

TEXTE

16/2022

Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen

Abschlussbericht

TEXTE 16/2022

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3717 15 105 0

FB000651

Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen

Abschlussbericht

von

Benno Keppner; Walter Kahlenborn
adelphi, Berlin

Jens Libbe; Katharina Lange
Difu, Berlin

Petra Weiler; Jan Hinrich-Gieschen

iiT - Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE
Innovation + Technik GmbH, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

 [umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

adelphi research gemeinnützige GmbH
Alt-Moabit 91
10559 Berlin

Abschlussdatum:

September 2020

Fachliche Begleitung:

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung, Umweltprüfungen
Ulrike von Schlippenbach

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2022

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

Kurzbeschreibung: Smart Cities werden nachhaltig

Kommunen entwickeln zunehmend „smarte“ Konzepte und Lösungen, die auf Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz abzielen. Nicht selten wird dabei eine Vision einer Smart City als Schlüssel zu nachhaltigeren Städten gezeichnet. Ihr Beitrag zum urbanen Umweltschutz ist in der Praxis allerdings noch wenig untersucht.

Ziel des dreijährigen Projektes (Oktober 2017 – September 2020) war es, zu untersuchen, welchen Beitrag „smarte Lösungen“ zu bestehenden Umwelt- und Nachhaltigkeitsstrategien leisten können. Um detailliertere Aussagen hierzu treffen zu können, untersuchte das Vorhaben exemplarisch vier Praxiskommunen, deren spezifische Ansätze in Form von Fallstudien aufgearbeitet wurden.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts war das Thema der internationalen Normung und Standardisierung sowie des rechtlichen Rahmens im Bereich Smart Cities. Dabei wurde geprüft, inwiefern eine internationale Normung und Standardisierung förderlich oder hinderlich auf die Umsetzung von nachhaltigkeitsförderlichen und umweltwirksamen Smart City-Ansätzen wirkt.

Abstract: Sustainable Smart City Concepts

Local authorities are increasingly developing "smart" concepts and solutions aimed at protecting the climate, the environment and resources. Often a vision of a smart city is drawn as the key to more sustainable cities. Their contribution to urban environmental protection has, however, not yet been fully investigated in practice. Since municipalities play a central role in achieving local and global environmental, climate and sustainability goals, environmental aspects should also be more strongly integrated into smart city approaches in the future.

The aim of the three-year project (October 2017 - September 2020) was to investigate what contribution "smart applications" make to existing environmental and sustainability strategies and which environmental impacts of smart city technologies and applications can already be identified in German municipalities. In order to be able to make more detailed statements on this, the project examined four municipalities, whose specific approaches are detailed in the form of case studies.

Another focus of the project was the topic of international norms and standardization as well as the legal framework in the field of Smart Cities. The project examined the extent to which international standardization has a positive or negative impact on the implementation of sustainable and environmentally effective Smart City approaches.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung.....	14
Summary	32
1 Einleitung und Vorgehen.....	48
1.1 Hintergrund.....	48
1.2 Zielsetzung und Projektfokus	49
1.3 Methodisches Vorgehen im Überblick.....	50
2 Bestandsaufnahme und Bewertungssystem	53
2.1.1 Zielsetzung	53
2.1.2 Methodisches Vorgehen im Detail.....	53
2.1.3 Entwicklung eines Bewertungssystems und beispielhafte Anwendung.....	54
2.2 Smart City in Deutschland: Bestandsaufnahme.....	55
2.2.1 Überblick der bisherigen Entwicklung	55
2.2.2 Stand der Entwicklung in den einzelnen Anwendungsfeldern	58
2.3 Relevanz von Umweltaspekten in Smart-City-Konzepten	59
2.4 Beispielhafte Anwendung des Bewertungssystems	61
2.4.1 Anwendungsfeld „Mobilität“: Polygo-Card – Stuttgart	61
2.4.2 Anwendungsfeld „Gebäude und Wohnen“: Smart Home Stationen	62
2.4.3 Anwendungsfeld „Technische Infrastrukturen“: Smarte Müllbehälter.....	63
2.4.4 Anwendungsfeld „Energie“: RegioVK	64
2.5 Fazit	66
3 Fallstudien zu Smart-City-Ansätzen.....	67
3.1 Methodisches Vorgehen im Detail.....	67
3.1.1 Fallstudienauswahl	67
3.1.2 Vorrecherche, Expertenbefragung und Auswertung.....	67
3.1.3 Bildung von Zukunftsszenarien	68
3.2 Gliederung der Analyse	68
3.3 Smarter Together München.....	68
3.3.1 Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City	68
3.3.1.1 Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene	68
3.3.1.2 Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene	71

3.3.2	Bedeutung von Umweltaspekten	72
3.3.2.1	Auf strategisch-konzeptioneller Ebene.....	72
3.3.2.2	Auf Umsetzungsebene.....	73
3.3.3	Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes.....	76
3.3.3.1	Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche	76
3.3.3.2	Verwendete Methoden im M&E (bspw. Wirkmodell, Kriterien, Indikatoren)	76
3.3.3.3	Durchführung des M&E (intern / extern) und Transfer der Ergebnisse	77
3.3.3.4	Herausforderungen bei der Durchführung des M&E und beim Transfer.....	77
3.3.4	Zukunftsszenarien Smart City München 2030.....	77
3.3.4.1	Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze	78
3.3.4.2	Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City	79
3.3.4.3	Vergleich der Szenarien und Ableitung von Rahmenbedingungen und Stellschrauben für positive Umwelteffekte	80
3.4	Allianz Smart City Dortmund.....	81
3.4.1	Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City	81
3.4.1.1	Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene	81
3.4.1.2	Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene	83
3.4.2	Bedeutung von Umweltaspekten	85
3.4.2.1	Auf strategisch-konzeptioneller Ebene.....	85
3.4.2.2	Auf Umsetzungsebene.....	86
3.4.3	Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes.....	87
3.4.4	Zukunftsszenarien Smart City Dortmund 2030.....	87
3.4.4.1	Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze	88
3.4.4.2	Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City	89
3.4.4.3	Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte	90
3.5	Living LaB Ludwigsburg	91
3.5.1	Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City	91
3.5.1.1	Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene	91
3.5.1.2	Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene	91
3.5.2	Bedeutung von Umweltaspekten	97
3.5.2.1	Auf strategisch-konzeptioneller Ebene.....	97
3.5.2.2	Auf Umsetzungsebene.....	98
3.5.3	Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes.....	99
3.5.3.1	Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche	99

3.5.4	Zukunftsszenarien Smart City Ludwigsburg 2030.....	99
3.5.4.1	Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze	99
3.5.4.2	Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City	101
3.5.4.3	Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte	102
3.6	Innovation City Ruhr (Bottrop).....	102
3.6.1	Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City	102
3.6.1.1	Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene	102
3.6.1.2	Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene	105
3.6.2	Bedeutung von Umweltaspekten	108
3.6.2.1	Auf strategisch-konzeptioneller Ebene.....	108
3.6.2.2	Auf Umsetzungsebene.....	109
3.6.3	Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes.....	109
3.6.3.1	Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche	109
3.6.3.2	Verwendete Methoden im M&E (bspw. Wirkmodell, Kriterien, Indikatoren)	109
3.6.3.3	Durchführung des M&E (intern / extern) und Transfer der Ergebnisse	109
3.6.4	Zukunftsszenarien Innovation City Ruhr 2030.....	110
3.6.4.1	Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze	110
3.6.4.2	Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City	111
3.6.4.3	Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte	111
3.7	Queranalyse der Fallstudien	112
3.7.1	Bedeutung von Umweltaspekten auf Umsetzungs- und strategisch-konzeptioneller Ebene	112
3.7.2	Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation der Smart-City-Ansätze.....	113
3.7.3	Identifizierte übergreifende Stellschrauben und Rahmenbedingungen für eine umweltfreundlichere Smart City.....	114
3.8	Fazit.....	115
4	Standardisierung und rechtlicher Rahmen.....	117
4.1	Einleitung	117
4.1.1	Hintergrund und Zielstellung	117
4.1.2	Vorgehen und Aufbau des Abschnitts	118
4.2	Beschreibung der Bedeutung von Normen für die Umsetzung von Smart-City-Lösungen anhand eines Strukturmodells	123
4.2.1	Grundlegende Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen.....	123

4.2.2	Beschreibung der Wirkweisen	130
4.2.3	Akteursanalyse.....	134
4.2.4	Zwischenfazit zur Wirkweise von Normen und Standards im Smart City-Kontext.....	139
4.3	Anwendbarkeit internationaler Standards	140
4.3.1	Internationale Normen und Standards vor dem Hintergrund regionaler Anwendbarkeit.....	140
4.3.2	„Top-Down“-Perspektive: Auswirkung internationaler Normen und Standards auf städtische Gestaltungsprozesse und -ebenen	141
4.3.3	„Bottom-Up“-Perspektive: Einfluss kommunaler und umweltrelevanter Interessenslagen auf Normung und Standardisierung	146
4.3.4	Zwischenfazit zur internationalen Anwendbarkeit von Normen und Standards	154
4.4	Rückschlüsse aus den Fallstudien	161
4.4.1	Betrachtung der Ergebnisse aus den Fallstudien.....	164
4.4.2	Einschätzung der Akteure aus Fallstudienregionen zum Beitrag internationaler Normen und Standards.....	167
4.4.3	Unterstützungsmöglichkeiten und Handlungsempfehlungen.....	171
4.5	Überblick Rechtsvorschriften mit Smart City-Relevanz	173
4.5.1	Identifikation relevanter Smart City-Ansätze	173
4.5.2	Überblick relevante Rechtsvorschriften	176
4.5.3	Zusammenfassendes Fazit zum Rechtsrahmen	191
4.6	Zusammenfassendes Fazit und Handlungsempfehlungen	191
5	Fazit	197
6	Quellenverzeichnis	198

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Smart City-Gremien auf internationaler Ebene.....	23
Abbildung 2:	Smart City committees at the international level	40
Abbildung 3:	Aufbau des Kapitels anhand des Ablaufs der einzelnen Arbeitsschritte.....	123
Abbildung 4:	Ausgangsthese zum zentralen Wirkzusammenhang.....	124
Abbildung 5:	Darstellung eines typisierten Umsetzungsprozesses untergliedert in die einzelnen Phasen des Prozesses und der Analyseebenen	128
Abbildung 6:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Normung/Standardisierung und Umsetzung in Anlehnung an das Modell des Deutschen Normenpanels	129
Abbildung 7:	Dimensionen zur Beschreibung der Wirkweisen von Normen und Standards	131
Abbildung 8:	Zusammenhänge zwischen den betrachteten Akteursgruppen	135
Abbildung 9:	Überblick über die Normungslandschaft zum Thema Smart Cities.....	136

