweise Umweltmaßnahmen umgesetzt, deren negative Auswirkungen jedoch nur ins Ausland ausgelagert sind und global gesehen keinerlei Vorteile aufweisen können. Der eigentlich bezweckte Effekt der smarten Lösung, die Reduzierung von negativen Umwelteinflüssen, tritt dann an anderer Stelle, in anderer Form oder zu einer späteren Zeit auf. Weiterhin besteht die Gefahr, dass weiterhin smarte Lösungen gefördert werden, die wirtschaftlich sinnvoll sind, ökologisch jedoch keinen Mehrwert bieten.

7.4.2 Handlungsempfehlungen für städtische Akteure

Städtischen Akteuren wird **empfohlen**, Entscheidungen nicht nur an ihren wirtschaftlichen Gewinnen durch Effizienzmaßnahmen festzumachen, sondern diese auch vermehrt mit den daraus real resultierenden Umweltwirkungen abzugleichen. Diese Wirkungen sind zudem verstärkter sichtbar zu machen, um eine breitere Masse für die Nutzung dieser Lösungen zu gewinnen. Diese Maßnahme kann durch weitere **Standards** für die Umweltbewertung von Smart City-Lösungen unterstützt werden. Ob es hier die Erstellung neuer Normen und Standards bedarf oder auf bereits existierende Dokumente zurückgegriffen werden kann, ist fallweise zu entscheiden. Bei der Entwicklung und Implementierung neuer Smart City-Lösungen sollten die bereits bestehenden Dokumente zu den Themen „Umweltmanagement“ und „Nachhaltige Städte und Kommunen“ einbezogen werden (Siehe ANNEX B in der Langversion dieses Berichts). Ebenfalls hilfreich wäre es, wenn **Bund und Länder** die Schwerpunktverlagerung von wirtschaftliche auf umweltrelevante Effekte durch finanzielle Anreize fördern könnten. Diese Anreize ließen sich gut auf die **internationalen Nachhaltigkeitsziele** stützen. Denn diese geben bereits eine gute Orientierung für die ganzheitliche Betrachtung von sowohl ökonomischen als auch ökologischen Gesichtspunkten. So beinhaltet etwa das elfte der 17 Oberziele für nachhaltige Entwicklung die Themenstellung „nachhaltige Städte und Siedlungen“.

Eine große **Herausforderung** liegt darin, dass in klassischen ökonomischen Betrachtungen innerhalb Unternehmen die Umweltkomponente stark unterrepräsentiert ist. Außerdem sind die Bewertungszyklen häufig zu kurz, um langfristige Effekte umzusetzen. Forschungsbedarf wird deshalb darin gesehen, Beratungsdienstleistungen zur ganzheitlichen Bewertung und zur besseren Sichtbarmachung von Effizienzmaßnahmen zu entwickeln. Hierbei könnten zudem Forschungsstudien unterstützen, welche den langfristigen Einfluss von smarten Lösungen auf das Zusammenspiel von Umweltwirkungen und wirtschaftlichen Effekten haben, um den Anreiz für ein nachhaltiges Augenmerk bei zu ergreifenden Maßnahmen zu erhöhen.

Leider zeigen die Erfahrungen aus der Vergangenheit, dass ohne Berücksichtigung dieser Maßnahme nur solchen Lösungen umgesetzt werden, die über einen gewissen, meist kurzfristig angelegten, Betrachtungszeitraum am wirtschaftlich sinnvollsten erscheinen. Maßnahmen mit großem Hebel für den Umweltschutz, die jedoch zunächst kostenintensiv sind, bleiben dagegen außen vor. Damit besteht das **Risiko**, dass die städtischen Akteure weiter kurzfristig und wirtschaftlich planen.

7.4.3 Handlungsempfehlungen für Kommunen

Um Rebound- und Verlagerungseffekte zu vermeiden, lassen sich mehrere Handlungsempfehlungen für Kommunen identifizieren. Eine **Maßnahme** sieht den stärkeren Bezug zu internationalen Nachhaltigkeitszielen vor. Um die Entwicklung von Smart City-Lösungen von Kommunen nachhaltig zu gestalten, sollten die dabei verfolgten Ziele der Kommunen auf bereits bestehende internationale Referenzrahmen aufbauen. Daraus können Ziele und Lösungen übernommen und auf den entsprechenden Kontext angepasst werden. Mögliche Referenzrahmen bilden etwa die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN und der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC). Dadurch ersparen sich Kommunen die intensive Auseinandersetzung und Einarbeitung in verschiedene Ansätze und können bereits bestehende Konzepte für die eigene Verwendung anpassen. Eine weitere wichtige **Empfehlung** für Kommunen stellt die richtige Priorisierung bei der Entwicklung umweltfreundlicher Lösungen dar. Durch die zahlreichen, umfassenden Betätigungsfelder von Kommunen können sie meist nicht alle Aspekte gleichzeitig abdecken. Es gilt darum, Prioritäten zu setzen, sich auf Lösungen mit großer Hebelwirkung zu fokussieren und dabei Tradeoffs und Rebound-Effekte zu vermeiden.

In zukünftigen **Normungsaktivitäten** für jegliche Smart City-Lösungen sollte ein Bezug zu globalen Nachhaltigkeitszielen sichergestellt werden, soweit dies möglich ist. Die entwickelten Standards für Smart Cities und die zugehörigen Guidelines müssen kohärent zu internationalen **Nachhaltigkeitszielen** gestaltet werden und zudem stärker auf die Umweltwirkungen fokussieren. In jeder spezifischen Kommune können unterschiedliche Lösungen Sinn machen. Einzig das Vorgehen zur Ermittlung der größten Hebelwirkungen inklusive genormter Kriterien könnte standardisiert werden und so das Vorgehen unterstützen. Beim Priorisierungsprozess sind enge Abstimmungen mit städtischen **Akteuren** wie etwa Stadtwerken, aber auch mit Bund und Ländern empfehlenswert. Vor allem, um eine gesamt-räumliche Perspektive (lokal/regional) zu schaffen und Aktivitäten in bundespolitische Prozesse zu integrieren, ist eine enge Kooperation der Kommunen mit Bund und Ländern zentral.

Die größte **Herausforderung** bei der Umsetzung liegt darin, dass Verständnis, Wissensstand, Interessen und Intensionen in den verschiedenen Kommunen stark variieren. Außerdem bedeutet die Integration von Umweltzielen eine zusätzliche Dimension bei der Entwicklung neuer Lösungen. Auch stellt die richtige Priorisierung derzeit noch eine große **Herausforderung** dar, denn für eine ganzheitliche Bewertung verschiedener Lösungen bedarf es einer entsprechend aussagekräftigen Daten-Grundlage. Diese fehlt zu den meisten Themen teilweise oder gar vollständig.

Demzufolge herrscht ein hoher **Forschungsbedarf** an zusätzlichen Untersuchungen, welche sich themenspezifisch tiefgreifend mit den tatsächlich auftretenden Umweltauswirkungen von smarten Lösungen auseinandersetzen und diese ganzheitlich bewerten, also auch mögliche Rebound- und Trade-off-Effekte in die Entscheidungsgrundlage einbeziehen. Diese Effekte dürfen bei der politischen Entscheidungsfindung nicht vernachlässigt werden, sind jedoch weitgehend unbeziffert. Dieser Forschungslücke sollten neben den o.g. Untersuchungen verstärkt Beratungsdienstleistungen für Kommunen entwickelt werden, um bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Zur Unterstützung von speziell kleinen Kommunen müssen Handreichungen und Beratungsprogramme entwickelt werden, um mögliche Optionen fassbarer zu machen, wie sich Ziele und Lösungen in der Kommune an bereits ausformulierten Nachhaltigkeitszielen orientieren lassen. Dies erleichtert gerade kleinen Kommunen ohne explizite Personalressourcen für Umweltschutz den Einstieg in die nachhaltige Entwicklung smarter Lösungen für ihre Stadt. Es muss zudem weiter beforscht werden, wie sich diese grundlegenden Nachhaltigkeitsziele für Kommunen spezifisch ableiten und anwenden lassen.

Werden diese Maßnahmen nicht angegangen, bleibt die Auswahl und Umsetzung von Aktivitäten grundlegend mit dem **Risiko** verbunden, dass Lösungen entwickelt werden, die zwar vordergründig Effizienzgewinne ausweisen, die jedoch bei detaillierter Betrachtung aller Wirkungsfaktoren nicht

dem Umweltschutz dienen, sondern lediglich den wirtschaftlichen Interessen der Lösungsanbieter. Hier sollten Rebound- und Verlagerungseffekte mit in Betracht gezogen werden. Weiterhin kann es passieren, dass Umweltziele bei der Entwicklung von Smart City-Lösungen zu wenig oder gar nicht berücksichtigt werden. Mit der verbesserten Aufarbeitung des bereits bestehenden Referenzrahmens kann die Einarbeitung in das Themenfeld Nachhaltigkeit erleichtert und damit attraktiver gemacht werden.

7.5 Smart City stellt neue Anforderungen an die Umsetzung kommunaler Aufgaben

Smart City Lösungen werden zum Teil unter dem Vorzeichen der Vereinfachung von Abläufen diskutiert. Diese Vereinfachung soll zumeist durch die digitale Transformation von analogen, mehrstufigen Prozessen erreicht werden und als nachgelagerte Resultate Partizipation, Barrierefreiheit, Inklusion und Effizienzgewinne (ökologisch, ökonomisch) mit sich bringen.

Viele der vorgetragenen Smart City Postulate sind jedoch nicht quantifizierbar. Zudem ist nicht definiert, was zu einem „gesunden“ Innenstadt-Mix gehört und was zur Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger gehört. In diesem Zusammenhang lohnt sich der Blick auf die Nachhaltigkeitsziele der UN, die optional staatlich adoptiert werden können und zu einer Reihe neuer Aufgaben in den Kommunen führen kann. Eine gesamtgesellschaftliche Diskussion fand jedoch nur punktuell (z.B. in den Europäischen Leuchtturmstädten München, Köln, Hamburg) statt, was wiederum dazu geführt hat, dass keine eindeutigen politischen Zielsetzungen definiert wurden. (Mensch und Technik in der Kommune von morgen, 2018).

Der kommunale Raum wurde bei Interviews auch gelegentlich als „soziales Konstrukt“ bezeichnet, welches auf das Zusammenspiel von Mensch, Technik und der bestehenden Räumlichkeiten angewiesen ist. Mit den Anforderungen an diese Räume steigt auch die Komplexität der Raumentwicklung: die digitale Transformation ermöglicht eine komplexere Vernetzung der Infrastruktur, der Aufgaben und Verantwortlichkeiten. Hardwareseitig müssen Infrastrukturen angepasst werden, Sensoren angebracht, gewartet, erneuert und ausgetauscht werden.

Software-seitig müssen Prozesse etabliert werden zur Datengewinnung, Datennutzung und Datenvermarktung. Sollten sie als offene Daten frei verfügbar sein, muss die Vereinbarkeit mit Datenschutzverordnungen, kommerzielle Nutzung geprüft werden und die Rolle der Kommune als „Prosumer“ geprüft bzw. definiert werden. Die Frage, die sich jedoch bei allen Diskussionen immer wieder aufdrängt ist: wie viel digitale Transformation wird von Bürgerinnen und Bürgern gewünscht, bzw. welche Verbesserung der aktuellen Prozesse werden gewünscht? Welche neuen Dienstleistungen werden gefordert?

Häufig entsteht jedoch der Eindruck, dass die Beantwortung dieser Frage mit der Aussage beginnt: folgende Technologie wurde zur Marktreife gebracht; wer möchte diese anwenden? Im Rahmen der Interviews wurden einige Beispiele von Bürgerinitiativen aufgezeigt, die ohne aufwändigen Einsatz modernster Technologie gestartet und durchgeführt werden konnten, z.B. das Projekt NEUE MOBILITÄT Berlin, Mierendorff-Insel Berlin. Die Smart City wurde in diesem Kontext auch als „Engagierte Stadt“ bezeichnet.