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausgewählte Praxisbeispiele	54
Tabelle 2:	Umweltbelastungskategorien nach VERUM 2.0	55
Tabelle 3:	Maßnahmen in München im Überblick.....	71
Tabelle 4:	Maßnahmen in Dortmund im Überblick	84
Tabelle 5:	Maßnahmen in Ludwigsburg im Überblick.....	93
Tabelle 6:	Maßnahmen in der Innovation City Ruhr im Überblick.....	105
Tabelle 7:	Bewertungsmatrix zur Zusammenfassung der Ergebnisse.....	156
Tabelle 8:	Überblick über die identifizierten Stellschrauben in den einzelnen Fallstudien-Städten (fett markiert: die im Rahmen dieser Studie näher betrachteten Stellschrauben)	163
Tabelle 9:	Überblick über die betrachteten Smart City-Ansätze und Beschreibung der Synergiepotenziale mit anderen Anwendungsfeldern (in grau: Im Rahmen dieser Studie hinsichtlich der rechtlichen Rahmenbedingungen nicht betrachtet)	174
Tabelle 10:	Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Klima und Energie	177
Tabelle 11:	Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr.....	182
Tabelle 12:	Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Technische Infrastrukturen	188

Abkürzungsverzeichnis¹

AFI	Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (engl.: Alternative Fuels Infrastructure)
AIOTI	The Alliance for Internet of Things Innovation
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
CEN	Europäisches Komitee für Normung (franz.: Comité Européen de Normalisation)
CEN CENELC	Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung (franz.: Comité Européen de Normalisation Électrotechnique)
DIN	DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
DStGB	Deutscher Städte- und Gemeindebund
EASA	Europäische Agentur für Flugsicherheit (dt.: European Aviation Safety Agency)
ECOS	European Environmental Citizens' Organisation for Standardisation
EIP-SCC	European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (dt.: Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen)
EU	Europäische Union
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (engl.: International Electrotechnical Commission)
IEC SyC	System Committee der IEC
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IoT	Internet der Dinge (engl.: Internet of Things)
ITU-T	Internationale Fernmeldeunion - Standardisierung im Telekommunikationsbereich (engl.: International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector)
ISO	Internationale Organisation für Normung (engl.: International Organization for Standardization)
JTC	Joint Technical Committee
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
KGSt	Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement
KNU	Koordinierungsbüro Normungsarbeit der Umweltverbände
KU	Koordinierungsstelle Umweltschutz

¹ Abkürzungen zu Rechtsvorschriften (z. B. „StVO“ für Straßenverkehrsordnung) finden sich in Kapitel 4.5.2 im Überblick mit den relevanten Rechtsvorschriften.

NAGUS	DIN-Normungsausschuss Grundlagen des Umweltschutzes
NIA	DIN-Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
one M2M	Global initiative for Internet of Things standardisation
RL	Richtlinie
SC	Subcommittee
SC SF	Smart City Standards Forum beim DIN e. V.
SG	Strategische Gruppe (engl.: Strategic Group)
TC	Technisches Komitee (engl.: Technical Committee)
TKG	Telekommunikationsgesetz
TMG	Telemediengesetz
UBA	Umweltbundesamt
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
VO	Verordnung
WG	Arbeitsgruppe (engl.: Working Group)
WTO	Welthandelsorganisation (engl.: World Trade Organization)

Zusammenfassung

Hintergrund

Mit dem UN-Klimaabkommen von Paris und der Agenda 2030 verbinden sich immense Transformationsherausforderungen an Städte. Ungefähr 78 Prozent der weltweit nachgefragten Energie wird in Städten verbraucht; mehr als 60 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen entstehen dort, mit Auswirkungen für Umwelt und Klima und damit für die Erreichung der global vereinbarten Ziele (UN Habitat 2020). Gleichzeitig erwirtschaften Städte ca. 80 Prozent des globalen Bruttoinlandsprodukts (Weltbank 2020). Sie werden so zu den entscheidenden Akteuren für eine sozial-ökologische Wende. Und der **urbane Umweltschutz**² wird zu einer Kernaufgabe dieser Nachhaltigkeitstransformation.

Auch als Reaktion auf diese Herausforderungen entwickeln Kommunen „**smarte**“ **Konzepte und Lösungen**, die auf Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz abzielen. Nicht selten wird dabei die Vision einer Smart City als Schlüssel zu nachhaltigeren Städten gezeichnet. In einer Smart City werden digitale Technologien eingesetzt, um Lösungen für die Stadtentwicklung bereitzustellen. Diese setzen bei einzelnen technischen Infrastruktursektoren (bspw. Mobilität, Energie, Abfall, Wasser) gleichermaßen an wie bei der Vernetzung dieser Sektoren (bspw. die Nutzung erneuerbarer Energie für nachhaltige Mobilitätslösungen). Auch für soziale Herausforderungen werden smarte Lösungen erprobt, bspw. in den Anwendungsfeldern Bildung, Gesundheit und öffentliche Sicherheit. Fast alle städtischen Bereiche werden somit von Smart-City-Konzepten adressiert.

Auch wenn sich deutsche Städte im internationalen Vergleich zunächst abwartend zeigten und Städte wie Amsterdam, Kopenhagen, Wien und Barcelona als europäische Smart-City-Pioniere hervorgingen, hat die Auseinandersetzung mit dem Thema auch in **Deutschland** zuletzt deutlich zugenommen. So sind Köln, Hamburg, München und Dresden Smart-City-Leuchtturmstädte, gefördert durch das Forschungsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union. Durch das BMI werden aktuell dreizehn Modellprojekte gefördert, in Großstädten (u.a. Ulm und Wolfsburg), Mittelstädten (u.a. Cottbus und Gera) sowie auch in Kleinstädten und Landkreisen (u.a. Grevesmühlen und Haßfurt). Viele weitere Städte entwickeln aktuell Konzepte.

Trotz eines stark gewachsenen Interesses am Konzept der Smart City existiert keineswegs ein Konsens darüber, was eine Smart City ausmacht. Daher gibt es auch keine einheitlich anerkannte **Definition** dessen, was eine Smart City ist oder leistet (Libbe 2014). Strategischen oder umsetzungsorientierten Ansätzen der Smart City liegen verschiedene Interpretationen des Begriffs zugrunde, dementsprechend divers zeigen sich auch die Ausgestaltung, Dimensionen, Herangehensweisen und inhaltlichen Schwerpunktlegungen verschiedener Smart-City-Vorhaben im globalen Kontext.

Im Smart-City-Diskurs wird oft auf die **positiven Nachhaltigkeitseffekte** der weiteren Digitalisierung von Städten verwiesen. So heißt es beispielsweise in der Smart-City-Charta (Hervorhebung durch die Autoren): „Smart Cities sind *nachhaltiger* und integrierter Stadtentwicklung verpflichtet. Die digitale Transformation bietet Städten, Kreisen und Gemeinden Chancen auf dem Weg der *nachhaltigen Entwicklung* und zielt auf die *ressourcenschonende*, bedarfsgerechte Lösung der zentralen Herausforderungen der Stadtentwicklung ab.“

Gleichzeitig steht aber die Forschung zur Bedeutung von Smart Cities für ökologische Nachhaltigkeit noch am Anfang. Bestehende Arbeiten legen den Fokus oft auf Begriffsklärungen

² *Urbaner Umweltschutz* kann verstanden werden als eine „an Umweltqualitätszielen ausgerichtete Entwicklung von Siedlungsräumen“ (Umweltbundesamt 2018b; S. 5).

und Deutungen der Smart City. Die am häufigsten zitierten Arbeiten in Europa beschäftigen sich bspw. mit Rankings, Definitionsversuchen und Kritik an einem technozentrischen Smart-City-Verständnis (Mora et al. 2017). Auch in Deutschland liegen noch zu wenige Erkenntnisse zu den Umwelteffekten smarter Lösungen vor, auch wenn verschiedene Vorhaben des Umweltbundesamtes diese bzw. verwandte Fragestellungen bereits bearbeiteten.³

Parallel zur Konzeptentwicklung und Erprobung in den Städten werden Smart City-Dienstleistungen und -Technologien zunehmend international standardisiert. Mit der steigenden **Standardisierung und Normung** einhergeht vor allem eine Zunahme der Bedeutung von Konsortialstandardisierung⁴, wohingegen die Normung aufgrund ihrer längeren Erarbeitungszeiten im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eine geringere Bedeutung hat. Dadurch wird die ohnehin schon komplexe Landschaft der an der Normung und Standardisierung beteiligten Organisationen und Gremien noch komplexer (Birner et al. 2017, S. 14). Zudem ist die Konsortialstandardisierung anders als die Normung nicht an die Einhaltung der Kriterien der Welthandelsorganisation (WTO) gebunden (Birner et al. 2017, S. 46), sodass bei Nichteinhaltung oder nur teilweiser Einhaltung wichtiger WTO-Kriterien wie „Offenheit“, „Konsens“, „Ausgewogenheit“, „Verfügbarkeit“, „Relevanz“, „Neutralität & Stabilität“ oder „Qualität“ das Risiko besteht, dass Akteure aus dem Bereich Umweltschutz nicht ausreichend beteiligt werden und Anforderungen des Umweltschutzes keinen ausreichenden Eingang in die Standardisierung finden. Aus **Umweltsicht** kommt **Normen und Standards** insgesamt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung „smarter Ansätze“ in Städten und Kommunen zu, sowohl als Barriere bei der Umsetzung innovativer und umweltförderlicher Smart City-Ansätze als auch als förderlicher Faktor für die Verbreitung der Ansätze.

Zielsetzung und Projektfokus

Ziel des dreijährigen Projektes „**Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen**“ (Oktober 2017 – September 2020) war es, den Beitrag „smarter Lösungen“ zu bestehenden Umwelt- und Nachhaltigkeitsstrategien zu untersuchen und auszuloten, welche Umweltwirkungen von Smart-City-Technologien und -Anwendungen in deutschen Kommunen sich bereits identifizieren lassen. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts war das Thema der internationalen Normung und Standardisierung sowie der rechtliche Rahmen im Bereich Smart Cities. Dabei wurde geprüft, inwiefern eine internationale Normung und Standardisierung förderlich oder hinderlich auf die Umsetzung von nachhaltigkeitsförderlichen und umweltwirksamen Smart City-Ansätzen wirkt.

Smart-City-Aktivitäten reichen von kleinen, städtischen Digitalisierungsprojekten bis hin zu umfangreichen Strategieprozessen oder Stadtentwicklungsvorhaben. Das **Vorhaben fokussierte** auf einen spezifischen Ausschnitt – auf solche kommunalen Aktivitäten, bei denen digitale Informations- und Kommunikationstechnologien genutzt werden, um städtische, technische Infrastrukturen effizienter zu verwalten und zu steuern, wechselseitig zu vernetzen und neue Dienstleistungen bereitzustellen. Im Nachfolgenden werden diese als *smarte Lösungen* bezeichnet. Digitale Innovationen dieser urbanen Infrastrukturen versprechen in besonderem Maße, die Auswirkungen des Verkehrs, der Energieversorgung, der Ver- und Entsorgung etc. in

³ vgl. UBA-Vorhaben zu „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“, TRAFIS, RELIS, KLARIS, „Internet der Dinge und Dienste“ am Beispiel Schwerin, Wasser 4.0

⁴ Konsortialstandards stellen das Ergebnis eines Standardisierungsprozesses dar, welcher in einem temporär zusammengestellten Gremium eines Standardisierungskonsortiums durchgeführt wird (Mangelsdorf, 2019, 8), welche in der Regel nur aus privatwirtschaftlichen Unternehmen bestehen. Dieser Prozess wird daher auch Konsortialstandardisierung genannt. In der Zusammensetzung, aber auch in der Arbeitsweise (z. B. kein Konsens bei Entscheidungen notwendig) bestehen wesentliche Unterschiede zur Normungsarbeit in den formellen Normungsorganisationen wie z. B. DIN oder ISO.

Städten auf die Umwelt zu verringern; sie betreffen direkt die Ebene, auf der durch und in der Stadt Ressourcen verbraucht und Schadstoffe emittiert werden.

Smarte Lösungen sind vielfach eingebunden sowohl in übergreifende städtische Strategien, wie Stadtentwicklungskonzepte oder Digitalstrategien, als auch in Entwicklungs- oder Masterpläne der verschiedenen Fachabteilungen. Betrachtet wurde deshalb auch die **strategisch-konzeptionelle** Ebene, in der die Weichenstellungen und Schwerpunkte für einzelne smarte Lösungen gesetzt werden. Die Umweltbewertung der einzelnen Innovationen hängt schließlich in entscheidendem Maße davon ab, inwieweit ihre Umweltauswirkungen beobachtet und nach der Umsetzung evaluiert werden. Betrachtet wurde deshalb auch, inwieweit und aus welcher Motivation heraus in den Fallstädten Monitoring- und Evaluationssysteme smarter Lösungen etabliert wurden.

Beim Thema **Normung und Standardisierung** wird betrachtet, inwieweit eine internationale Normung und Standardisierung von Dienstleistungen und Technologien für Smart Cities zur Erzielung positiver, umweltrelevanter Effekte möglich und sinnvoll ist, aber auch, wo Risiken zu sehen sind, und darüber hinaus welche Chancen und Herausforderungen sich aus dem bestehenden und dem künftig absehbaren Rechtsrahmen ergeben. Dabei werden im Ergebnis auch Einschätzungen darüber vorliegen, in welchen Gremien sich umweltrelevante Akteure, wie z. B. das Umweltbundesamt (UBA) oder das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), (stärker) engagieren sollten.

Methodisches Vorgehen

Bestandsaufnahme smarter Lösungen und Entwicklung eines Bewertungssystems

Im ersten Arbeitspaket – „Urbane Infrastrukturen und mit ihnen verbundene Dienstleistungen“ – wurde eine **Bestandsaufnahme smarter Konzepte und Lösungen in Deutschland** erstellt. Hierfür wurde für die 200 einwohnerstärksten Städte Deutschlands recherchiert, inwieweit sich diese in öffentlich zugänglichen Dokumenten und Webseiten auf „Smart City“, „smarte Lösungen“ oder verwandte Konzepte wie „Digital City“ und „Intelligent City“ beziehen. Aufbauend hierauf wurden **Praxisbeispiele** ausgewählt. Auswahlkriterien waren die Größe der involvierten Stadt bzw. Region, die Leistungsfähigkeit vorhandener digitaler Infrastrukturen, der Stand auf konzeptioneller Ebene und in der praktischen Umsetzung, für ‚smarte‘ Konzepte relevante Infrastrukturen sowie die wirtschaftliche Leistungskraft. Für die Praxisbeispiele wurden **Steckbriefe** erstellt sowie zentrale Dokumente recherchiert (bspw. Smart-City-Strategien). Die Hauptarbeiten für die Bestandsaufnahme erfolgten bis Mai 2018.

Außerdem wurden **Bewertungskriterien zur Einordnung der Smart-City-Ansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz formuliert**. In die Entwicklung des Bewertungssystems flossen die Ergebnisse des Vorhabens „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht“ (FKZ 3716151060) sowie von TRAFIS („Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcenschonenden Infrastrukturen“, FKZ 3715 48 102 0) mit ein. Das Bewertungssystem wurde anschließend beispielhaft für ausgewählte smarte Lösungen angewandt.

Fallstudien in vier Kommunen

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme wurden vier Praxiskommunen für Fallstudien ausgewählt. Grundlage waren die schon für die Steckbriefe genutzten Kriterien. Insgesamt sollte durch die Auswahl eine möglichst **große Bandbreite unterschiedlicher Fälle** abgebildet werden. Es wurden insgesamt vier Kommunen ausgewählt: München (Smarter Together), Dortmund (Allianz Smart City), Ludwigsburg (Living LaB) sowie Bottrop (Innovation City Ruhr). In Dortmund, Ludwigsburg und Bottrop wurden dabei vor allem gesamtstädtische Ansätze

betrachtet; in München lag der Fokus vor allem auf dem Projekt Smarter Together (strategische Verknüpfungen zur gesamtstädtischen Ebene wurden aber mitadressiert).

In einer **Vorrecherche** wurden für jede Fallstudie wichtige Dokumente und Quellen identifiziert. Hierzu zählten gesamtstädtische Strategien / Leitlinien / Projekte (aus den Bereichen Umwelt, Klima, Stadtentwicklung, Digitalisierung), die Beschreibung von Smart-City-Projekten/Konzepten sowie Dokumente zu städtischem bzw. projektbezogenen Monitoring / Evaluation. Außerdem wurde ein Akteursmapping für jeden Ansatz durchgeführt; hier flossen die Vorerfahrungen des Projektteams sowie eine Internetrecherche ein.

Für jede Fallstudie wurden **Expertinnen und Experten** aus der jeweiligen Kommune befragt, die mit dem spezifischen Smart-City-Ansatz, Digitalisierungsthemen, Umweltthemen & IKT-Ausbau betraut sind. Außerdem wurden je nach Verfügbarkeit und Kommune Akteure, die fachlich / thematisch betroffen sind bzw. externe Partner (z. B. aus Forschung und Wirtschaft) interviewt. Für die Interviews wurde ein **Leitfaden** mit Leitfragen entwickelt; der Leitfaden wurde für jedes Interview um expertenspezifische Fragen ergänzt. Insgesamt wurden 27 Interviews mit Expertinnen und Experten durchgeführt.

Im Anschluss an die Vorrecherche und Expertenbefragung wurden die **Ergebnisse** für jede Kommune entsprechend der Struktur des Leitfadens ausgewertet. Dabei wurden die Interviewaussagen zunächst auf strategisch-konzeptioneller und anschließend auf Umsetzungsebene verglichen und in Bezug zueinander gesetzt sowie diese um Aussagen aus den recherchierten Dokumenten ergänzt.

Die Hauptarbeiten für die Fallstudien erfolgten im Zeitraum März bis Oktober 2019.

Analyse von Standardisierung & Normung im Bereich Smart Cities

Die Untersuchung von Standardisierung und Normung im Bereich Smart Cities erfolgte in vier aufeinander folgenden Arbeitsschritten, wobei insbesondere die Schritte eins bis drei stark aufeinander aufbauten.

In einem ersten Schritt wurde die **Bedeutung von Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen** beschrieben und die bislang kaum erforschten Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung auf der einen Seite und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen auf der anderen Seite näher betrachtet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auch auf einer strukturellen Akteursanalyse. Der Fokus lag dabei auf zentralen Gremien der internationalen Normungs- und Standardisierungslandschaft zu Smart Cities.

Im zweiten Schritt wurde eine **Einschätzung zur Anwendung internationaler Normen und Standards im Kontext deutscher Städte und Kommunen** gegeben. Grundlage für diese Einschätzung bilden die Erkenntnisse zu den Zusammenhängen von Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen, die Akteursanalyse aus dem ersten Arbeitsschritt sowie eine Experteneinschätzung. In diesem Schritt wurden sechs Experteninterviews durchgeführt.

Im dritten Schritt ging es darum, auf Basis der Ergebnisse aus den ersten beiden Arbeitsschritten **Rückschlüsse aus den Fallstudien** zu bilden und daraus **Handlungsempfehlungen für Bund und Kommunen** hinsichtlich der internationalen Normungs- und Standardisierungsdiskussion abzuleiten. Dazu werden die Ergebnisse der Fallstudien in Bezug auf die Zweckmäßigkeit einer internationalen Normung und Standardisierung von Dienstleistungen und Technologien für Smart Cities untersucht. In diesem Schritt wurden außerdem elf Interviews mit Expertinnen und Experten durchgeführt.

Im vierten Schritt wurde die **für Smart City-Ansätze relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen** aufgezeigt. Ziel dieses Schritts ist es, anhand von typischen Smart City-Ansätzen einen Überblick über aktuell geltende Rechtsvorschriften zu schaffen, die für das Thema Smart City relevant sind. Dabei steht die Schaffung eines Überblicks der jeweiligen rechtlichen Rahmenbedingungen im Vordergrund und keine detaillierte juristische Auseinandersetzung mit den einzelnen Rechtsvorschriften. Ebenfalls nicht im Fokus stehen dabei allgemeine, übergeordnete Rechtsvorschriften, wie z. B. das Strafgesetzbuch oder allgemeine, umweltbezogene Rechtsvorschriften, sofern nicht ein expliziter Bezug zu einem der identifizierten Smart City-Ansätze gegeben ist.