Die konkrete Aufführung der neuen Aufgaben, die eine Smart City mit sich bringt, verlangt somit zuerst nach einer Diskussion folgender Aspekte:

- ▶ Was wünschen sich Bürgerinnen und Bürger?
- ▶ Welche dieser Anforderungen sind technologisch realisierbar? Was ist organisatorisch/administrativ realisierbar?
- ▶ Was lässt sich wirtschaftlich abbilden und ist es ökologisch vertretbar?

Unabhängig vom Technologiegrad der Stadtentwicklung, so waren sich auch Diskussionsteilnehmer des Workshops (2018-05-03) einig, muss eine langfristige Investitionsplanung mit Verbindlichkeiten und einem **Maßnahmen-Monitoring** erfolgen. Hier können auch erfolgreiche Pilotprojekte anderer Städte/Kommunen herangezogen werden, die den Verlauf und letztlich den Erfolg/Misserfolg der Projekte dokumentieren mussten. Dieses Maßnahmen-Monitoring muss einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen werden, nicht nur aus rein ökonomischer Sicht, sondern vor allem aus ökonomischer Sicht zur Sicherstellung der Nachhaltigkeitsziele.

Mit den Möglichkeiten der digitalen Transformation im Vordergrund, muss konkret auch die Rolle der Kommune als "Prosumer" betrachtet werden. Infrastrukturelle Veränderungen werden dann mit der Integration von IKT Komponenten (Sensorik/Aktorik) verbunden sein. Diese Komponenten liefern Daten die von Kommunen monetär genutzt werden könnten. Im Folgenden sind einige Handlungsempfehlungen für die einzelnen Akteure (Kommune, städtische Akteure, Bund/Länder) zusammengestellt.

7.5.1 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder

Wie bereits in Botschaft 1 beschrieben, ist auch hier die zentrale **Handlungsempfehlung** an den Bund, die Entwicklung einer nationalen Strategie zur digitalen Transformation für Kommunen, Bund und Länder, angeknüpft an einen konzeptionellen Rahmen zu Smart City Konzepten vor dem Hintergrund ökologischer und ökonomischer Aspekte. Die aktuelle Wildwest-Situation ist weder für Technologieanbieter (Supply-Side) noch für die potenziellen Nutzer (Demand-Side) gewinnbringend.

Des Weiteren wird eine Technologiefolgeabschätzung empfohlen, die Prognosen zum Einsatz dieser Technologien für **Länder und Kommunen** bereitstellt und zum anderen die sozialen/gesellschaftlichen Negativwirkungen des Einsatzes der Technologien beleuchtet.

Diese genannten Maßnahmen, könnten durch die **Einbeziehung von Forschung** (Technologiefolgeabschätzung) und den kommunalen Spitzenverbänden sowie pilotierender Kommunen an Qualität gewinnen.

Hierzu sind keine **Normungsaktivitäten** bekannt. Die Erstellung und Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie kann natürlich unabhängig von Normen angegangen werden. Die Umsetzung in die Praxis, vor allem in Bezug auf Ausschreibungsprozesse, kann jedoch durch Normen/Standards vereinfacht werden.

Herausforderungen bei der Entwicklung einer Strategie zur digitalen Transformation sind deutlich divergierende Interessen (Wirtschaft, Politik, Umwelt, BürgerInnen, Spitzenverbände, soziale Einrichtungen). Es muss eine klare Kommunikation und ein Bekenntnis zur Schaffung einer Digitalisierungsstrategie stattfinden, die von Anfang an deutlich macht, dass es für alle Beteiligten sinnvoll ist alle wesentlichen Akteure einzubinden und Meinungen einzuholen.

Das **Risiko** des Abwartens ist ein schnell eintretender Kontrollverlust. Märkte werden aufgrund reiner Kapitalmacht geschaffen (siehe UBER, Amazon) mit unkalkulierbaren Folgen für die deutsche Wirtschaft, den Städtemix, die Umwelt und die Gesellschaft (digitale Spaltung). Des Weiteren ist schwer vorstellbar, dass Umweltschutzaspekte im Vordergrund von Technologieanbietern stehen. Der Bund sollte die Möglichkeit nutzen, unter Einbindung aller relevanter Akteure, eine Strategie inklusive Technologiefolgeabschätzung zu formulieren. Zusätzlich sollte ein Maßnahmenkatalog zur Steuerung der Digitalisierung, der Umweltschutzziele in den Mittelpunkt rückt, aufgesetzt werden.

7.5.2 Handlungsempfehlungen für städtische Akteure

Im Rahmen des ExpertInnenworkshops vom 3. Mai 2018, wurde der Vorschlag formuliert, horizontale Organisationsstrukturen bzw. übergeordnete (digitale) Stadtwerke zu schaffen. Einen „Stadtkonzern“ mit einem Nachhaltigkeitsmanager könnte die Möglichkeit bieten ressortübergreifende Aufgaben zu koordinieren, zu kommunizieren und bisher separate Prozesse nachhaltig neu zu gestalten. D.h. als konkrete **Maßnahme** sind städtische Akteure angehalten ihre eigene Struktur auf die übergeordneten

Ziele auszurichten. Wie bereits sollten sich städtische Akteure an der Gestaltung der Digitalisierungsstrategie und Umsetzung der digitalen Transformation in Deutschland beteiligen.

Normung/Standardisierung bei Managementprozessen wird kritisch betrachtet. Auch wenn deren Einsatz bei komplexen organisatorischen Prozessen nachweisbar positiven Einfluss hat wird die Erstellung selbiger nicht einfach zu realisieren sein. Denkbar ist jedoch, dass die aktuell gelebten Insel-Lösungen (besonders im administrativen Bereich) neu übergeordnet strukturiert werden können und diese Prozesse anhand eines/mehreren Erfolgsbeispielen dokumentiert werden können, um anderen Städten zur Verfügung gestellt werden können.

Herausforderungen für die Umsetzung der genannten Maßnahmen sind fehlende Strukturen und unklare Zuständigkeiten. Auch hier wurde die Empfehlung ausgesprochen, dass Bund/Länder finanzielle Unterstützung bei der Schaffung horizontaler Organisationsstrukturen bieten. Die Anpassung der kommunalen Verwaltungsstruktur erfordert eine langfristige Strategie und darüber hinaus die Akzeptanz, IKT als Teil der Daseinsvorsorge zu sehen.

Forschungsbedarf besteht bei der Betrachtung möglicher Geschäftsmodelle, verbunden mit der möglichen Schaffung neuer Stadtkonzerne. Eindeutige, empirisch basierte Aussagen zu nachhaltigen Geschäftsmodellen im kommunalen/städtebaulichen Umfeld können zu einem Ausbau entsprechender Anreize führen.

Das Risiko des nicht-Handelns birgt die Gefahr, dass sich neue Geschäftsmodelle punktuell verselbständigen, d.h. einige Städte/Kommunen Geschäfte mit datenhandelnden Unternehmen (zu selbst verhandelten Konditionen) führen werden, während andere sich diesem Model verweigern oder an Attraktivität verlieren bzw. die Hoheit über die eigenen Daten verlieren.

7.5.3 Handlungsempfehlungen für Kommunen

Spätestens hier wird klar, dass die **Maßnahmen** nicht leicht trennbar oder isoliert anzuwenden sind. Am Beispiel Bad Hersfeld lässt sich der Erfolg langfristiger Planung sehr schön verdeutlichen. Die digitale Transformation wurde in zwei Handlungsfelder (eGovernment und Digitalisierung der Infrastruktur) unterteilt jedoch parallel vorangetrieben. Dabei muss der Bürgernutzen im Vordergrund stehen und die Wirtschaftlichkeit an diesem Paradigma ausgerichtet sein.

Passgenaue **Normungsaktivitäten** konnten in diesem Bereich nicht identifiziert werden, es empfiehlt sich jedoch einen nationalen Standard (DIN SPEC) als vornormatives Dokument mit Leitfadencharakter zu erstellen, welches von Kommunen und Ländern herangezogen werden kann.

Herausforderungen bei der Umsetzung einer langfristigen, bürgerzentrierten Planung sind Ressourcen personeller Art. Es erfordert Untersuchungen, Beratungsdienste, Bürgerforen, Lösungsvorschläge und Umsetzungspläne in Abstimmung mit kommunalen Spitzenverbänden, regionaler Politik. Ein Unterfangen was Kommunen unmöglich aus eigenen Kräften und mit eigenen Ressourcen bewältigen können. Nach Angaben im Rahmen des ExpertInnenworkshops bedarf eines einer "**Koalition der Willigen**". Partizipation muss gelebt und ein Kopieren erfolgreicher Pilotprojekte ermutigt werden. Akteure müssen interdisziplinär und aus diversen Kreisen (Kommunalvertreter, Wirtschaft, Politik, Forschung) zusammenkommen.

Sowohl bei Interviews als auch bei Präsenzveranstaltungen war von "knappen Kassen" die Rede. Es hat sich der Eindruck verfestigt, dass es nicht an den technischen Möglichkeiten scheitert. Vielmehr erfordert eine langfristige Planung und dazugehöriges Maßnahmenmonitoring substanzielle Unterstützung aus der Landes-/oder Bundespolitik. Die zweite große **Herausforderung** ist der Zugang zu Referenzbeispielen. Deutschland und Europaweit existieren zahlreiche Infrastrukturprojekten mit unterschiedlichen Strahlkraft und Erfolgsquote; es fehlt jedoch ein Überblick zu Projekten generell und Möglichkeiten der Replizierbarkeit im Besonderen. Hier ist Aufklärungsarbeit und Kommunikation notwendig.

Es musste festgestellt werden, dass **Normungsaktivitäten** im Smart City Kontext häufig nur schwer umzusetzen sind. Dies liegt zum einen an dem zeitlich notwendigen Engagement (mindestens 4 Sitzungen, plus Telefonkonferenzen, plus Manuskriptarbeit) sowie an den notwendigen Ressourcen (Reisemittel und unterschiedliche Expertisen) die eingebracht werden müssen. Obwohl einige internationale Aktivitäten (ISO/TC 268) zu verzeichnen sind ist eine deutsche Beteiligung an diesen Aktivitäten kaum zu verzeichnen.

Dabei könnten folgende Dokumente bzw. deren Erarbeitung auch durchaus für deutsche Kommunen oder kommunale Spitzenverbände von Bedeutung sein:

- ▶ ISO 37106:2016, *Sustainable cities and communities - Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities*
- ▶ ISO 37120:2018, *Sustainable cities and communities -- Indicators for city services and quality of life*
- ▶ ISO 37101:2016, *Sustainable development in communities -- Management system for sustainable development -- Requirements with guidance for use*

Im Sinne des Qualitätsmanagements und Projektplanung sei hier die ISO 10005:2018, *Quality Management – Guidelines for quality plans*, erwähnt. Dieses und auch die oben aufgeführten Smart City Dokumente sind noch nicht in deutscher Sprache erhältlich. Die entsprechenden nationalen Spiegelgremien bei DIN entscheiden über die Übernahme dieser internationalen Normen ins Deutsche. Aufgrund der angesprochenen schwachen Beteiligung und der nicht selten ablehnenden deutschen Haltung gegenüber diesen Aktivitäten ist mittelfristig auch nicht an eine Übersetzung ins Deutsche zu denken.

Forschungsbedarf: Es gilt zu klären welche Geschäftsmodelle Kommunen für sich nutzen können und wie die lokale Wirtschaft, Politik und Bürger davon profitieren können: die Kommune als „Prosumer“. Was ist hierzu notwendig? Wie sieht der rechtliche Rahmen dazu aus und wie müsste dieser ggf. angepasst werden?