Empfehlungen für Bund und Kommunen

Im letzten Schritt des Vorhabens wurden Empfehlungen für den Bund und Kommunen entwickelt. Grundlage für die Entwicklung politischer Handlungsempfehlungen waren die Ergebnisse der Bestandsaufnahme, Fallstudien sowie der Analyse von Standardisierung und Normung. Außerdem flossen die Ergebnisse zweier Stakeholder-Dialoge mit ein, die im Februar und November 2019 stattfanden.

Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Die Kernergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden nachfolgend dargestellt. Bei der Bestandsaufnahme liegt der Fokus dabei auf dem Überblick zum Stand der Entwicklung sowie auf der Einschätzung zu Potenzialen und möglichen Risiken der identifizierten smarten Lösungen.

Überblick zum Stand der Entwicklung

Aktuell dominieren immer noch Ansätze, die das „**Retrofitting**“ existierender Strukturen verfolgen, hierbei geht es um die Integration digitaler Technologien und Dienstleistungen in bestehende Infrastrukturen. Jedoch existieren im Rahmen von städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen auch einzelne „Greenfield“-Vorhaben, die Smart-City-Konzepte in Neubauquartieren integrieren, bspw. auch in Form von Smart-City-Reallaboren (Oldenburg, München). Im internationalen Vergleich liegt in Deutschland, wie mehrheitlich in Europa, der Schwerpunkt somit auf der Entwicklung bereits gewachsener urbaner Strukturen – etwa im Unterschied zu den erwähnten Großprojekten „smarter“ Planstädte im asiatischen Raum (vgl. bspw. Masdar City in Abu Dhabi und der Songdo International Business District in Südkorea; Angelidou 2014, 54).

„Smart City“ ist dabei zunächst noch in erster Linie ein **Thema der Großstädte** ist. So steht die Tatsache, ob und wie aktiv sich eine Stadt umfassender mit der Smart City befasst, in engem Zusammenhang mit ihrer Einwohnerzahl. Während sich bereits eine Mehrheit der deutschen Städte mit mehr als 250.000 Einwohnern mit Smart City-Ansätzen beschäftigt (d.h. mit entsprechenden Strategien oder konkreten, umsetzungsorientierten Projekten), trifft dies auf Städte mit weniger als 100.000 Einwohnern nur sehr vereinzelt zu (Soike und Libbe 2018, S. 7).

In der **Querbetrachtung der Praxisbeispiele** sowie auch in der öffentlichen Wahrnehmung dominieren auf Ebene der bestehenden Infrastrukturen insbesondere die Handlungsfelder Mobilität sowie Energie die Smart City-Entwicklung. Eine Vielzahl an umsetzungsorientierten Projekten und Einzelmaßnahmen sind in diesen Bereichen verortet, zudem bilden beide Handlungsfelder in übergreifenden Konzepten wichtige inhaltliche Schwerpunkte – so gelten Fragen rund um Energie und Klima als auch Verkehr nicht nur im Zusammenhang mit der Smart City zu den wichtigen Zukunftsthemen für Städte und Regionen

Im **Bereich Mobilität und Verkehr** befassen sich smarte Konzepte unter anderem mit der intermodalen Verknüpfung von Mobilitätsdienstleistungen anhand übergelagerter Services, der

stärkeren Integration von alternativen Mobilitätsformen oder mit der Optimierung von Verkehrsströmen über neue Steuerungs- und Verkehrsinformationssysteme. In der Verkehrsinfrastruktur kommen somit vielerorts bereits Technologien zum Einsatz, die Verkehrsströme messen und davon abgeleitete Berechnungen in Echtzeit mit Lichtsignalanlagen oder Verkehrsinformationssystemen verknüpfen. Ein weiterer, in Zukunft sehr wichtiger Bereich ist zudem das Autonome Fahren, dessen Erforschung und Entwicklung seitens der Industrie vorangetrieben wird und der weiteren Digitalisierung der Mobilität Vorschub leisten wird.

Im **Bereich Energie** werden in erster Linie Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Energieinfrastrukturen sowie der weiteren Umsetzung der Energiewende verfolgt – vom Einsatz intelligenter Straßenbeleuchtung über die verbesserte Integration erneuerbarer Energieträger bis hin zu vernetzten Steuerungssystemen für Energiebereitstellung, -verteilung und -verbrauch (Smart Grids, Smart Meter, virtuelle Kraftwerke). Zudem liegt das Thema Energie teilweise quer zu den weiteren genannten Anwendungsbereichen und steht somit in enger Verknüpfung mit diesen: So haben digital-basierte Lösungen auch in anderen Bereichen, bspw. bei Mobilitätskonzepten oder Quartiers-/Gebäudekonzepten, oftmals eine Steigerung der Energieeffizienz zum Ziel. Nicht zuletzt dadurch ist das Thema Energie – ob nun im enger gefassten Sinne des beschriebenen Anwendungsfeldes oder in Verbindung mit weiteren Bereichen der Smart City – ein entscheidender Faktor für die ökologische Nachhaltigkeit der Smart City. So versprechen hohe Effizienz- und Substitutionspotenziale, die durch IKT (besser) genutzt werden können, einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz.

Im **Bereich Gebäude und Wohnen** zeigen sich zunehmend digital-vernetzte Lösungen bei der Ausstattung von Gebäuden oder im Einsatz für die Versorgung von Quartieren. So existieren bereits einige Quartiere – sowohl im Bestand als auch im Neubau – die im Sinne der Smart City als Reallabore oder Living Labs geplant und umgesetzt werden, wobei unter anderem neuartige Gebäudetechnik zum Einsatz kommt. Diese ermöglichen nicht nur neuartige Gebäudeversorgungskonzepte, sondern beispielsweise auch digitale Assistenzsysteme verschiedenster Art für die Bewohner.

Gleichzeitig wird insbesondere von den Infrastrukturbetreibern IKT zunehmend – mitunter gänzlich unabhängig von Smart City-Initiativen – für die Optimierung ihrer Systeme eingesetzt. Im Bereich der **stofflichen Ver- und Entsorgung** (Wasser, Abwasser; Abfall / Wertstoffe) gehören dazu beispielsweise Anwendungen auf Basis von Sensoren, wie etwa der Einsatz „intelligenter“ Abfallbehälter mit Füllstanderkennung oder neuartiger Steuerungssysteme für Netzinfrastrukturen, wie der Wasserver- und -entsorgung. Somit werden vor allem die technischen Versorgungsinfrastrukturen Gegenstand einer zunehmenden Digitalisierung.

Die genannten Bereiche stehen durch technologische Verknüpfungen zunehmend in einem Zusammenhang. Bei der **Kopplung von Infrastruktursektoren** spielt der Faktor Energie die zentrale Rolle. Dies zeigt sich beispielweise im Bereich E-Mobilität: Hier werden etwa Fahrzeugbatterien als Energiespeicher bereits als Teil des Energiesystems einkalkuliert oder, in einem anderen Anwendungsfall, Strom für den Einsatz in Kraftfahrzeugen zu Gas umgewandelt (Power-to-Gas). Aber auch in anderen Sektoren können technologische Lösungen dazu beitragen, Energien effizienter zu nutzen bzw. neue Quellen nutzbar zu machen, beispielsweise bei der Abwasserwärmerückgewinnung.

Potenziale und Risiken aus Umweltsicht: Effizienteres Management und Anreize für den urbanen Umweltschutz vs. Problemverlagerung, Rebound-Effekte und Überbewertung digitaler Lösungen

In der Bestandsaufnahme wurden auch Potenziale für den urbanen Umweltschutz in der Nutzungsphase erfasst. In der *Energieversorgung* bspw. umfassen identifizierte Potenziale unter anderem die Verringerung des Energieverbrauchs, die Reduktion von Treibhausgasemissionen, das Ermöglichen einer belastbareren, städtischen Handlungsgrundlage durch Echtzeitdaten und die Sensibilisierung von Bürgerinnen und Bürger für Energieeinsparungen. In der *Verkehrsinfrastruktur* umfassen Potenziale unter anderem die Setzung von Anreizen für den Umstieg vom PKW hin zu anderen Mobilitätsformen sowie die Förderung der Kombination von verschiedenen Verkehrsmitteln. Weitere Potenziale umfassen die Förderung der Elektromobilität, die Verringerung des Parkraumsuchverkehrs sowie die Reduktion der städtischen Schadstoffbelastung durch Stickoxide / Treibhausgase.

Gleichzeitig können verschiedene **Risiken für den urbanen Umweltschutz** durch smarte Lösungen auftreten, wie die Bestandsaufnahme zeigte.

Erstens besteht das Risiko der **Verlagerung von Umweltauswirkungen**. Gesetzt den Fall, dass durch smarte Müllbehälter in der Nutzungsphase Treibhausgase im Vergleich zur einer analogen Lösung eingespart werden, können trotzdem durch die Produktionsphase oder Verwertungsphase Treibhausgase entstehen, welche die positiven Effekte aufwiegen. Es kann dabei sogar der Fall auftreten, dass in der Summe das Klima stärker belastet wird, als ohne die Lösung. Die Auswirkungen verlagern sich also nur von einer Phase des Lebenszyklus einer smarten Lösung in eine andere.

Zweitens besteht das **Risiko von Rebound-Effekten**. Smarte Lösungen streben oft Energie- und Ressourceneffizienz an; bspw. soll die Parkplatzsuche für das Einkaufen in der Stadt reduziert und so weniger Energie in Form fossiler Energieträger verbraucht werden. Allerdings können die Minderungseffekte geringer ausfallen als angestrebt. Grund hierfür ist der Rebound-Effekt – durch die Effizienzsteigerung kann „eine vermehrte Nachfrage bzw. Nutzung“ bewirkt werden, also bspw. vermehrt der PKW genutzt werden, um Einkäufe in der Stadt zu erledigen (Umweltbundesamt 2016; S. 5). Auch im Bereich der Energieversorgung können diese Effekte auftreten – bspw. wenn die durch Smart-Home-Anwendungen eigentlich mögliche Energieverbrauchsminderung durch Mehrnutzung kompensiert werden.

Drittens besteht das **Risiko der Überbewertung digitaler Lösungen** für die Lösung städtischer Umweltprobleme. Viele kommunale Umweltprobleme sind nur durch nicht-digitale Maßnahmen lösbar bzw. in enger Verzahnung mit analogen Lösungen. Zusätzliche Anreize für ÖPNV-Nutzung durch Mobilitätsstationen und neue Apps laufen ohne eine Steigerung der Taktfrequenz und einem Ausbau der Kapazitäten ins Leere. Um die Zahl der Fahrradfahrenden zu erhöhen reicht eine Bevorzugung von Fahrradfahrern an Ampeln nicht aus, sondern dies benötigt auch den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur.

Ergebnisse der Fallstudienanalyse

Die Kernergebnisse der Fallstudienanalyse werden nachfolgend dargestellt, geordnet nach strategisch-konzeptioneller sowie Umsetzungsebene. Außerdem wird gesondert auf den Aspekt des Monitorings und der Evaluation eingegangen.

Urbaner Umweltschutz in Smart City Konzepten auf strategisch konzeptioneller Ebene

Der urbane Umweltschutz wird auf **strategisch-konzeptioneller Ebene** in allen vier Fallstädten als Zielstellung smarter Lösungen aufgegriffen. Auf Projektebene streben die Fallstädte insbesondere eine Reduktion von Treibhausgasemissionen und eine Steigerung der Energieeffizienz an; sie sind teils sogar Hauptzielstellung. Darüber hinaus nimmt beispielsweise die Stadt München eine nachhaltige Entwicklung in die gesamtstädtische, strategische Leitlinie „aktive und verantwortungsbewusste digitale Transformation“ auf und nennt verschiedene

umweltbezogene Zielvorstellungen, wie zum Beispiel die Nutzung von Technologien zur Reduktion des ökologischen Fußabdruckes, Ressourceneffizienz und CO₂-Neutralität. In Dortmund verdeutlichen die Projektauswahl, die Schwerpunktsetzung sowie auch die Etablierung von Expertenteams zu Mobilität und Logistik sowie Energie den faktischen Stellenwert des urbanen Umweltschutzes. In Ludwigsburg lässt sich ein generell hoher Stellenwert des urbanen Umweltschutzes feststellen. Projekte im Living LaB müssen zwingend mit Stadtentwicklungskonzept bzw. Masterplänen gekoppelt sein, wodurch auch Umweltaspekte zum Tragen kommen. Allerdings spielen Umweltaspekte nicht bei jeder Maßnahme eine zentrale Rolle. In Bottrop ist Maßstab der klimagerechte Stadtumbau in Verbindung mit einer Neudefinition der Stadt als Industrie- und Gewerbestandort. Die neue Identität bildet die Basis für weitergehende Maßnahmen. Die Minimierung der CO₂-Emissionen steht dabei im Fokus.

Die Entwicklung von Smart City Konzepten und Projekten der Städte erfolgt allerdings oftmals nur in loser Kooperation mit kommunalen Fachabteilungen für Umwelt- und Klimaschutz. Teils beschränkt sie sich auf reine Informationsvermittlung über Planungsabläufe. Die Prüfung von möglichen negativen Rebound-Effekten smarter Lösungen und die planerische Integration der smarten Lösungen in eine gesamtstädtische, ökologisch nachhaltige Entwicklung erfolgt bisher kaum.

Urbaner Umweltschutz in Smart City Konzepten auf der Umsetzungsebene

In der **Umsetzung** sind klare Schwerpunkte der Städte und unterschiedlich stark ausgeprägte Umweltbezüge der Maßnahmen erkennbar. In der Energieversorgung reichen die Beispiele in den Fallstudien von intelligentem Energiemanagement und virtuellem Kraftwerke bis zur Förderung von Smart-Home-Systemen und der Modernisierung von Straßenlaternen. In der Verkehrsinfrastruktur sind es der Aufbau von multimodalen Mobilitätsstationen und Schnelladestationen für E-Mobilität, Priorisierung von Fußgängern und ÖPNV an Ampeln, Parkraum-Management, Erfassung von Emissionen des Verkehrs durch Sensorik. In der Ver- und Entsorgung werden bspw. Routen der Müllabfuhr digital optimiert.

Die erprobten Anwendungen haben zumeist das Potenzial, zu einzelnen Zielen des urbanen Umweltschutzes beizutragen. Aus den im Rahmen der Studie durchgeführten Experteninterviews und der Analyse der Fallbeispiele geht aber auch hervor, dass die smarten Lösungen allein, selbst wenn sie in den Städten zukünftig stark und umfassend zum Einsatz kommen, absehbar nicht ausreichen werden, um einen nennenswerten Beitrag zum Erreichen übergeordneter klima- und umweltpolitischer Ziele zu erreichen. Insgesamt lässt sich hieraus ableiten, dass smarte Lösungen in ein Maßnahmenbündel nachhaltig ökologischer Stadtentwicklung einzubinden sind. Nur im Zusammenspiel mit anderen, nicht digitalen und auch nicht technischen Ansätzen und Maßnahmen können smarte Lösungen dem urbanen Umweltschutz wirklich dienen. Dies erfordert auch das Engagement aller Akteure, sich für die Zielerreichung einzusetzen und entsprechende Projekte voranzutreiben.

Urbaner Umweltschutz auf der Ebene von Monitoring und Evaluation

Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation ist eine wichtige Grundlage für die Bewertung von Smart-City-Ansätzen. Die in der Praxis postulierten positiven Umwelteffekte lassen sich jedoch aktuell nur in wenigen Fällen durch Daten untermauern – eine paradoxe Situation, werden doch gerade durch smarte Lösungen immer mehr Daten gesammelt. Ein Hauptgrund hierfür liegt in wenig ausgeprägten **Monitoring und Evaluationssystemen**, welche die tatsächlichen Umwelteffekte smarter Lösungen beobachten und einschätzen. Auf Projektebene werden solche Systeme oft umgesetzt bzw. durch Fördermittelgeber eingefordert, auf gesamtstädtischer Ebene fehlt es aber zumeist daran, aus unterschiedlichen Gründen: teils bestehen Bedenken, dass ein

solches System den Misserfolg einzelner Maßnahmen zu stark hervorheben könnte, teils besteht hierfür im Unterschied zum verpflichtenden Monitoring im Rahmen einer Projektförderung kein unmittelbarer Handlungsdruck, teils fehlen die finanziellen und personellen Mittel, bzw. auch das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer umfassenden Beobachtung und Wirkungsabschätzung.

Ergebnisse der Analyse von Standardisierung und rechtlichem Rahmen

Die Kernergebnisse der Analyse internationaler Normung und Standardisierung zu Smart Cities sowie dem rechtlichen Rahmen werden im Folgenden aufgeführt. Im Fokus stehen dabei Chancen und Risiken der Anwendung von internationalen Normen und Standards, sowie die Grenzen und Einordnung einer internationalen Normung und Standardisierung. Ferner wird ein Überblick über den Rechtsrahmen zum Thema Smart City gegeben.

Insgesamt wurde im ersten Arbeitsschritt deutlich, dass Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen vielfältige Rollen spielen können. Die gilt nicht nur für die Entwickler von innovativen Lösungsansätzen, sondern auch für städtische Akteure, die Normen und Standards nutzen können, um Anforderungen an diese Smart City-Ansätze zu definieren. Im ersten Arbeitsschritt wurden hierzu verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt. Typischerweise ist die Anwendung von Normen und Standards dabei im Bereich der Beschaffung relevant.

Die konkreten **Auswirkungen der Anwendung von Normen und Standards**, insbesondere in Hinblick auf Umwelt und Nachhaltigkeit, lassen sich allerdings nur im **Einzelfall** betrachten, denn sie sind abhängig vom konkreten Entstehungs- und Anwendungskontext. Normen, deren Anwendung für eine Stadt geeignet ist, können für eine andere Stadt ungeeignet sein. Insofern sind Normen bzw. Standards nicht per se als Barriere oder als Erfolgsfaktor zu bezeichnen, zumal die Anwendung von Normen grundsätzlich freiwillig erfolgt.

Es lässt sich aber feststellen, dass **Risiken** in Hinblick auf die Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen dann bestehen, wenn diese **Freiwilligkeit** nicht mehr gegeben ist, etwa durch vertragliche Verpflichtungen. Auch ohne expliziten Verweis auf Normen in rechtlich relevanten Dokumenten besteht die Gefahr, dass bestimmte Normen und Standards bei Rechtsstreitigkeiten als Maßstab für den „Stand der Technik“ genommen werden. Hierdurch können beispielsweise durch die Frage, inwiefern die Umsetzung innovativer Ansätze, zu denen keine geeigneten Normen verfügbar sind, rechtlich möglich sind, auch Unsicherheiten entstehen, die die Umsetzung nachhaltigkeitsförderlicher Ansätze verhindert. Darüber hinaus können Normen und Standards auch durch ihre „Marktmacht“ wirken, wenn sich bestimmte Produkte oder Dienstleistungen als de facto Standard durchgesetzt haben.

Umso wichtiger ist es, dass bei der Erarbeitung von Normen und Standards auf internationaler Ebene **kommunale und umweltrelevante Interessen vertreten** sind, und es den jeweiligen Akteuren ermöglicht wird, ihre Bedarfe und Herausforderungen in die Normung und Standardisierung einzubringen. Damit bestätigt dieser Bericht auch die Ergebnisse der Vorgängerstudie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“ (Umweltbundesamt 2020).

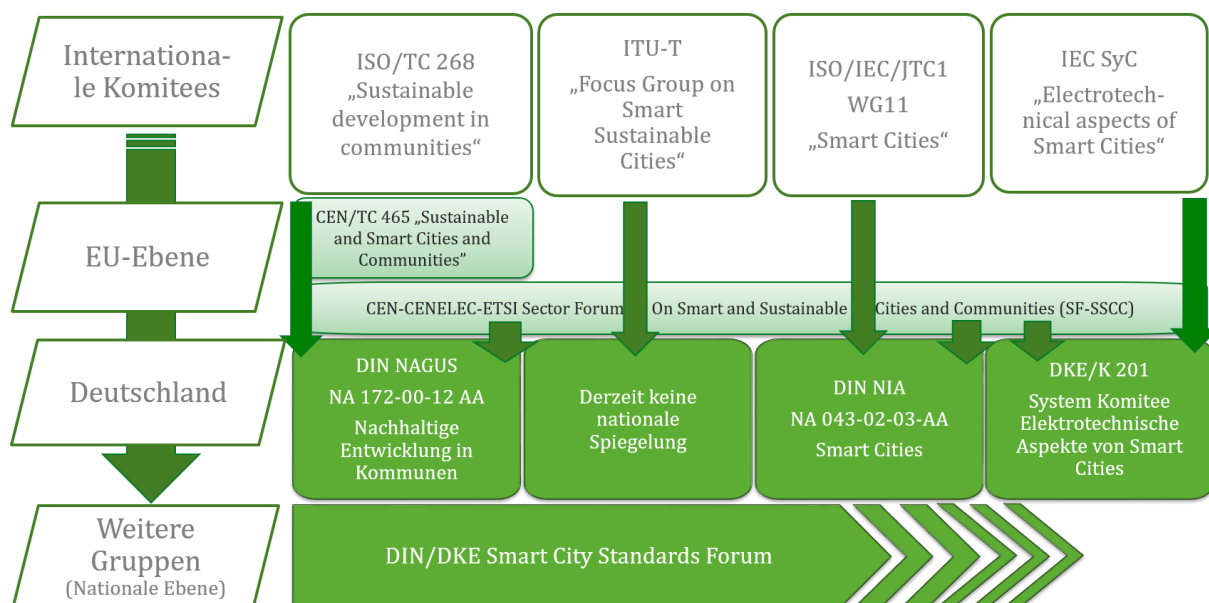
Diese Einschätzung gilt auch, obwohl bei der Analyse der Rolle von internationalen Normen und Standards in den Fallstudienstudienregionen im dritten Schritt empirisch zumindest keine unmittelbaren negativen Auswirkungen der Anwendung von internationalen Normen und Standards auf die Aktivitäten vor Ort festgestellt werden konnten

Denn gerade im Themenfeld Smart City sind Normen und Standards z. T. noch neu oder in Entstehung und haben nur eine geringe Verbreitung. Daher bestehen hier noch Gestaltungsmöglichkeiten.