Zwei **Risiken** werden besonders deutlich:

1. Kommunen verpassen die Anpassung an technische Möglichkeiten, werden für Bürger weniger attraktiv.
2. Kommunen sind Technologieanbietern ausgesetzt, vor allem was die Nutzung der kommunalen Daten betrifft.

7.6 Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich

Die Fusionierung der Informationstechnologie mit vormals analogen Bereichen, erfordert – wie bereits im Vorwort vermerkt – eine holistische Betrachtung und setzt eine stärkere Interaktion zwischen Technologieanbieter (Industrie / Supply) und Nutzer (Kommune / Demand) voraus. Diese neuen Verknüpfungen erzwingen auch neue **Herausforderungen** in der Organisation von Schnittstellen, fachlichen Zuständigkeiten und ressortübergreifender Kommunikation. Darüber hinaus gilt es jedoch auch, die Interaktionen innerhalb der kommunalen Verwaltung, d.h. zwischen verschiedenen Ressorts besser zu koordinieren, bzw. so zu koordinieren, dass Entscheidungsprozesse nicht nach dem Prinzip „jeder für sich“ getroffen werden. Der Blick über den Tellerrand wird umso wichtiger, je größer die Anzahl der betroffenen Bereiche.

Diese Vielzahl an Akteuren und Interaktionsmodellen, bringt die Kommunen in eine geänderte Handlungsrolle. Die bisherigen Prozesse und Entscheidungsrollen werden zwangsläufig einen Wandel erfahren. In diesem Zusammenhang ist der Staat auch nicht notwendigerweise mehr der zentrale Akteur, der die Handlungen per Gesetzgebung Top-Down bestimmt. Vielmehr gilt es, ähnlich wie die Akteure aus Zivilgesellschaft und Wirtschaft, Ziele in vernetzten Prozessen und mit partizipativen Ansätzen zu

definieren und zu erreichen. Hierzu liegt kein Erfolgsrezept vor; auch kann dieser Bericht nicht als Anleitung herangezogen werden. Aus den zahlreichen Gesprächen die sich im Rahmen dieser Studie (und auch im unmittelbaren Umfeld) ergaben, wurde jedoch ersichtlich, dass dieser neue, multidisziplinäre Ansatz von „Governance“ nicht kurzfristig gestartet und fehlerfrei gelebt werden kann.

Dieser neue Interaktionsprozess, bei dem alle teilnehmenden Akteure aus diversen beruflichen und organisatorischen Hintergründen ihre Interessen, Spielregeln, Handlungsrahmen austarieren (gerne auch als „Multi-Stakeholderprozess“ bezeichnet), wird Zeit in Anspruch nehmen und erfordert ein neues Verständnis von Verantwortung.

7.6.1 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder

Die hier vorliegende Recherche ist komplex und daher unvollständig. Dennoch muss im Kontext der „**Handlungsempfehlungen**“ deutlich darauf hingewiesen werden, dass bei der digitalen Transformation des öffentlichen Raumes das Prinzip Hoffnung nicht mit der Gesamtverantwortung beaufschlagt wird. Die Kombination aus Kostendruck, internationalem Wettbewerb und einem neuen (online-) Konsumverhalten ruft neue soziale und damit auch ökologische Herausforderungen hervor die nur bedingt technologisch gelöst werden können. Bund und Länder müssen organisatorische Hilfestellungen leisten, die sich herunter gebrochen auf die einzelnen Akteure wohl auch ressourcentechnisch äußern muss. Pilotprojekte unterstützt durch eine kompetente Begleitforschung können hier eine große Hilfe darstellen um unter kontrollierten Bedingungen Erfahrungen zu diversen infrastrukturellen Neuerungen und organisatorischen (interdisziplinären) Neuerungen Erfahrungen zu sammeln. Diese Erfahrungen können in ersten Standards dokumentiert und in der Praxis gelebt werden; der Dokumentations-bzw. Standardisierungsprozess ist jedoch ressourcenaufwändig und somit für viele ExpertInnen aus Kommunen nicht tragbar. Bevor der regulatorische Rahmen gesetzt werden kann, müssen Erfahrungen in interdisziplinären Kooperationen jedoch gesammelt, analysiert, verbessert und wiederholt getestet werden. Eine **Herausforderung** wird es sein, diese Erfahrungsprozesse anzustoßen und eine Fehlerkultur zu leben, die nicht jedes Problem zum Scheitern des Projekts verurteilt.

Die Forschungsbedarfe bestehen eindeutig beim Umgang mit diesen komplexen Abstimmungsverfahren. Welche Organisationen/Expertisen müssen sich wie miteinander abstimmen um ein gemeinsames Ziel zu erreichen, keine Wettbewerbsverzerrung einschleichen zu lassen, ökologisch sinnvoll, inklusiv und nachhaltig zu handeln.

Das Risiko des unsystematischen Handelns (Prinzip Hoffnung) besteht darin, dass Einzellösungen proprietär gelebt und nicht verbreitet werden.

7.6.2 Handlungsempfehlungen an städtische Akteure

Die kommunalen, operativen Dienstleistungen sind über viele Jahre im Rahmen der Daseinsvorsorge etabliert: teils in Monopolstrukturen (Trinkwasserversorgung), teils in quasi-wettbewerblichen Strukturen (kommunale Abfallwirtschaft/private Abfallwirtschaft). Damit ist auch dem grundgesetzlichen Auftrag nach Entsorgungssicherheit und Aufrechterhaltung hygienischer Verhältnisse in den Kommunen Rechnung getragen. Den Kommunen ist es aufgrund der Gemeindeordnungen der Länder untersagt, mit eigenen Unternehmen der Abfallwirtschaft in einen echten Wettbewerb auf dem privaten Entsorgungsmarkt mitzuwirken. Mit Blick auf die bereits neu entstandenen (disruptiven) Geschäftsmodelle in vormalig innovationsträgen Branchen scheint es nur eine Frage der Zeit bis die digitale Transformation den privaten Entsorgungsmarkt nachhaltig verändert.

Ein relativ neuer **Akteur** in der nationalen Diskussion zur digitalen Transformation ist der Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU) und deren Mitgliedsunternehmen. Auch hier werden digitale Komponenten in den Bereichen Abfall- und Wasserwirtschaft untersucht und der Verband sieht nach eigenen Angaben die Möglichkeit, dass die digitale Transformation die Weichen für eine smarte Was-

serwirtschaft der Zukunft stellen wird. Diese Untersuchung stellt eine dringend notwendige **Maßnahme** dar, deren Ergebnis auch mit den kommunalen Spitzenverbänden diskutiert werden muss. Man erwartet Effizienzgewinne und ein besseres Erfüllen der Kundenerwartungen, weil Branchengrenzen verschwimmen und **neue Akteure** ins Umfeld der städtischen Akteure aufgenommen werden, die jedoch auch das etablierte Model der Wasserver- und Abwasserentsorgung herausfordern können. Bei einer Umfrage die der Verband innerhalb seiner Mitglieder durchführte, hat sich gezeigt, dass die Chancen der Digitalisierung vor allem im Bereich der Prozessoptimierung und der Verbesserung des Daten- und Schnittstellenmanagements gesehen werden. Hier hält der digitale Wandel in der Praxis bereits heute vielfältig Einzug, beispielsweise durch intelligente Netzsteuerung oder die Automatisierung von Leitstellen. Doch werden auch genau an diesen Stellen die **Herausforderungen** liegen. Die Kompetenz der Wasserver- und Abwasserentsorgung, sowie der Abfallentsorgung mit den Möglichkeiten intelligenter Technologien zu verknüpfen. In diesem zunehmend digitalen Umfeld steigen automatisch die **Anforderungen** an IT-Sicherheit und Datenschutz. Die Bürger*innen müssen sich darauf verlassen können, dass die Systeme auch unter den neuen Rahmenbedingungen zuverlässig und im Rahmen der DSGVO funktionieren und die Infrastruktur nicht zum Ziel von IT-Angriffen wird. Die genaue Darstellung dieser Komplexität und den damit verbundenen **Risiken** übersteigt diesen Bericht und lässt sich nicht ausführlich darstellen.

Es sei jedoch noch angemerkt, dass sich durch die Digitalisierung die Anforderungen an die Personalqualifikation verändern. Auch ist im weitesten Sinne der Bund in die Maßnahmen einzubeziehen, denn es bedarf geeigneter Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme, die ebenfalls aus der vertikalen Struktur in eine breitere, interdisziplinäre Ausbildung überführt werden müssen.

Und schließlich bringt die Digitalisierung eine Art *Gamification* der Dienstleistung dem Kunden bzw. Endverbraucher ein ganzes Stück näher. Für städtische Akteure könnte dies zum zentralen Motivator werden, was jedoch in Übereinklang mit den üblichen Anforderungen an Infrastruktur, Organisationen sowie kosten-, umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Faktoren gebracht werden muss.

7.6.3 Handlungsempfehlungen an Kommunen

Generell besteht bei diesem Ansatz die Gefahr des Verhebens. Immer wieder wurde in ExpertInneninterviews die These geäußert, es „langsam angehen zu lassen“; Eine zentrale **Empfehlung** an Kommunen ist das Setzen konkreter, überschaubarer Ziele (z.B. Digitalisierung des Parkens; Multifunktionale Beleuchtung; Bike-sharing Konzepte, etc.) und dringend verhindern, zu viele Dinge auf einmal anzustoßen. Kommunen sollten mit einer Auswahl interessierter örtlich/regionaler Vertreter (IT-Unternehmen, Start-ups, Beratung, Forschungseinrichtungen, Spitzenverbände) die Gegebenheiten vor Ort in Form eines Themen-, Projekt- und Stakeholder-Mapping skizziert erfassen einen ersten groben Zielrahmen setzen. Wichtig dabei ist die Unterstützung durch die obersten Führungsspitzen und die integrierte Bearbeitung innerhalb der Kommunalverwaltung.

Auch wenn **standardisierte Prozesse** in weiter Ferne liegen, ist es hier denkbar, ein schematisches Vorgehen zu erstellen, welches in diversen Kommunen in iterativen Schleifen zum Erfolg geführt hat. Dies kann den Charakter eines Leitfadens haben, der den Beteiligten als Leitfaden an die Hand gegeben wird, wenn ähnliche Veränderungsprozesse / Multi-Stakeholderprozesse von einer Kommune auf eine andere übertragen werden soll. Wer muss mit Wem sprechen? Wer hat welche Rollen/Verantwortungen? Welche Freigaben sind einzuholen? Welche Zeiträume sind vorzusehen? Das Standardisierungsprojekt **DIN SPEC 91387** möchte den Kommunen einen ersten Leitfaden an die Hand geben und muss als lebendes Dokument verstanden werden, was anhand der Erfahrungen der Kommunen Anknüpfungspunkte aufdecken um regelmäßig weiterentwickelt werden soll und somit sich parallel zum Prozess in der Praxis weiterentwickelt.

Forschungsseitig wäre besonders interessant, neue Strukturen und Abstimmungsprozesse interdisziplinär zu erproben.

Es besteht das **Risiko** des „Zuviel auf einmal“. Unabhängig von der Größe einer Kommune wurde von diversen ExpertInnen – vor allem aus dem kommunalen Bereich – die Empfehlung und Warnung ausgesprochen mehr als einen Bereich in die digitale Transformation zu begleiten. Beispielhaft für eine positive Umsetzung sei hier die Klimastraße Köln genannt, die der Anstoß zu diversen weiteren Smart City Aktionen war. Ein weiteres Erfolgsbeispiel ist die Stadt Bad Hersfeld, die sich auf die Infrastrukturlinien Signallichtanlagen und Parkraummanagement konzentriert hat und damit zeitnah das praktische Zusammenspiel diverser Organisationseinheiten und Unternehmen präsentieren konnte um sich darauf aufbauen anschließend auf komplexere Zusammenhänge konzentrieren zu können.