Darüber hinaus wurde weiterer Forschungsbedarf dahingehend identifiziert, dass eine pauschale Definition der **Grenzen von Normung und Standardisierung** nicht möglich ist. Grundsätzlich zeigte sich aber im zweiten Arbeitsschritt, dass sich für eine internationale Normung und Standardisierung Gegenstände als geeignet erweisen, deren Anwendung nicht oder nur in sehr geringem Maße in den politisch-gesellschaftlichen Bereich einer Stadt eingreift, und die so **keine negativen Auswirkungen auf demokratische Entscheidungsprozesse** innerhalb einer Stadt haben. Dies betrifft in Hinblick auf die Möglichkeiten der Digitalisierung überwiegend Fragen technischer Natur, wie z. B. nach Schnittstellendefinitionen oder nach kompatiblen Datenformaten. Bei Normung und Standardisierungen zu komplexeren Produkten oder Dienstleistungen besteht das Risiko, dass diese nicht in Hinblick auf die jeweiligen spezifischen, städtischen Kontexte anwendbar sind, und so zu rechtlichen Schwierigkeiten bei der Umsetzung oder auch zu Akzeptanzproblemen bei der Bevölkerung führen können. Dennoch zeigte sich, dass es auch für kommunale Akteure sinnvoll sein kann, eine international vergleichbare Indikatorik oder generell Leitlinien für die Umsetzung von Smart City-Ansätzen zu haben. Insbesondere hier ist aber eine differenzierte Betrachtung notwendig, ebenso wie das Wissen und die Erfahrung kommunaler Akteure in der internationalen Normung und Standardisierung.

Die internationale Normungs- und Standardisierungslandschaft ist aufgrund der großen Bandbreite des Themas Smart City sehr unübersichtlich. Wichtige **normungsrelevante Aktivitäten** finden sich vor allem in den Bereichen Wasser, Fernwärme und Energie, ebenso Verkehr bzw. Transport. Damit sind viele der für eine Smart City relevanten Anwendungsfelder betroffen. Um fokussierte Aussagen zur Normung und Standardisierung im Bereich Smart City auf internationaler Ebene treffen zu können, wurde sich daher in dieser Studie vor allem auf die zentralen Smart City-Gremien auf internationaler Ebene (sowie entsprechende nationale Spiegelgremien) konzentriert, die das Thema explizit behandeln (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Hier sind alle großen, internationalen Normungsorganisationen (ISO, IEC, ITU-T) mit verschiedenen Gremien oder Arbeitsgruppen vertreten.

Abbildung 1: Smart City-Gremien auf internationaler Ebene



Quelle: Eigene Darstellung nach DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik 2020, Institut für Innovation und Technik

Gerade in Hinblick auf das **Thema Nachhaltigkeit** nimmt das ISO/TC 268 aber eine besondere Rolle ein, da es u. a. versucht, Leitlinien für die Entwicklung von nachhaltigen Städten und Kommunen zu entwickeln. Darüber hinaus sind in diesem Gremium bereits kommunale und umweltrelevante Akteure vertreten. Dennoch wurde auch deutlich, dass es vor allem auf internationaler Ebene sehr viel **Koordinationsbedarf zwischen den einzelnen Organisationen und Gremien** gibt, und das ISO/TC 268 hierfür bislang nur bedingt als zentraler „Ansprechpartner“ für die weitere Entwicklung des Themas Smart City dient. Dies gilt nicht nur für bereits vorhandene Normungsaktivitäten, sondern auch für neue Unternehmen in diesem Themengebiet, die so einen ersten Zugang zu kommunalen Themen und Bedarfen haben. Gerade in Hinblick auf die Förderung der Themen Umwelt und Nachhaltigkeit im Smart City-Kontext wurde hier eine Chance identifiziert. Obwohl in dieser Studie vor allem die internationale Ebene im Vordergrund steht, sei darauf hingewiesen, dass im Oktober 2019 auch bei CEN ein offizielles Gremium zum Thema Smart Cities eingerichtet wurde, das CEN/TC 465 (CEN CENELEC 2019). Dieses fungiert als Spiegelgremium zum ISO/TC 268 auf europäischer Ebene⁵.

Neben den genannten offiziellen Normungs- bzw. Standardisierungsorganisationen wurde zusätzlich geprüft, ob und welche Standardisierungskonsortien in dem Themenfeld relevant sind. Das Akteursfeld ist hier aufgrund der großen Anzahl an Konsortien unübersichtlich. Da der Fokus in diesem Projekt auf dem „Big Picture“ liegt, wurde hier lediglich eine stichprobenartige Recherche wichtiger Konsortien vorgenommen, inwiefern hier eine explizite, d. h. organisierte Beschäftigung mit dem Thema Smart City geschieht. Insgesamt sind zahlreiche Standardisierungskonsortien an der Standardisierung im Bereich Smart City beteiligt, wobei der Fokus vor allem auf den Themen wie etwa Dateninteroperabilität und -schnittstellen für verschiedene Anwendungsfelder liegt (vgl. European Telecommunications Standards Institute [ETSI] 2016a, 2016b). Viele dieser Standardisierungskonsortien, wie z. B. one M2M oder IEEE entwickeln eigene Standards oder beteiligen sich als Liaison an der Normungsarbeit (ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities [FG-SSC] 2020), sodass in einigen Fällen auch eine Zusammenarbeit der Standardisierungskonsortien mit den internationalen Normungsorganisationen stattfindet. Insgesamt lässt sich keinerlei Schwerpunktbildung hin zu bestimmten Standardisierungskonsortien feststellen, das Bild ist hier stark fragmentiert.

In Hinblick auf den **rechtlichen Rahmen** im Bereich Smart City konnte auf Basis der identifizierten Smart City-Ansätze aufgezeigt werden, dass vor es allem im Anwendungsfeld Energie zahlreiche, relevante Rechtsvorschriften gibt, die in Hinblick auf das Thema Sektorenkopplung auch Auswirkungen auf andere Anwendungsfelder und Smart City-Ansätze haben. Im Anwendungsfeld Energie spielen außerdem Normen und Standards zur Ausgestaltung des Rechtsrahmens eine wichtige Rolle. Daneben sind im Bereich technischer Infrastrukturen, inkl. Themen wie Sensorik und Datenplattformen, ebenfalls zahlreiche Rechtsvorschriften relevant für den Bereich Smart City, da sie die Grundlage für daten- und plattformbasierte Smart City-Ansätze in verschiedenen Anwendungsfeldern bilden. So behandeln Themen wie Datenschutz und Datenhoheit grundlegende Aspekte für die Plattformökonomie. Nachholbedarf gibt es konkret im Bereich der Digitalisierung beim Thema Nachhaltigkeit und Umwelt. Zwar werden durch viele Rechtsvorschriften nachhaltigkeitsfördernde Ansätze ermöglicht. Aber konkrete Regelungen, etwa in Form eines Green-IT-Gesetzes, welches beispielsweise eine Nachhaltigkeitsbetrachtung in Bezug auf die zunehmenden Datenmengen vornimmt und die damit verbundene Menge an Elektronik und der erhöhte Energieverbrauch thematisiert, fehlt bislang.

⁵ Bislang wurden aber noch keine konkreten Arbeitsergebnisse dieses Gremiums vorgestellt.

Empfehlungen Bund

Aufbauend auf der Bestandsaufnahme, Fallstudienanalyse und Analyse von Standardisierung und Normung wurden Empfehlungen für den Bund und Kommunen ausgearbeitet.

Umweltfreundliche Ausgestaltung smarter Lösungen auf die Agenda setzen, auf mögliche Risiken und Rebounds hinweisen & Potenziale stärken

In der Smart City Charta wird die Verpflichtung zu nachhaltiger und integrierter Stadtentwicklung betont. Um Smart-City-Konzepte und Maßnahmen am urbanen Umweltschutz auszurichten, sollte bei allen Aktivitäten des Bundes der Umwelt- und Klimaschutz als notwendige Bedingung einer Smart City verankert werden. Dementsprechend sind smarte Konzepte und Lösungen solche, die dem Umwelt- und Klimaschutz dienen. Dabei sollte insbesondere auch der Gedanke der Einbettung ökonomischen und sozialen Handelns in planetare, ökologische Grenzen verankert werden, um zu verdeutlichen, dass absolute Grenzen für Ressourcennutzung und Emissionen von Schadstoffen bestehen.

Der Bund sollte bei der umweltfreundlichen Gestaltung von Smart Cities eine aktive, gestaltende Rolle einnehmen. In Visionen, Leitbildern und Strategien zur Smart City auf Bundesebene sollten konkrete umwelt- und klimabezogene Zielsetzungen aufgenommen werden, welche Umweltschutzvorgaben mit zeitlichem Horizont möglichst verbindlich festschreiben. Diese können durch den Abgleich von Zielen und realer Situationen Evaluationen ermöglichen und die weitere Strategiebildung informieren. Ein Beispiel sind Ziele, welche die Reduzierung städtischer Treibhausgasemissionen bis zu den Jahren 2030 bzw. 2050 festschreiben (bspw. CO₂-Neutralität).