7.7 Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten

Die Vision der Smart City ist von zunehmender Durchdringung allgegenwärtiger Technologie und Messsensorik in städtischer Infrastruktur auf der einen- und einer innovativen, kreativen und nachhaltigen Wirtschaftsweise auf der anderen Seite gekennzeichnet. Diese Durchdringung städtischer Infrastruktur stellt gewissermaßen die Grundlage für die Generation großer Datenmengen („big data“) dar, welche Informationen für nahezu alle Bereiche unseres Lebens, bzw. unserer Umwelt bereitstellen kann – hierzu gehören beispielsweise Echtzeitinformationen zum Mobilitäts- und Kaufverhalten der BürgerInnen, sowie zu deren Lebensgewohnheiten und Sozialverhalten. Allerdings gehören hierzu ebenso Umweltdaten, welche für das Monitoring von Umweltindikatoren verwendet werden können (Bsp. Meteorologische Daten, Daten zu Emissionen und Ressourcenverbrauch, zur biologischen Vielfalt, sowie zur Luft- und Lärmverschmutzung). Erst die Integration und Aufbereitung dieser Daten für bestimmte Anwendungen und Dienstleistungen, oft in Form von sogenannten cloudbasierten Diensten, schafft den erhofften Mehrwert und ist das, was allgemein unter dem Begriff „Internet der Dinge“ verstanden wird.

Der größte Hebel für Veränderung durch die Digitalisierung ist der, der Effizienzgewinne. Über diesen lassen sich Zeit und Ressourcen einsparen, was letztlich in größeren gesellschaftlichen Wohlstand münden soll. Außerdem kann eine zunehmende gesellschaftliche Digitalisierung zu mehr Demokratie, Partizipation und sozialer Kohäsion führen. Abgesehen von den versprochenen Effizienzgewinnen, welche letztlich auch in engem Zusammenhang zu einem verbesserten Umwelt- und Klimaschutz stehen, sind die „Nebenwirkungen“ der Digitalisierung unvorhersehbar. Es ist davon auszugehen, dass Digitalisierung ungeahnte Konsequenzen für das politische System, das gesellschaftliche Zusammenleben und letztlich unser Verhältnis zur Umwelt haben wird. Es besteht die Gefahr einer asymmetrischen Machtverteilung. Diese wirft Fragen, etwa zur Definitionsgewalt, Zugang, Kontrolle und (Daten)Sicherheit, auf. Welche Akteure leiten diesen Prozess? Welche neuen Gesellschaftsformen hängen mit der Smart City zusammen und wer definiert diese? Wer hat Zugang und wie wird dieser sichergestellt? Wer kontrolliert den Digitalisierungsprozess – und wie viel Kontrolle ist nötig?

Es stellt sich des Weiteren die Frage, wer die Antworten auf diese grundlegenden Fragen entwickeln soll – die Europäische Kommission, der Bund, die Bundesländer, städtische Akteure, Kommunen, oder nationale und internationalen Datenkonzerne wie Google und andere? Die naheliegende Antwort lautet: Alle. Um diesen multidimensionalen, multi-prozessualen Vorgang aktiv zu gestalten, bedarf es zunächst einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten, welche von allen Akteuren gemeinsam zu treffen ist. Rabari und Storber (2015) beschreiben die Digitalisierung metaphorisch mit dem Begriff der *digital skin*, welcher anschaulich die Unmittelbarkeit und Nähe dieses Themas zur menschlichen Existenz verdeutlicht. Bei einem so wichtigen Thema, wie dem sich „Aneignen einer neuen Haut“, sollte keiner der Beteiligten Akteure auf der Zuschauertribüne landen. Als Beitrag, bzw. Anstoß in diese Richtung, sind im Folgenden einige Handlungsempfehlungen an die verschiedenen Akteure (Bund/Länder, städtische Akteure und Kommunen) zusammengestellt, welche als Resultat aus dem ExpertInnenbeteiligungsprozess in dieser Studie hervorgegangen sind.

7.7.1 Handlungsempfehlungen für Bund/Länder

Im Vordergrund der empfohlenen **Maßnahmen** auf Bundes- und Länderebene steht die Entwicklung einer Daten-Governancestruktur zur akteursübergreifenden Nutzung von Daten (als Teil einer Digitalisierungsstrategie, sowie der IKT als Daseinsvorsorge). In dieser sollte ein Regelwerk zur Verknüpfung von Datensammlung und Umweltrelevanz (Nachhaltigkeitsziele) enthalten sein. Außerdem muss sichergestellt werden, dass gesammelte Daten für ein Monitoring von nationalen- und internationalen Umwelt- und Klimazielen verwendet werden können (Stichwort: Harmonisierung und *multi-level governance*).

Diese Governancestruktur sollte unter teilweiser **Einbeziehung von Kommunen und städtischen Akteuren** entwickelt werden. Hier gilt vor allem, die Erfahrungen von städtischen Akteuren, sowie deren Sichtweisen und konkrete, infrastrukturbezogene Expertise mit einzubeziehen. Als Anknüpfungspunkte an **internationale Nachhaltigkeitsziele** sind hier unter anderem die UN *Sustainable Development Goals* Nummer 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, der Nationale Klimaschutzplan 2050, das EU Kreislaufwirtschaftspaket, sowie die EU Urban Agenda zu nennen.

Die Entwicklung einer Daten-Governancestruktur könnte in Form einer DIN SPEC oder Norm erfolgen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass eine solche Struktur von einem heterogen zusammengesetzten ExpertInnenkreis in einem neutral moderierten Umfeld erstellt wird.

Damit die Harmonisierung von Daten erfolgreich umgesetzt werden kann, um die Daten auf verschiedenen Ebenen auswerten zu können, bedarf es der Definition und Entwicklung neuer **Normen und Standards**.

Eine zentrale **Herausforderung** für die Umsetzung der genannten Maßnahmen, stellt die komplexe internationale Akteurslandschaft dar. Hier könnte es sich als schwierig erweisen, Regulationsbestrebungen hinreichend zu verwirklichen, wenn diese als gesellschaftlich dienlich erachtet werden. Der Bund muss hier eine Balance zwischen Begrenzung und dem Nutzen von Daten erfolgreich leisten um strategische Rahmenbedingungen für die Kommunen und andere Akteure zu setzen. Für die Harmonisierung von Daten sind Normen notwendig, welche unter Einbindung verschiedener Akteure erstellt werden, um alle relevanten Bedürfnisse mit zu berücksichtigen. Hierzu müssen *multi-level-governance* Strukturen geschaffen werden um sicherzustellen, dass lokale Ziele und das entsprechende Monitoring auf regionale, nationale und globale Ziele, ausgerichtet sind und miteinander arbeiten. Ansonsten, besteht das **Risiko** von Datenmissbrauch, gesellschaftlicher Fehlentwicklungen und undemokratischen Strukturen.

7.7.2 Handlungsempfehlungen an städtische Akteure

In Zusammenhang mit dem Thema der Datennutzung und -bereitstellung sollten städtische Akteure in erster Linie die Infrastruktur für die Sammlung von Daten bereitstellen sowie digitale Infrastrukturelemente in bestehende Infrastrukturen integrieren – sowohl zur Steuerung dieser Strukturen, als auch zur Nutzung von digitalen Diensten und zur Datensammlung. Außerdem sollten Wissen und Expertise verschiedener Akteure zusammengeführt und Rückkoppelung und Feedbackmechanismen etabliert werden. Positive Umweltwirkungen müssen sichtbar gemacht werden. Zudem sollten neue Geschäftsmodelle (Mehrwertdienste) entwickelt und angeboten werden.

Andere Akteure sind, wo sinnvoll, einzubinden. Insbesondere im Bereich der Kompetenzentwicklung zum Thema Daten und Datennutzung, wäre es von Vorteil kommunale Akteure mit einzubeziehen um deren Bedürfnisse abzubilden. **Anknüpfungspunkte an internationale Nachhaltigkeitsziele** sind für Kommunen ähnlich wie für den Bund, wobei hier besonders die SDG 6 und 11, sowie die EU Urban Agenda hervorzuheben ist.

Damit die städtischen Akteure von der Expertise und dem Wissen anderer ExpertInnen profitieren können, wird die aktive Mitarbeit in den Arbeitsausschüssen und Gremien der **Normungsorganisationen** empfohlen. Die Diskussion neuer Geschäftsmodelle sollte zudem auf ExpertInnenebene erfolgen. Die Inanspruchnahme der neutralen Moderation einer solchen Diskussion um neue Geschäftsmodelle durch eine Normungsorganisation erhöht die offene Gesprächsbereitschaft vieler Stakeholder. **Herausforderungen** für eine erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen, könnten u. A. mögliche hohe kapitale Investitionskosten (Investitionen müssen deshalb auch finanzielle Effizienzgewinne mit sich bringen – nicht nur der Bereitstellung von umweltrelevanten Daten dienen). Außerdem könnte die infrastrukturelle Beschaffenheit im Einzelfall die Umsetzung erschweren. Es fehlen entsprechende Plattformen, sowie Prozesse, um einen *multi-level governance* Prozess anzustoßen, d.h. Kommunen und Bund/Länder zusammen zu bringen. Hier besteht das **Risiko**, dass entsprechenden Umweltdaten fehlen und somit mögliche Effizienzgewinne nicht ausgeschöpft werden können. Außerdem kann es zu einer ineffizienten Steuerung des Themas Datenbeschaffung- und Bereitstellung kommen.

7.7.3 Handlungsempfehlungen an Kommunen

Empfohlene **Maßnahmen** an Kommunen wurden wie folgt identifiziert: Kompetenzentwicklung für Stadträte, Systemgrenzen für die Datensammlung klären (Verantwortlichkeiten klären), sowie vermehrt digitale Dienste anbieten. **Andere Akteure** sollten, wo sinnvoll, mit eingebunden werden. Insbesondere im Bereich der Kompetenzentwicklung zu den Themen Daten und Datennutzung, wäre es von Vorteil die Expertise städtischer Akteure zu nutzen. **Anknüpfungspunkte an internationale Nachhaltigkeitsziele** sind für Kommunen ähnlich wie für den Bund, wobei hier besonders die SDG 11, sowie die EU Urban Agenda hervorzuheben sind.

Da sich diese Handlungsempfehlungen vornehmlich auf interne Prozesse und die Gestaltung kommunaler Strukturen und Verantwortlichkeiten beziehen, liegt bei diesen Handlungsempfehlungen kein unmittelbarer Bezug zur **Normung und Standardisierung** vor.

Herausforderungen bei der Umsetzung sind u. A. mangelnde Finanzierung, mögliche fehlende Kompetenzen auf Bundesebene oder bei städtischen Akteuren und eine (noch) fehlende Digitalisierungsstrategie, welche diesen Aspekt berücksichtigen sollte. Darüber hinaus, erschwert eine komplexe, zunehmend dezentrale, digitale Infrastruktur die Umsetzung (Datensammlung ist oft nicht lokal und folgt selten territorialen Gesetzmäßigkeiten). Außerdem braucht die Umstellung analoger Prozesse auf digitale Dienste in den Kommunen Zeit – auch um Synergien zwischen Systemen zu schaffen.

Forschungsbedarfe bestehen in der Erarbeitung entsprechender Programme, der Festlegung von benötigten Schlüsselkompetenzen und Weiterreichung an den Bund, bzw. an städtische Akteure, sowie im Beforschen der lokalen Datensammlung für ein besseres Verständnis – auch darüber, wo Kommunen Einfluss nehmen können und wo nicht. Es gilt außerdem eine Antwort auf die Frage ob Digitalisierung Daseinsvorsorge darstellt und die entsprechenden Implikationen dieser Antwort, zu entwickeln.

Verpassen Kommunen (auch kleinere Kommunen) den Anschluss an die Digitalisierung, könnte das möglicherweise negative Auswirkungen für den Kompetenzbereich der Kommunen haben – ebenso den Grad der Kontrolle innerhalb der Kommunen über das Thema. Mögliche Effizienzgewinne könnten verloren gehen, bzw. ungenutzt bleiben. Weiteres, könnte eine Diskrepanz kommunaler Dienste mit dem „Rest der Welt“, und den Lebensrealitäten der BürgerInnen entstehen, bzw. würde diese noch deutlicher.