Kommunale umweltbezogene Monitoring- und Evaluationssysteme für Smart Cities vorantreiben

In der Smart City Charta wird bereits gefordert, dass die „Forschung gemeinsam mit den Kommunen Pilotprojekte durch ein systematisches Monitoring [begleitet und] evaluiert“ (BBSR und BMUB 2017: 15). Auch die im Rahmen der Studie durchgeführten Fallstudien haben ergeben, dass kommunale umweltbezogene Monitoring- und Evaluationssysteme (M&E) weiter ausgebaut werden sollten. Verschiedene Schritte erscheinen notwendig. Dazu gehören unter anderen leicht zugängliche Informationen zum Stand des Wissens und zu Standards zur Evaluation und Monitoring aus Umweltperspektive; Information über die Notwendigkeit eines Impact-orientierten, kontinuierlichen Monitorings und einer Evaluation smarter Lösungen; verbindliches M&E bei Smart-City-Fördervorhaben des Bundes zu Umwelt- und Klimaauswirkungen; Förderung wissenschaftlicher Begleitforschung smarter Lösungen über längere Zeiträume; Förderung personeller Ressourcen. Insgesamt erscheint es insbesondere wichtig, eine Kultur des Fehlermachens zu ermöglichen; Fehler sind zu vermeiden, aber dies darf nicht dazu führen, dass Projekte überhaupt nicht aus Umweltsicht evaluiert und dadurch Misserfolge nicht erkannt werden.

Stärkung des urbanen Umweltschutzes in der Förderung im Bereich Smart City

Generell sollte der Stärkung des urbanen Umweltschutzes in der Förderung der Smart City größere Bedeutung zukommen. Das Konzept der Smart City wurde in den letzten Jahren stark durch das EU-Förderprogramm Horizon 2020 geprägt, das hohe Summen an Fördergeldern für Smart-City-Projekte in europäischen Städtekonsortien bereitstellte. Vier deutsche Großstädte haben daran partizipiert. Mit der Verabschiedung der Smart City Charta (BBSR und BMUB 2017) hat die Thematik der Smart City auch auf bundespolitischer Ebene stark an Bedeutung gewonnen. Mit den Fördergeldern für Smart-City-Modellprojekte, die erstmals 2019 vom Bundesinnenministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) ausgelobt wurden, ist ein nationaler Förderrahmen für Smart-City-Entwicklungen in deutschen Städten verabschiedet

(KfW 2020). Ebenso zu erwähnen ist die Initiative "Stadt.Land.Digital" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi 2020).

Inzwischen ziehen auch die Bundesländer nach und unterstützen etwa die Entwicklung integrierter digitaler Entwicklungskonzepte. All diese Maßnahmen tragen ganz wesentlich zu den Zielen der Smart City Charta bei. Allerdings ist ein technologischer Schwerpunkt unübersehbar. Umweltbelange werden berücksichtigt, stehen aber nicht explizit im Fokus. Daher erscheint eine entsprechende Initiative von BMU und UBA wünschenswert. Umso mehr, als insbesondere die Themen Energie und Mobilität derzeit im Fokus der kommunalen Aktivitäten stehen und damit zwei Bereiche von großer Umweltrelevanz. Der Schwerpunkt/Fokus von Fördermaßnahmen sollte auf der Untersuchung der Wirkungen der Digitalisierung in der Stadtentwicklung, die Entwicklung von Systemen zum umweltbezogenen Monitoring und Evaluation von Smart City Maßnahmen, die Förderung von entsprechenden Modellvorhaben sowie den Aufbau digitaler Kompetenzen in Umweltverwaltungen sowie die Organisation des interkommunalen Erfahrungsaustausches zum Thema liegen.

Nationale Themen und Bedarfe in Normungs- und Standardisierungsaktivitäten einspeisen und auf Umwelt- und Klimaschutzziele ausrichten

Normung und Standardisierung können die Umsetzung von umweltförderlichen Smart City-Ansätzen unterstützen, diese aber auch behindern. Daher ist es wichtig, dass Normen und Standards, die Auswirkungen auf Umweltwirkungen haben können, frühzeitig mitgestaltet werden.

Der Bund kann dabei Einfluss auf die Gestaltung dieser Themen in Normung und Standardisierung nehmen, indem z. B. Normungsanträge gestellt und Fachleute entsandt werden. Es wird daher empfohlen, dass sich der Bund im Zusammenwirken mit Ländern und kommunalen Spitzenverbänden als Themensetzer unter Berücksichtigung der in der Normung und Standardisierung üblichen Wege gezielt einbringt, wie beispielsweise dem ISO/TC 268 Sustainable cities and communities“ auf internationaler oder dem CEN/TC 465 „Sustainable and Smart Cities and Communities“ auf europäischer Ebene. Dabei sollte etwa das in Forschungsprogrammen gewonnene Wissen in die Normung einfließen oder Normungsvorschläge gemacht werden. Weiterhin ist es sinnvoll, die Entsendung von Fachleuten in weitere, für das Thema Smart Cities relevante Normungsgremien finanziell zu unterstützen oder selbst Fachleute aus Ministerien oder Behörden in die Normung und Standardisierung zu entsenden, wie es beispielsweise das Umweltbundesamt (UBA) in vielen anderen Themenbereichen praktiziert.

Vernetzung in Bezug auf umweltfreundliche smarte Lösungen stärken

Vernetzung und Erfahrungsaustausch sind wichtige Aspekte, die kommunale Akteure bei der Umsetzung von umweltförderlichen, Smart City-Lösungen, -Produkten und -Dienstleistungen unterstützen. Denn für deren Umsetzung gibt es insbesondere vor dem Hintergrund der großen Vielfalt der Kommunen in Deutschland oftmals kein „Patentrezept“. Dies gilt umso mehr bei so komplexen Themen wie Normung und Standardisierung, welches selbst für Fachleute kaum überblickbar ist. Ein Defizit ist dabei auch das Fehlen eines institutionalisierten Mechanismus des Wissensaustauschs zwischen Normung und kommunaler Praxis. Über diesen könnten Städte Erfahrungen und Expertise in die Normungsprozesse einspeisen. Gleichzeitig könnten die Arbeitsergebnisse aus der Normung und Standardisierung über diesen wieder an die Städte zurückgespielt werden.

Es wird daher empfohlen, dass Bund, aber auch die Bundesländer, über geeignete Formate (z. B. Organisation von Diskussionsforen auf der Smart Country Convention zwischen kommunalen Fachleuten und Fachleuten des DIN, oder „Roadshows“) eine stärkere Verknüpfung des

Austauschs zur Umsetzung umweltförderlicher Smart City-Ansätze zwischen kommunalen Fachleuten und Praktikern fördert. Dabei sollten auch Fachleute aus der Normung und Standardisierung eingebunden werden. Gemeinsam mit DIN oder anderen regelsetzenden Institutionen können so auch der Nutzen der Normung und Standardisierung an kommunale Akteure kommuniziert und umgekehrt kommunale Bedarfe in die Normung und Standardisierung zurückgespielt werden. Auch eine Unterstützung kommunaler Akteure zur Beteiligung an Normung und Standardisierung (z. B. bei Reisekosten) wäre bedenkenswert. Weiterhin erscheint es sinnvoll, den intra-kommunalen Austausch zwischen Praktikern, die in der Normung und Standardisierung tätig sind, wie z. B. aus kommunalen Unternehmen, und städtischen sowie kommunalen Akteuren, die in der Stadtverwaltung oder Planung mit der Umsetzung von Smart City-Ansätzen befasst sind, weiter zu stärken. So können auch ohne direkte Beteiligung städtischer Akteure in der Normung auf „kurzem Wege“ kommunale Bedarfe in die Normung eingebracht werden. Der Bund kann diese Aktivitäten durch entsprechende Informationskampagnen fördern, oder aber diesen Austausch mit Ressourcen unterstützen, indem er diese zu einer obligatorischen Anforderung in Förderprogrammen macht.

Darüber hinaus wird empfohlen, eine transparente Übersicht über alle internationalen Normen und Standards zu schaffen, die auf kommunaler Ebene hinsichtlich der Umsetzung von umwelt- und nachhaltigkeitsförderlichen Smart City-Ansätzen relevant sind. Als Vorbild kann hier beispielsweise das „UNECE Portal on Standards for the SDGs“ (United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] 2020) dienen. Der Bund könnte hierbei mit dem Aufbau einer entsprechenden Plattform unterstützen.

Experimentierräume für umweltfreundliche smarte Lösungen ermöglichen

Living Labs, Testbeds oder Innovationslabore gelten vielfach als der Weg, um die Kooperation zwischen privatem und öffentlichem Sektor anzustoßen und unter zum Teil vereinfachtem Regulationsrahmen neue Technologien zu erproben. Als Testumgebung für Experimente bieten sie zum einen den Technologieanbietern den Raum für die Anwendung bestimmter Technologien unter realen Bedingungen, was zugleich den Vorteil einer Risikominimierung eigener Innovationsprozesse bereithält. Zum anderen bieten diese Labore aber auch den städtischen Entscheidungsträgern Zugang zu Wissen, um technologische Entwicklungen und deren Anwendungsmöglichkeiten. Im Kern dienen diese Aktivitäten der Entwicklung, Anpassung und Verbreitung von Technologien. Sie sind damit zugleich Technologie getriebene ökonomische Entwicklungspolitiken. Umweltbelange drohen bei diesen Aktivitäten regelmäßig vernachlässigt zu werden. Daher sollten verstärkt Experimentierräume für umweltfreundliche smarte Lösungen in Städten und Regionen gefördert werden. Diese Experimentierräume böten zugleich die Möglichkeit, die oben erwähnten Monitoring- und Evaluationssysteme zur Anwendung zu bringen.

Empfehlungen Kommunen

Stellenwert ökologischer Nachhaltigkeit in Smart Cities weiter in den Kommunen stärken – Strategien und Ziele aufsetzen und am urbanen Umweltschutz ausrichten, aktive Rolle einnehmen

Viele Städte entwickeln derzeit Digitalstrategien oder haben diese bereits verabschiedet. Strategieentwicklung bedeutet stets die Kombination von Vorgehensweise des top-down und des bottom-up sowie die horizontale Einbindung aller relevanten Fachbereiche. Für die Entwicklung sollte die Expertise aus lokaler Bevölkerung, Wirtschaft und Wissenschaft, aus städtischer Mitarbeiterschaft und externer Experten einbezogen und zu einem konsistenten

Leitbild zusammengeführt werden. Andere strategische Pläne, wie etwa Masterpläne für Energie oder Mobilität gehören einbezogen.