7.8 Forschungsbedarfe: Zusammenfassung

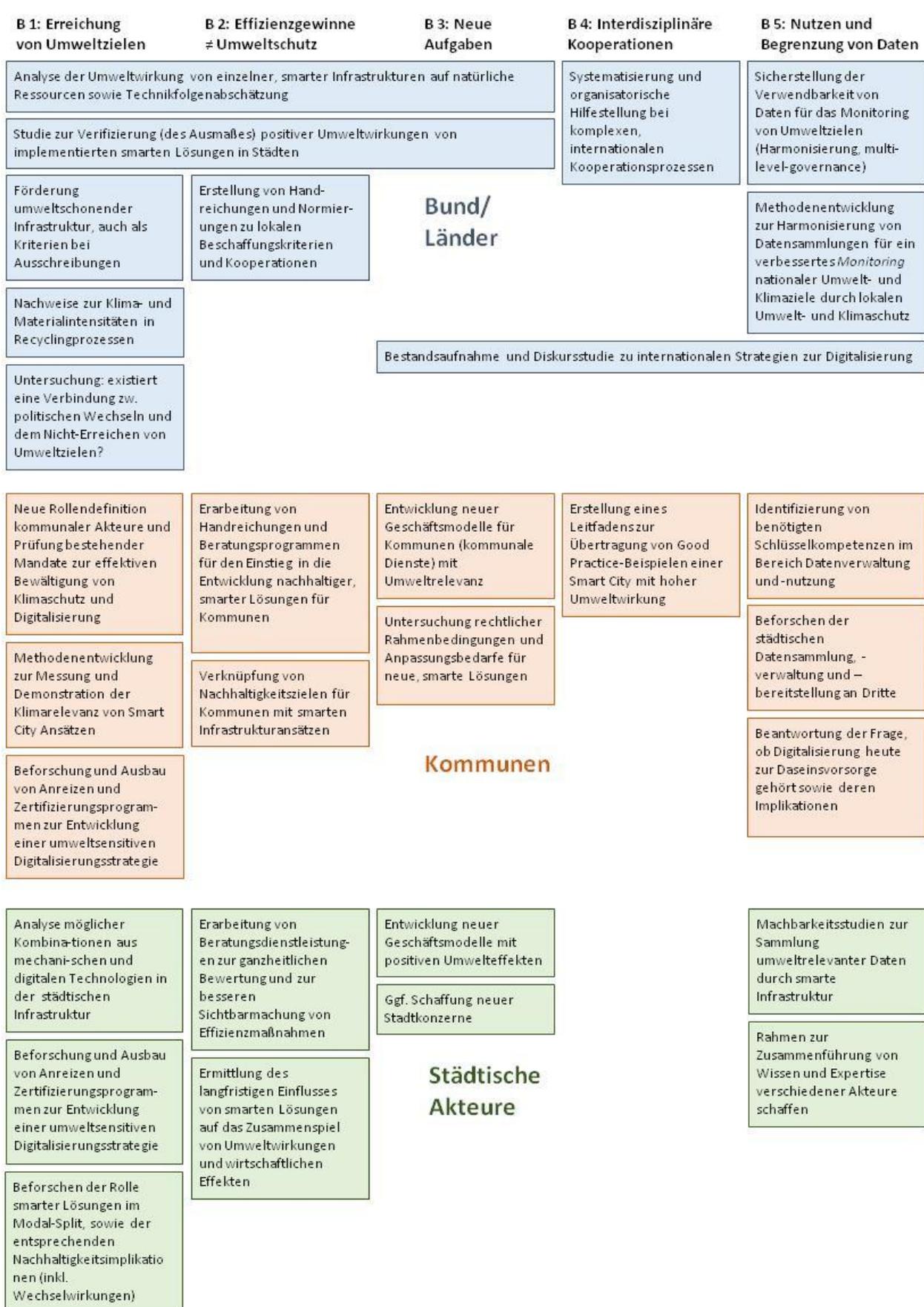
Um die in den Kapiteln 7.3 bis 7.7 vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen umsetzen zu können, bedarf es zunächst der Bearbeitung offener Forschungsfragen. Diese richten sich sowohl an Bund/Länder, an Kommunen als auch an städtische Akteure als jeweiliger Auftraggeber für die Forschung.

Vielfacher Forschungsbedarf besteht in der Ausarbeitung detaillierter Studien zur tatsächlichen Umweltwirkung von smarten Lösungen. Nachweise müssen erbracht werden, ob auch nach ganzheitlicher Betrachtung positive Umwelteffekte auftreten, ob rein wirtschaftliche Ziele verfolgt wurden oder ob gar Digitalisierung um des Digitalisierungs-Willen ohne wirklichen Mehrwert praktiziert wird.

Sehr großer Bedarf existiert darüber hinaus in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Solche werden speziell in Unternehmen händeringend gesucht, um mit der Digitalisierungsentwicklung Schritt zu halten bzw. diese durch innovative Geschäftsmodelle selbst zu beeinflussen. Hierzu zählen selbstverständlich neue Leistungen und Finanzierungsmechanismen, aber letztlich auch die Untersuchung rechtlicher Rahmenbedingungen und Anpassungsbedarfe für neue, smarte Lösungen.

Eine dritte bedeutende Forschungslücke wird in der Erstellung verschiedenster Leitfäden, Handreichungen und Beratungsdienstleistungen gesehen, um städtische Akteure und Kommunen bei der Umsetzung nachhaltiger Smart City-Lösungen zu unterstützen. Diese und weitere Forschungsbedarfe sind nochmals in übersichtlicher Form zusammengefasst.

Abbildung 23: Schematische Darstellung der synthetisierten Forschungsbedarfe entlang der betroffenen Akteure und identifizierten Botschaften (eigene Darstellung, ICLEI Europasekretariat)



8 Schlussfolgerungen

Smarte Infrastrukturen verknüpfen physische Infrastrukturen, etwa im Bereich Transport, Energie, Wasser, Abfall und Telekommunikation, mit digitalen Infrastrukturen. Diese sind heterogen und üben unterschiedliche Funktionen aus. Sensoren, IoT, Netzwerke, BIM/GIS, Big Data und maschinelles Lernen – sind in diesem Zusammenhang Beispiele, welche unter dem Begriff „smart“ zusammengefasst werden können. Ihnen allen ist gemein, dass sie bestimmte gesellschaftliche Bereiche aus einer analogen- in eine digitale Funktionsweise überführen. Dabei findet eine digitale Durchdringung und Integration der genannten Bereiche statt.

In diesem Zusammenhang untersucht die vorliegende Überblicksstudie, ob und, wenn ja, welcher Bedarf für eine Anpassung der Rahmenbedingungen und insbesondere der Normen und technischen Regelwerke besteht, um eben diese umweltrelevanten technischen Infrastrukturen, intelligent und nachhaltig zu gestalten und zu vernetzen.

Zunächst zeigt sich, dass bereits eine Vielzahl an einzelnen Umsetzungsprojekten von Vorreiterstädten im Bereich Smart City existiert. Diese lassen sich zu 18 Lösungsansätzen für technische Infrastrukturen bündeln und wurden hinsichtlich ihrer Haupteffekte auf die Umweltbereiche Wasser, Luft(qualität), Rohstoffe, Klima(stabilität) und Biodiversität bewertet. Weiterhin wurden Trends für zukunftsweisende Infrastrukturlösungen mit Umweltrelevanz identifiziert (z.B. micro-grids, Sektorenkopplung und dreidimensionale Nutzung des Straßenraums). Diese befinden sich noch weit entfernt von der Umsetzungsphase und beschreiben eher zukunftsweisende Infrastrukturlösungen, versprechen jedoch neue Leistungen oder Nutzungsszenarien. Zudem werden mit smarten, digitalen Lösungen für städtische Infrastrukturen große Potentiale verbunden. Speziell bei kritischen Infrastrukturen – also jene, die eine übergreifende Bedeutung für die Aufrechterhaltung zentraler gesellschaftlicher Funktionen innehaben – müssen jedoch bereits in der Entwicklungsphase auch jeweilige Risiken Beachtung finden. Dabei treten hauptsächlich kommunale Risiken (z.B. politische, strategische, marktwirtschaftliche und soziale) sowie Umweltrisiken (z.B. Rohstoffverbrauch, Luft-/Wasserqualität, Klimastabilität) auf.

Die Analyse existierender zukunftsweisender smarterer Infrastrukturen durch die durchgeführte Literaturrecherche und Einbeziehung praxisnaher ExpertInnen zeigen, dass es einer Anpassung der Rahmenbedingungen bedarf, um smarte Infrastruktur nachhaltig zu gestalten. Auf Bundesebene betrifft dies maßgeblich die Entwicklung (oder Anpassung) einer Digitalisierungsstrategie, welche smarte Lösungen mit Umwelt- und Nachhaltigkeitszielen verbindet und so eine Verknüpfung zwischen „smart“ und „Umwelt“ über alle Ebenen hinweg gewährleistet. Für städtische Akteure bedarf es entsprechender Handreichungen und Programme zur Umsetzung, welche wiederum auch maßgeblich in den Prozess eingebunden sein müssen. Für Kommunen schafft eine umweltsensitive Digitalisierung städtischer Infrastruktur neue Aufgaben, welche einerseits durch politische Willensbildung und andererseits durch entsprechende Kompetenzentwicklung bearbeiten lassen, welche aber auch die Frage nach kommunalen Mandaten aufwirft – etwa im Bereich Klimaschutz. Nicht zuletzt, wird im Zuge der Digitalisierung ein Balanceakt zwischen Begrenzung und Nutzung von Daten vollbracht werden müssen, welcher sich dem Einflussbereich der Kommunen nach heutigem Stand der Dinge entzieht. Diese und andere Fragen, müssen mit Beteiligung aller relevanten Verwaltungsebenen, interdisziplinär bearbeitet werden, wofür die notwendigen Foren und Kanäle erst noch geschaffen- bzw. ausgebaut werden müssen.

Viele der in Kapitel 6.3 genannten Risiken treffen gleich auf mehrere Lösungsansätze zu. Die Schnittstelle Digitalisierung und Automatisierung begünstigt immer wieder ähnliche Risiken. So sind Thematiken wie Sicherheitsrisiken durch Cyberattacken allgemein gültig. Die Versorgungssicherheit sowie die Daseinsvorsorge wird durch die Entwicklung von hauptsächlich digitalen, automatisierten und vernetzten Infrastrukturen (Energie, Wasser, Sicherheit, Verkehr, IKT) komplexer, ihre Störung oder

Zerstörung möglicherweise riskanter. Für diese verletzlichen und oft unbeherrschbaren smarten Lösungen muss auch laut Smart City Ansatz und ExpertInnen der Bereiche Stadtentwicklung und Urban Design bedacht werden, dass verstärkt Kaskadeneffekte auftreten werden. Die Abhängigkeit geht dabei soweit, dass Marktmacht durch einzelne Internet- und Technologiekonzerne erlangt werden kann. Ursprünglich liegt die Pflicht der Fürsorge für die Daseinsvorsorge in öffentlich kommunaler Hand. Durch die Abhängigkeit von Konzernen entsteht das Risiko des Lock-in-Effekts.

Dies birgt Angriffsfläche für Datenmissbrauch, was vor allem von Individuen und Schutzinitiativen als Risiko aufgegriffen werden. Die Sammlung und Bereitstellung von großen Datenmengen birgt zudem das soziale Risiko, individuelle Bewegungs- und Konsumprofile erstellen zu können und diese mit den soziokulturellen Merkmalen des Nutzers zu verknüpfen, was einer gewissen Überwachung gleichkommt. Es stellt sich die Frage, wie die Gesellschaft in Zukunft mit einer großen individuellen Durchsichtigkeit umgehen wird.

Gesetzesänderungen können sich so auswirken, dass bestimmten smarten Lösungssystemen der Zugang verweigert wird oder neben zu langsamer Standardisierung auch falsche Rahmenbedingungen für die jeweiligen Ansätze geschaffen werden. Somit besteht ein politisches Risiko für nahezu jeden smarten Lösungsansatz.

Das Ziel der Nachhaltigkeit, welches in erster Linie mit smarten Lösungen und vernetzten Technologien verfolgt wird, ist dabei nicht zwangsläufig durch den digitalen Wandel gegeben, sondern muss auch von einem radikalen Systemwechsel begleitet sein. Die Relation von eingesetzter „grauer“ Energie für Aufbau und Betrieb eines Systems (z.B. Lebenszyklus/Austauschrate/Wartungsintensivität Sensoren) zur Einsparung muss dabei genauso berücksichtigt werden wie das Vermeiden von Rebound-Effekten. Eine eindeutige Definition der Begriffe ist von Vorteil, um „Buzzworte“ wie „Smart City“ nicht automatisch mit Inhalten der Nachhaltigkeit gleichzustellen. Aus diesem Blickwinkel betrachtet, besteht daher für jeden smarten Lösungsansatz auch ein strategisches Risiko.

Für ein funktionierendes Allgemeinwesen ist laut interviewten ExpertInnen eine Zentralstruktur von Nöten, muss jedoch im Einzelfall überdacht werden. Beispielsweise können Ressort- und bereichsübergreifende Finanzierungsmöglichkeiten durch verschiedene Ministerien realisiert werden. So könnte in diesem Fall ein Ausgleich dieser Schieflage zu mehr sozialer Akzeptanz eines Lösungsansatzes führen und das finanzwirtschaftliche Risiko senken.

Die Risikoanalyse der identifizierten Smart City-Lösungsansätze zeigt, dass viele Ansätze in ihrem Grundaussagen neben den vorwiegend wirtschaftlichen Absichten auch einen positiven Umweltwirkung zum Ziel haben. Nichtsdestotrotz müssen vor einer Umsetzung der Ansätze in Städten Einzelfalluntersuchungen erfolgen, ob umwelttechnische und kommunale Risiken auftreten können und welche Folgen daraus bei Eintreten dieser Risiken für Umwelt und Kommune zu erwarten sind.

Die digitale Transformation bzw. die Durchdringung von IT in ehemals analoge Bereiche erfordert ein Umdenken – nicht nur in der Anwendung – sondern auch in der Entwicklung der Technologie und der Entwicklung der technischen Regeln. Die aktuellen Strukturen der Normungsorganisationen erfordern jedoch eine Anpassung an diese interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Kommunen und städtische Akteure können von Normen/Standards im Smart City Kontext profitieren in dem sie: (1) sich direkt an der Entwicklung von Normen/Standards beteiligen und ihre Sicht der Dinge mit Technologieanbietern diskutieren bevor technische Regeln veröffentlicht werden; (2) Bedarfe an Normen/Standards an Technologieanbieter, kommunale Spitzenverbände und Normungsorganisationen kommunizieren und (3) Smart City relevante Standards (vorwiegend nationale) anwenden bei Ausschreibungsprozessen bzw. bei der Implementierung neuer Infrastruktur oder Pilotprojekte, wenn in diesen Bereichen bereits Standards vorliegen. Hierbei kann eine umweltsensitive Digitalisierungsstrategie des Bundes sowohl Kommunen als auch nationalen Technologieanbietern helfen,

hiesige Herausforderungen zu lösen, um letztlich auch den Markt mitzugestalten im Sinne neuer Exportgüter. Insgesamt muss auch die Kommunikation (Informationsübertragung) zu internationalen (und nationalen) Standardisierungsaktivitäten erhöht werden. Ein stärkeres Engagement Deutschlands im internationalen Normungsprozess könnte auch zur Gestaltung internationaler Vorgaben mit ihren Rückwirkungen auf die kommunale Ebene und zur Stärkung der Umweltperspektive im Prozess beitragen. Normen und Standards können Märkte gestalten.

Weiterer Forschungsbedarf besteht daher u. a. in einer detaillierteren, ganzheitlichen Bewertung smarter Lösungsansätze hinsichtlich ihrer Umwelteffekte und ihrer möglichen Nebeneffekte auf die Ressourcen Wasser, Energie, Rohstoffe u.a. Hierzu müssen Methoden entwickelt werden, welche eine einfache und kostengünstige Durchführung ermöglichen, die im Verhältnis zum Produkt stehen, welcher aber andererseits robuste Ergebnisse liefern – eine Herausforderung, die es zu bewältigen gilt, denn nur so kann eine systematische, überprüfbare Verknüpfung von Smart City und Nachhaltigkeit gelingen.

9 Quellenverzeichnis

- AbfklärV - Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost [WWW Document], n.d. URL https://www.gesetze-im-internet.de/abfkl_rv_2017/BJNR346510017.html (accessed 7.30.19).
- Angelidou, M., Psaltoglou, A., Komninos, N., Kakderi, C., Tsarchopoulos, P., Panori, A., 2018. Enhancing sustainable urban development through smart city applications. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-05-2017-0016>
- Berger, S., 2016. Social costs and the psychology of neoclassical economists [WWW Document]. *Policy Implications of Evolutionary and Institutional Economics*. <https://doi.org/10.4324/9781315714257-12>
- Bibri, S.E., 2018. A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society* 38, 758–794. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.032>
- Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P., 2011. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology* 18, 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Clift, R., Sim, S., King, H., Chenoweth, J., Christie, I., Clavreul, J., Mueller, C., Posthuma, L., Boulay, A.-M., Chaplin-Kramer, R., Chatterton, J., DeClerck, F., Druckman, A., France, C., Franco, A., Gerten, D., Goedkoop, M., Hauschild, M., Huijbregts, M., Koellner, T., Lambin, E., Lee, J., Mair, S., Marshall, S., McLachlan, M., Milà i Canals, L., Mitchell, C., Price, E., Rockström, J., Suckling, J., Murphy, R., 2017. The Challenges of Applying Planetary Boundaries as a Basis for Strategic Decision-Making in Companies with Global Supply Chains. *Sustainability* 9, 279. <https://doi.org/10.3390/su9020279>
- DIN, 2014. Deutsche Normungs-Roadmap Smart City.
- DIN e.V., 2015. Deutsche Normungsroadmap – Smart City 32.
- DüMV - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis [WWW Document], n.d. URL https://www.gesetze-im-internet.de/d_mv_2012/ (accessed 7.30.19).
- Europäische Kommission (Ed.), 2012. *Innovating for sustainable growth: a bioeconomy for Europe*. Publ. Off. of the Europ. Union, Luxembourg.
- European Commission, 2016. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Accelerating Europe’s transition to a low-carbon economy.
- European Commission, 2014. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. EC Brussels.
- European Commission, 2011. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050.
- Gabrys, J., 2014. Programming Environments: Environmentality and Citizen Sensing in the Smart City. *Environment and Planning D: Society and Space* 32, 30–48. <https://doi.org/10.1068/d16812>
- Gazzola, P., Del Campo, A.G., Onyango, V., 2019. Going green vs going smart for sustainable development: Quo vadis? *Journal of Cleaner Production* 214, 881–892. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.234>
- Gerhardy, D., n.d. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr 60.
- Hancke, G.P., Silva, B. de C. e, Hancke, J., 2012. The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. *Sensors* 13, 393–425. <https://doi.org/10.3390/s130100393>

- Hielscher, S., Jacobi, N., Kunze, I., Leitner, M., Mandl, S., Schäfer, M., 2017. Governing Community-Based Social Innovation for Climate Change Mitigation and Adaption.
- Jakubowski, D.P., n.d. BBSR-Analysen KOMPAKT 04/2014 16.
- Martin, C.J., Evans, J., Karvonen, A., 2018. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. *Technological Forecasting and Social Change* 133, 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.005>
- Meeus, L., 2011. Smart cities initiative: how to foster a quick transition towards local sustainable energy systems : final report. European Union Centre in Taiwan, Taipei.
- Pauwels, J., Le Viol, I., Azam, C., Valet, N., Julien, J.-F., Bas, Y., Lemarchand, C., Sanchez de Miguel, A., Kerbiriou, C., 2019. Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning. *Landscape and Urban Planning* 183, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.030>
- Rohde, F., Loew, T., 2011. Smart City: Begriff, Charakteristika und Beispiele. Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung. Nummer 7. Wien: Stadtwerke.
- Rommelfanger, H.J., Eickemeier, S.H., 2013. Entscheidungstheorie: Klassische Konzepte und Fuzzy-Erweiterungen. Springer-Verlag.
- Rowse Elizabeth G., Harris Stephen, Jones Gareth, n.d. Effects of dimming light-emitting diode street lights on light-opportunistic and light-averse bats in suburban habitats. *Royal Society Open Science* 5, 180205. <https://doi.org/10.1098/rsos.180205>
- Schweitzer, E., 2015. Smart Cities International: Strategien, Strukturen und Pilotvorhaben, Stand Dezember 2015. ed. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn.
- Shove, E., 2010. Beyond the ABC: Climate Change Policy and Theories of Social Change. *Environment and Planning A* 42, 1273–1285. <https://doi.org/10.1068/a42282>
- Silva, B.N., Khan, M., Han, K., 2018. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society* 38, 697–713. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053>
- Smart City Sustainability Framework and Gamification [WWW Document], n.d. URL <https://www.linkedin.com/pulse/smart-city-sustainability-framework-gamification-arup-j-paul> (accessed 7.30.19).
- Spurling, N.J., McMeekin, A., Southerton, D., Shove, E.A., Welch, D., 2013. Interventions in practice: reframing policy approaches to consumer behaviour. Sustainable Practices Research Group.
- Trapp, J.H., n.d. Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest 462.
- UNEP (Ed.), 2011. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. Kenya, UNEP.
- United Nations, 2016. Sustainable Development Goals.

10 ANNEX

ANNEX A: Projektliste zu Kapitel 2

Projekte Köln Quellen:

K1	https://smartcitysite.wordpress.com/category/cities/
K2	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/celsius.html
K3	http://www.grow-smarter.eu/fileadmin/editor-upload/12Solutions/Factsheets/Cologne/Solution_8_Urban_TRAFFIC_Cologne.pdf
K4	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/kvb-fahrradleihsystem.html
K5	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/index.php/kvb-fahrradleihsystem.html
K6	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/gruene-reifen-lanxess.html
K7	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/DHL.html
K8	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/ladestation-fuer-elektroautos-und-fahrraeder.html
K9	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/fahrradschnellweg.html
K10	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/led-beleuchtung.html
K11	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/landstrom.html
K12	http://www.grow-smarter.eu/fileadmin/editor-upload/12Solutions/Factsheets/Cologne/Solution_8_Urban_CockPit_Cologne.pdf
K13	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/energiemanagement.html
K14	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/waermesanierung.html
K15	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/energieverbrauchsmessung-und-darstellung-im-bezirksrathaus.html
K16	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/innovative-energieversorgung-fuer-kita.html
K17	http://www.smartcity-cologne.de/index.php/suerther-feld.html

Projekte Wien Quellen:

W1	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/bauen-wohnen/heat-re-use-vienna/
W2	https://www.wien.gv.at/wienwasser/versorgung/kraftwerke/wienerberg.html
W3	http://www.smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/sondierung-aspersn/
W4	https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/europan/europan12.html
W5	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/verkehr-stadtentwicklung/wiener-linien-schicken-energiespar-bim-auf-die-strecke/

W6	https://anachb.vor.at/bin/query.exe/dn?L=vs_voranachb
W7	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/verkehr-stadtentwicklung/e-taxis/
W8	https://smartcity.wien.gv.at/site/citybike-wien/
W9	https://smartcity.wien.gv.at/site/e-mobility-on-demand/
W10	https://smartcity.wien.gv.at/site/co2-neutrale-post/
W11	https://smartcity.wien.gv.at/site/led-strassenbeleuchtung/
W12	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/umwelt-klimaschutz/eos-energie-aus-klaerschlam/
W13	https://smartcity.wien.gv.at/site/photovoltaik-dachgarten/
W14	https://smartcity.wien.gv.at/site/hochbauten-als-wertstoffquelle/
W15	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/umwelt-klimaschutz/ma-48-mist-app/
W16	https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/politik-verwaltung-ikt/virtuelles-amt/
W17	https://smartcity.wien.gv.at/site/optihubs/
W18	https://smartcity.wien.gv.at/site/wiener-modell-zur-versickerung-von-strassenwaessern-von-ma28-gewinnt-wiener-ingenieurpreis-2016/

Projekte Amsterdam: Quellen

A1	https://amsterdamsmartcity.com/projects/city-zen-virtual-power-plant
A2	https://amsterdamsmartcity.com/projects/city-zen-comfort-cooling-residential-buildings-in-houthaven-district
A3	https://amsterdamsmartcity.com/projects/usage-of-smart-cooling-and-heating-systems-for-pharmaceutical-processes-rc01jgzv
A4	https://amsterdamsmartcity.com/projects/dispatch-and-trading-tool-in-port-of-amsterdam
A5	https://amsterdamsmartcity.com/projects/vehicle2grid
A6	http://www.intelligent-cities.net/Beispiel/37/NachstungeinerStraemitintelligentenGertenAmsterdamNiederlande.html
A7	https://amsterdamsmartcity.com/projects/toogethr
A8	https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-flow
A9	https://amsterdamsmartcity.com/projects/e-mobility-city-logistics
A10	https://amsterdamsmartcity.com/projects/biogasboot
A11	https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-port-port-of-amsterdam
A12	https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-shipping-traffic
A13	https://amsterdamsmartcity.com/projects/commercial-waste-in-the-inner-city
A14	https://amsterdamsmartcity.com/projects/re-organise
A15	https://amsterdamsmartcity.com/projects/neighbourhood-bio-refinery--producing-nutrients-a
A16	https://amsterdamsmartcity.com/projects/power-to-protein
A17	https://amsterdamsmartcity.com/projects/circle-scan-amsterdam
A18	https://amsterdamsmartcity.com/projects/rooftop-revolution
A19	https://amsterdamsmartcity.com/projects/amsterdam-rainproof
A20	https://amsterdamsmartcity.com/projects/amsterdecks

ANNEX C: Potenziell einzubeziehende Dokumente bei der Implementierung von SC-Lösungen

Dokumentnummer	Titel
ISO 37100	Nachhaltige Städte und Kommunen - Terminologie
ISO 37106	Nachhaltige Städte und Kommunen - Leitfaden zur Festlegung von Strategien für intelligente Städte und Kommunen
ISO 37120	Nachhaltige Entwicklung von Kommunen - Indikatoren für städtische Dienstleistungen und Lebensqualität

DIN EN ISO 14001	Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
DIN EN ISO 14004	Umweltmanagementsysteme - Allgemeine Leitlinien zur Verwirklichung
ISO 14005	Umweltmanagementsysteme - Anleitung für eine phasenweise Einführung eines Umweltmanagementsystems - Unter Einbeziehung der Umweltleistungsbeurteilung
DIN EN ISO 14006	Umweltmanagementsysteme - Leitlinien zur Berücksichtigung umweltverträglicher Produktgestaltung
DIN EN ISO 14015	Umweltmanagement - Umweltbewertung von Standorten und Organisationen
DIN EN ISO 14020	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Allgemeine Grundsätze
ISO 14021	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II)
DIN EN ISO 14024	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltkennzeichnung Typ I - Grundsätze und Verfahren
DIN EN ISO 14025	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren
ISO 14026	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien für die Kommunikation von "Footprint"-Informationen
DIN EN ISO 14031	Umweltmanagement - Umweltleistungsbewertung - Leitlinien
ISO 14034	Umweltmanagement - Verifizierung von Umwelttechnologie (ETV)
DIN EN ISO 14040	Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen
DIN EN ISO 14044	Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen
DIN EN ISO 14045	Umweltmanagement - Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen - Prinzipien, Anforderungen und Leitlinien
DIN EN ISO 14046	Umweltmanagement - Wasser-Fußabdruck - Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien
DIN EN ISO 14050	Umweltmanagement - Begriffe
DIN EN ISO 14051	Umweltmanagement - Materialflusskostenrechnung - Allgemeine Rahmenbedingungen
DIN EN ISO 14063	Umweltmanagement - Umweltkommunikation - Anleitungen und Beispiele
DIN EN ISO 14065	Treibhausgase - Anforderungen an Validierungs- und Verifizierungsstellen für Treibhausgase zur Anwendung bei der Akkreditierung oder anderen Formen der Anerkennung

DIN EN ISO 14064-1	Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene
DIN EN ISO 14064-2	Treibhausgase - Teil 2: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung, Überwachung und Berichterstattung von Reduktionen der Treibhausgasemissionen oder Steigerungen des Entzugs von Treibhausgasen auf Projektebene
DIN EN ISO 14064-3	Treibhausgase - Teil 3: Spezifikation mit Anleitung zur Validierung und Verifizierung von Erklärungen über Treibhausgase
ISO 14080	Management von Treibhausgasen und zugehörige Tätigkeiten - Grundsätze und Prinzipien für Entwickler von Methoden hinsichtlich klimarelevanter Maßnahmen

ISO 37101	Nachhaltige Entwicklung von Kommunen - Managementsystem - Anforderungen mit Anleitung für die Widerstandsfähigkeit und Intelligenz
ISO 37153	Intelligente Kommunikationsinfrastrukturen - Reifegradmodell für Bewertung und Verbesserung
ISO 37154	Intelligente kommunale Infrastrukturen - Best-Practice-Leitfaden für den Transport
ISO 37157	Intelligente kommunale Infrastrukturen - Intelligenter Transport für kompakte Städte

ANNEX D: Maßnahmenliste zu Kapitel 7

Botschaft: Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen

Akteur: Bund/Länder

Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Entwicklung Digitalisierungsstrategie und Rahmens zur Smart City	Ja	Kommunen und städtische Akteure	EU Urban Agenda; SDG 9; Klimaschutzplan 2050		Divergierende Interessen ; fehlende Studien; intern. Unternehmen	Umweltrelevanz einzelner smarterer Infrastrukturen beforschen	Kontrollverlust seitens der Politik über das Thema
Sicherstellen von Umweltkriterien in der Digitalisierungsstrategie	Ja	Städtische Akteure und Kommunen	EU Urban Agenda, SDG 9, Klimaschutzplan; Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt; Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030		Beweislage noch schwierig; interministerielle Kooperation	Studien entlang der Verknüpfung von Umwelt und Digitalisierung	Digitalisierung und SC, könnten nicht für den Umweltschutz genutzt werden
Öffentliche Ausschreibungen (Beschaffung) zur Smart City Lösungen mit Nachhaltigkeitskriterien verknüpfen	Ja	Kommunen	EU Urban Agenda; EU Bioeconomy Strategy (2011); Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030; Klimaschutzplan 2050		Schlechte Beweislage (z.B. bei bio-basierten Produkten)	Gute Beispiele; Forschung zu Wirkungsgraden (Einsparungen) entsprechender Beschaffungskriterien;	Öffentliche Beschaffung ist mächtiges Marktinstrument und dessen Nichtnutzung ist fatal für den Umwelt- und Klimaschutz

Fördertöpfe für smarte, umweltrelevante Infrastruktur schaffen	Nein		EU Urban Agenda; EU Bioeconomy Strategy (2011); Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030; Klimaschutzplan 2050		Budgetverhandlungen; unterschiedliche Interessen	Alternative- oder neue Finanzierungsmechanismen beforschen (Bsp. Ökosteuer (?))	Digitalisierung würde allein von Marktakteuren betrieben; öffentliche Güter würden nicht berücksichtigt
Informations- und Bewusstseinsarbeit für Nachhaltigkeitsziele und Smart City leisten	Nein	Kommunen und städtische Akteure	EU Urban Agenda; EU Bioeconomy Strategy (2011); Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030; Klimaschutzplan 2050				

Botschaft: Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen

Akteur: Städtische Akteure

Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Eigene Struktur auf Digitalisierungsstrategie ausrichten	Nein	Bund	EU Urban Agenda, SDGs 11, 12, 13		Erschwerende Organisationsstruktur; unklare Zuständigkeiten	Synergie mechanischer- und digitaler Technologien mit städtischer Infrastruktur beforschen	Implementierung der Digitalisierungsstrategie blendet Umweltaspekte aus

Entkoppelung von politischen Entscheidungsträgern	Ja Nein				Erschwerende Strukturen	Verbindung zw. politischem Wechsel und Erreichen von Umweltzielen beforschen	Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie und unterbrochen
Politischen Druck zur Innovation (Energiewende) nutzen	Nein	Bund und Kommunen	EU Energy Union, nationales Klimaschutzkonzept; SDG 11 13		Fehlende Finanzierung	?	Energiewende gelingt nicht, oder schreitet nur langsam voran
ISO Standards (37101 und 14001) anwenden	Ja		Klimaschutzplan 2050		Bestehende Strukturen; fehlende Handreichung	Beforschen von Anreizen und Zertifizierungsprogrammen	
Beteiligung bei der Gestaltung der Digitalisierungsstrategie	Nein	Bund und Kommunen	EU Urban Agenda; SDG 9		Fehlende Plattformen für den Austausch; mangelnde Einbindung		Infrastrukturelle Aspekte der SC unterbeleuchtet
Förderung von Studien zur Umweltrelevanz- und Kosten der SC	Nein	Ggf. Bund	HORIZON 2020; Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030; Klimaschutzplan 2050; EU Urban Agenda; SDG 9		Finanzierung; Interessenskonflikte; Unabhängigkeit		Ökobilanzen zur Etablierung des Nexus digitaler Infrastruktur und Umweltfaktoren

Botschaft: Smarte Infrastrukturen können zur Erreichung von Umweltzielen beitragen							
Akteur: Kommunen							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Weitere Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Umwelt- und Klimaschutz betreiben	Ja	Bund/Länder, städtische Akteure	EU, UNFCCC, Talanoa Dialogue, SDGs (v.a. 7, 11, 13, 14, 15)		Finanzierung; Gesellschaftliche Beteiligung; Zuständigkeiten	Rolle kommunaler Akteure; Wirkungszusammenhang städtische Infrastruktur	Umwelt- und Klimaschutz durch „Smart-City“ ersetzt
Kommunales Mobilitätsbedürfnis reduzieren „interlocking“	Nein	Ggf. Länder	<i>EU Urban Agenda, low-emission development</i> , SDGs 11, 13		Vergabetechnische Ausgestaltung	Klimarelevanz messbar machen	„End-of-pipe“ Lösungen; Ressourcenverbrauch steigt
Abfallwirtschaft verbessern (Stichwort: Kreislaufwirtschaft und Bioökonomie)	Ja	Länder und städtische Akteure	EU Kreislaufwirtschaftspaket, EU- sowie Deutsche Bioökonomiestrategie, SGDs 11, 12, 13		Unklare Zuständigkeiten; Organische Abfallströme nicht geeignet um biobasierte Materialien zu verwerten	Klima- und Materialintensitäten besser belegen	Lineare Ökonomie bei wachsendem Ressourcenverbrauch
Motorisierten Individualverkehr reduzieren	Nein	Städtische Akteure, Länder und Bund	Pariser Klimaabkommen; SDGs 11, 13; EU Urban Agenda; Deutsche Klimaschutzstrategie		Finanzierung; Anreize für Unternehmen; <i>modal-split</i> ; Stadtplanung	Nachhaltigkeitsimplikationen des <i>modal-split</i> beforschen	Anwachsen der verkehrsbezogenen Emissionen
Grünflächen schaffen /erhalten	Nein	Ggf. Länder	SDGs 11, 13, 15; Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel		Landnutzungsstrukturen, Landnutzungswettbewerb; Stadtplanung	Gesundheitliche- und ökonomische Auswirkungen der Klimafolgen beforschen	Städtische Wärme-Inseln; weniger Rekreationsflächen

Lebensstilfragen und „Suffizienz“ bewerben	Nein		SGDs (alle)		Interessen; fehlendes Mandat; Suffizienz ist nicht salonfähig	Auswirkungen des „imperialen“ Lebensstils beforschen	
--	------	--	-------------	--	---	--	--

Botschaft: Effizienzgewinne sind nicht gleich Umweltschutz							
Akteur: Bund/Länder							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Weitere Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Nationale und internationale Zusammenarbeit, um Verlagerungseffekte zu vermeiden	Standardisierungsschritte hilfreich	Alle beteiligten Akteure	Nationales Zielsystem mit internationalen Nachhaltigkeitszielen im Einklang SDG 17		Wirtschaftliche oder politische Interessen stehen oftmals im Vordergrund.	Studien zu globalen Umwelteffekten durch Effizienzmaßnahmen, Entwicklung von Handreichungen zur strategische Entscheidungsfindung → Entwicklung einer DIN SPEC	Rebound-Effekte, keine globalen Vorteile erreichbar
Umweltwirkung bei Förderungen, Investitionen und Ausschreibungen berücksichtigen	Ja	Entwicklung in Zusammenarbeit mit Kommunen	SDG 8, Pariser Klimaabkommen		Wahl der Kriterien, Mehraufwand eindämmen, Kontrolle versprochener Umweltleistungen	Muster für Ausschreibungen erstellen, Machbarkeitsstudie (Umsetzbarkeit und Nutzen)	wirtschaftliche Lösungen mit ökologischen Nachteilen
Ganzheitliche Betrachtung von Umweltwirkungen (über vollständigen Lebenszyklus)	Nein	Bewusstsein über alle Akteure hinweg schaffen	Berücksichtigung aller Nachhaltigkeitsziele, speziell SDG 12	Lebenszyklusanalyse bereits in ISO 14040 und 14044	Zusätzlicher Aufwand erforderlich	Gegenseitige Beeinflussung von Umwelteffekten und smarten Strukturen	Verlagerungs- und Rebound-Effekte

Botschaft: Effizienzgewinne sind nicht gleich Umweltschutz							
Akteur: städtische Akteure							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Weitere Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Abgleich mit Umweltwirkungen bei Entscheidungen, Wirkungen stärker sichtbar machen	Einzelfallspezifisch	Bund und Länder können finanzielle Anreize setzen	SDG 11		Umweltkomponente stark unterrepräsentiert, zu kurze Bewertungszyklen	Beratungsdienstleistungen, Studien zum langfristigen Einfluss von smarten Lösungen auf Zusammenspiel von Umweltwirkungen und wirtschaftlichen Effekten	Kostenintensive Investitionen mit langfristiger Wirkung bleiben bei kurzem Betrachtungszeitraum außen vor

Botschaft: Effizienzgewinne sind nicht gleich Umweltschutz							
Akteur: Kommunen							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Weitere Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Aufbau auf internationalem Referenzrahmen	Hoch, Bezug sicherstellen	Enge Kooperation mit Bund und Ländern	SDGs, UNFCCC		Stark variierender Wissensstand, zusätzliche Dimension nötig	Handreichungen und Beratungsprogramme, Ableitung internationaler Ziele für Kommunen	Wenig oder keine Berücksichtigung von Umweltzielen
Priorisierung	Nein	Abstimmung mit städtischen Akteuren, Bund und Ländern	Anlehnung an Nachhaltigkeitsziele		Datengrundlage fehlt	Analyse von Umweltauswirkungen, Rebound- und Trade-off-Effekten	Entwicklung von vordergründig gewinnbringenden Lösungen, die ganzheitlich betrachtet nicht dem Umweltschutz dienen

Botschaft: Smart City schafft neue Aufgaben in der Kommune							
Akteur: Städtische Akteure							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Schaffung horizontaler Organisationsstrukturen	Normung/Standardisierung von Managementprozessen	Stadtwerke, Stadtverwaltung, städtische Dienstleister (z.B. Ver- und Entsorger)	Ähnlich wie in Unternehmen können auch städtische Akteure Nachhaltigkeitsstrategien etablieren und diese ähnlich eines "Pflichtenheftes" dokumentieren und sukzessive verbessern.	Aktuell keine zu diesem Thema.	Fehlende Ressourcen. Auch hier wurde die Empfehlung ausgesprochen, dass Bund/Länder finanzielle Unterstützung bei der Schaffung horizontaler Organisationsstrukturen bieten.	Betrachtung möglicher Geschäftsmodelle bei der Schaffung neuer Stadtkonzerne.	Weitere Effizienzverluste und verpasste Einnahmequellen.

Botschaft: Smart City schafft neue Aufgaben in der Kommune							
Akteur: Kommunen							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Weitere Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Langfristige Investitionsplanung und Maßnahmenmonitoring	Orientierung bei der Umsetzung bzw. beim Monitoring könnte ISO 9001 bieten. Erste Standards können bei der Reproduzierbarkeit behilflich sein.	Es muss eine "Koalition der Willigen" organisiert werden; Partizipation muss gelebt und ein Kopieren erfolgreicher Pilotprojekte ermutigt werden.		Normungsaktivitäten sind häufig schwierig umzusetzen. Dies liegt zum einen an dem zeitlich notwendigen Engagement sowie an den notwendigen Ressourcen	(1) Fehlende Unterstützung aus der Landes-/oder Bundespolitik. (2) Zugang zu Referenzbeispielen	Die Kommune als Prosumer. Es gilt zu klären welche Geschäftsmodelle Kommunen für sich nutzen können und wie die lokale Wirtschaft, Politik und Bürger davon profitieren können.	a) Kommunen verpassen die Anpassung an technische Möglichkeiten, werden für Bürger weniger attraktiv. b) Kommunen sind Technologieanbietern ausgesetzt (Datennutzung).

Botschaft: Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich							
Akteur: Bund/Länder							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Pilotprojekte unterstützt durch eine kompetente Begleitforschung	Abhängig vom Themengebiet	Bundesministerien, städtische Akteure, Forschung	Relevanz der Ziele und Verfolgung selbiger sollte durch Bund kommuniziert werden	Abhängig vom konkreten Pilotprojekt; jedoch generell beachten	Finanzierung	Begleitforschung bei Pilotprojekten	Insellösungen verteilt über Kommunen die experimentierfreudig und/oder finanziell stark sind.

Botschaft: Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich							
Akteur: Städtische Akteure							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Untersuchung der möglichen neuen Aufgaben der kommunalen Unternehmen	Nicht eindeutig identifizierbar; deutlich wird jedoch die Anforderung an interdisziplinäre Diskussionen	VKU, kommunale Unternehmen, IT-Unternehmen, Handwerkskammern	Wasser, Abwasser, Abfall und Kreislaufwirtschaft	Zahlreiche europäische Normungsaktivitäten im Bereich Wasserwirtschaft	Zusammenbringen der Akteure	Welche Geschäftsmodelle sind möglich? Welche Datenschutzrechtlichen Herausforderungen ergeben sich?	Schwierig identifizierbar, jedoch hat die Vergangenheit gezeigt dass technologische Neuerungen regulatorische Lücken ausnutzen

Botschaft: Smart City macht neue, interdisziplinäre Kooperationen erforderlich							
Akteur: Kommunen							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Überblick verschaffen und nicht zu viel auf einmal anstoßen	Viele Aktivitäten laufen bereits; es ist wichtig dass Kommunen Zugang zu der Normungswelt erhalten	Lokale Unternehmen, Bürgerinitiativen, Lokalpolitik, ggf. Regionale und Länderunterstützung	Auf kommunaler Ebene nicht im Vordergrund; ggf. Förderprogramme.	Hier lässt sich (je nach Thema) eine Brücke zu Aktivitäten schlagen, Erfahrungen austauschen.	Organisation williger Akteure, umfassende Kommunikation und finanzielle Ressourcen	Ggf. „best practice“ zur konkreten organisatorischen Realisierung eines Infrastrukturprojekts erstellen	Kommunen werden abgehängt, nicht mehr attraktiv; Verschlechterung der Lage des Wohnungsmarkts in (Groß-) Städten

Botschaft: Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten							
Akteur: Bund/Länder							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Entwicklung einer Datengovernancestruktur	Ja	Kommunen und städtische Akteure	EU 2020/2030 Strategie; SDG 17		Unübersichtliche Akteurslandschaft; fehlende Regularien	Beforschen Governancestrukturen (Bsp. <i>multi-level</i>)	Datenmissbrauch; undemokratische Prozesse, gesellschaftliche Zerwürfnisse
Regelwerk zur Verknüpfung von Datensammlung und Umweltrelevanz (Nachhaltigkeitsziele)	(siehe auch Botschaft 1)						
Harmonisierung von Daten Monitoring von Umwelt- und Klimazielen	(Ja!)	Städtische Akteure	EU- und Deutsche Bioökonomie Strategie; EU Kreislaufwirtschaftspaket; EU Energy Union; Klimaschutzplan 2050; SDGs 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17		Standardisierung und <i>multi-level-governance</i>	Ausarbeitung neuer/ Kombination und Erweiterung bestehender Methoden für ein Monitoring	Nicht zielführende Datensammlung; Eingeschränkte Anschlussfähigkeit an internationale Ziele

Botschaft: Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten

Akteur: Städtische Akteure							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Infrastruktur für die Sammlung von Daten bereitstellen	Nein	Kommunen	EU Urban Agenda; Klimaschutzplan 2050, SDG 9, 11		Hohe Kosten; infrastrukturelle Beschaffenheit	Machbarkeitsstudien	Fehlen von Umweltdaten; keine Effizienzgewinne
Digitale Infrastruktur in bestehende Infrastruktur integrieren	(siehe oben)						
Wissen und Expertise verschiedener Akteure zusammenführen	Nein Ja	Bund, Kommunen	EU Urban Agenda; EU Forschungsprogramme (HORIZON 2020); Klimaschutzplan 2050		Fehlen Entsprechende Plattformen und Prozesse	Gestaltung übergeordneter Rahmen	Ineffiziente Steuerung des Themas
Positive Umweltwirkungen sichtbar machen	Nein	Kommunen, Bund	(siehe oben)				
Neue Geschäftsmodelle	Ja	Kommunen	EU Urban Agenda; EU Forschungsprogramme (HORIZON 2020), SDG 9		Neue Wertschöpfungsketten etablieren;		

Botschaft: Smart City bedarf einer Abwägung zwischen Nutzen und Begrenzung von Daten

Akteur: Kommunen							
Maßnahmen/ Handlungsempfehlungen	Normungsrelevanz	Anschlussfähigkeit			Herausforderungen bei der Umsetzung	Weitere Forschungsbedarfe	Risiken / „0 Variante“
		Akteure	Nachhaltigkeitsziele	Normungsaktivitäten			
Kompetenzentwicklung für Stadträte	Nein	Städtische Akteure, Bund	(siehe Bund)		Finanzierung; fehlende Kompetenzen	Festlegung von benötigten Schlüsselkompetenzen	Kommunen bleiben „blind“.
Systemgrenzen für die Datensammlung klären	Nein	Bund und städtische Akteure			Komplexe digitale Infrastruktur	besseres Verständnis über mögl. Einflussnahme	Unkontrollierte, nicht regulierte Datensammlung
Vermehrt digital Dienste anbieten	Nein	Bund und städtische Akteure			Umstellung analoger- auf digitale Prozesse	Ist Digitalisierung Datensorgfalt?	Keine Effizienzgewinne; Diskrepanz kommunaler Dienste mit dem Realitäten der Bevölkerung