Um Smart-City-Konzepte und Maßnahmen am urbanen Umweltschutz auszurichten sollte der Umwelt- und Klimaschutz in zentralen Dokumenten zur Smart City verankert werden. Insbesondere sollten bestehende Masterpläne zum Umwelt- und Klimaschutz und angrenzenden Bereichen wie Mobilitätsplanung in Visionen, Leitbildern, Strategien als Referenzrahmen fest integriert sein. Dementsprechend sind smarte Konzepte solche, die dem Umwelt- und Klimaschutz dienen.

In zentralen Dokumenten zur Smart City in der Stadt sollten auch konkrete **umwelt- und klimabezogene Zielsetzungen** aufgenommen werden, welche Umweltschutzvorgaben mit zeitlichem Horizont möglichst verbindlich festschreiben. Ein Beispiel sind Minderungsziele im Klimabereich, welche zumeist Reduzierung von städtischen Treibhausgasemissionen bis zu den Jahren 2030 bzw. 2050 festschreiben (bspw. CO₂-Neutralität).

Kommunen sollten bei der umweltfreundlichen Gestaltung von Smart Cities eine **aktive, gestaltende Rolle für umweltfreundliche Smart Cities** einnehmen. Dies kann bspw. beinhalten, eigene Konzepte auch als Vorbild für andere Kommunen zu begreifen und sich als Promoter grüner smarter Lösungen zu verstehen. Dies bedeutet aber auch, nicht davon auszugehen, dass sich urbaner Umweltschutz durch smarte Lösungen von selbst einstellt, sondern hierfür sind erst die richtigen Weichen zu stellen.

Urbanen Umweltschutz in der Smart-City-bezogenen Organisationsstruktur abbilden – Umweltämter noch stärker einbinden und Umweltprojekte mit Ressourcen ausstatten

Die Digitalisierung hat sich in den vergangenen Jahren zu einer neuen kommunalen Querschnittsaufgabe entwickelt. Zu ihrer Stärkung wurde vielerorts eine personelle und organisatorische Verankerung vorgenommen. Dies zeigt sich insbesondere daran, dass sich in vielen Städten mittlerweile ein sogenannter CDO – Chief Digital Officer findet, der die Prozesse zwischen den verschiedenen Fachreferaten koordinieren soll. Qftmals ist diese Stelle als Stabsstelle mit funktionaler Nähe zur politischen Spitze installiert. Dadurch wird die Bedeutung des Themas unterstrichen. Zugleich sind die Digitalisierungsbeauftragten aber auch auf eine gute Zusammenarbeit mit den Fachämtern dringend angewiesen.

Zu den wichtigsten Aufgaben eines CDO gehört die Entwicklung, Fortschreibung und Implementierung einer Digitalisierungsstrategie sowie die bereichsübergreifende Koordination von die Digitalisierung betreffenden Prozessen innerhalb der Verwaltung. Hinzu kommt die Vernetzung der mit Interessengruppen aus Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung.

Zur bereichsübergreifenden Koordination gehört auch die Einbindung der Umweltämter. Digitalisierungskonzepte überzeugen dann, wenn Nachhaltigkeit und Umweltschutz nicht nur deklaratorisch Bestandteil der Digitalisierungsstrategie sind, sondern bereits die Konzeptphase einen klaren Prozess der Berücksichtigung umweltbezogener Belange erkennen lassen. Es geht darum sicherzustellen, dass städtische Umwelt- und Klimaziele hinreichend abgedeckt sind und keine gegenteiligen Effekte entstehen könnten („Umweltcheck“). Dies gilt insbesondere in Hinblick auf die Potenziale oder auch möglichen Risiken in Hinblick auf den Klimaschutz. Zu dem verfügen die Umweltämter über langjährige Erfahrungen in der Nutzung von Indikatorensystemen für Umwelt und Nachhaltigkeit. Sie sollten daher auch in das **Monitoring und die Evaluation** von Smart City Vorhaben einbezogen werden.

Viele Digitalisierungsstrategien haben einen unmittelbaren Bezug zu städtischen Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitiken. Die aktuell vielfältigen Fördermöglichkeiten rund um das Thema Smart City können daher genutzt werden, bestehende umweltpolitische Ziele durch Projekte weiter zu unterlegen und digitale Technologie dort einzusetzen, wo ihr Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz auch tatsächlich gegeben ist.

Austauschformate für die Umsetzung von umweltschutzrelevanter Guter Praxis schaffen und nutzen

Vernetzung und Erfahrungsaustausch unterstützen kommunale Akteure bei der Umsetzung von umweltförderlichen, smarten Lösungen, Produkten und Dienstleistungen. Hierfür existiert insbesondere vor dem Hintergrund der großen Vielfalt der Kommunen in Deutschland oftmals kein „Patentrezept“. Dies gilt umso mehr dann, wenn so komplexen Themen wie Normung und Standardisierung mitberücksichtigt werden sollen. Hier ist es auch im Interesse von Kommunen, über diese Themen nicht nur informiert zu bleiben und von Guter Praxis anderer Kommunen zu lernen, sondern auch entsprechend frühzeitig eigene, kommunale Bedarfe zu kommunizieren und an wichtigen Stellen durch Mitwirkung aktiv einzubringen. So kann verhindert werden, dass Lösungsansätze entwickelt werden, deren Umsetzung negative Folgen (z. B. hohe Kosten für den Umsetzungsaufwand, niedrige Umweltstandards) für Kommunen haben können.

Prozess der Formulierung smarter Lösungen an Zielen des urbanen Umweltschutzes ausrichten, Monitoring und Evaluationssystem aufbauen

Identifizierung des Bedarfs an tatsächlichen städtischen Umweltproblemen ausrichten

Ausgangspunkt einer umweltfreundlichen smarten Lösung sollte die **Analyse der hauptsächlichen Umweltprobleme der Kommune** sein. Smarte Lösungen sollten an den größten Umweltproblemen ansetzen, bei denen sie zur Umweltentlastung beitragen können. Dazu könnten je nach Stadt bspw. Treibhausgasemissionen und Stadtklima, Flächeninanspruchnahme und Naturschutz, Energieverbrauch, Wasserverbrauch, Lärm und Luftreinhaltung gehören. Analysiert werden sollte, für welche der Herausforderungen Maßnahmen bereits existieren und inwieweit diese für die Stadt passend erscheinen.

Die Identifikation des Bedarfs ist nicht eine Sache der Verwaltung allein. Ein Schlüssel zu Erfolg sind Plattformen der Bürgerbeteiligung, über die beispielsweise drängende Umweltprobleme und die mögliche Lösungsunterstützung zur Diskussion gestellt werden. Solche Beteiligungsformate sind gerade dann wichtig, wenn die Umweltprobleme ein hohes Maß an individueller Betroffenheit auslösen. Also etwa eine hohe Feinstaubbelastung im Stadtteil, Lärmbelastung im Wohnumfeld oder zunehmende Hitzebelastung infolge des Klimawandels. Welche konkreten Smart City Projekte sollen zur Lösung dieser Probleme durchgeführt werden? Was bedeuten die angestrebten smarten Lösungen für die Menschen vor Ort? Welche Umweltentlastungspotenzialen sind mit ihnen verbunden? Welche Mitwirkungsmöglichkeiten am Projekt bestehen? Wie können Bürger eigene Projektideen einbringen? Über diese und andere Fragen kann sich über ein solches Portal ausgetauscht werden. Hilfreich ist es dabei, wenn die angestrebten Lösungen visualisiert werden, damit ein möglichst plastischer Eindruck entsteht. Wichtig ist aber auch: Bürgerbeteiligung sollte sich nicht auf digitale Formate beschränken. Wichtig sind auch eingeübte analoge Beteiligungsformate wie etwa Bürgerforen, Fokusgruppengespräche oder Haushaltsbefragungen.

Umweltcheck bei der Konzipierung von smarten Lösungen integrieren

Smarte Lösungen sollten im Rahmen der eigenen Möglichkeiten einem Umweltcheck unterworfen werden. Idealerweise wird der Umweltcheck gemeinsam mit den für Umwelt- und

Klimaschutz zuständigen Stellen in der Stadt durchgeführt. Grundsätzlich sollte bei der Konzipierung geprüft werden, inwieweit es zu einer smarten Lösung eine umweltfreundlichere Alternative gibt bzw. inwieweit die Lösung im Vergleich zu Alternativen umweltfreundlicher ist. Hier könnten als Benchmarks erst einmal die eigenen Ziele zum Umwelt- und Klimaschutz dienen, um die Lösungen vor diesem Hintergrund einzuordnen. Auch kann der Umweltcheck weitere Prozess-Schritte aufgreifen.

Exemplarische Fragestellungen für einen Umweltcheck sind:

- ▶ Setzt die Lösung an den zentralen Umweltproblemen der Stadt an?
- ▶ Ist die Lösung konform mit städtischen Umwelt- und Klimazielen?
- ▶ Sind positive Umweltauswirkungen durch die smarte Lösung absehbar?
- ▶ Ist die smarte Lösung integriert konzipiert mit dem jeweiligen Infrastruktursektor, weiteren Infrastrukturen sowie weiteren Lösungen im Bereich?
- ▶ Werden zeitgleich mit der smarten Lösung weitere für nachhaltige Stadtentwicklung notwendige Maßnahmen getroffen?
- ▶ Sind Rebound-Effekte unwahrscheinlich?
- ▶ Sind Verlagerungseffekte unwahrscheinlich?
- ▶ Wurde geprüft, ob zur smarten Lösung analoge Lösungen existieren, die weniger Umweltauswirkungen mit sich bringen?

Beschaffung nachhaltig ausgestalten

Bei der Realisierung einer Maßnahme sollte **die Beschaffung so ausgestaltet werden, dass ökologisch nachhaltigen Lösungen** möglichst Vorrang eingeräumt werden. Nachhaltige Beschaffung in der Stadt ist als Aufgabe dabei nicht auf smarte Lösungen beschränkt. So sollte dabei möglichst durch übergeordnete Stellen in der Stadt eine Entscheidung getroffen, nachhaltig zu beschaffen, bspw. durch Bürgermeister bzw. Bürgermeisterinnen (vgl. Umweltbundesamt 2018a). Dieses Bekenntnis sollte auch formal festgehalten werden, sodass sich nachgeordnete Stellen bei der Beschaffung im Rahmen smarter Lösungen hierauf berufen können. Die Beschaffung sollte möglichst in Zusammenarbeit mit den für Umwelt- und Klimaschutz Verantwortlichen erfolgen. Auch sollten interne Schulungen sicherstellen, dass das Thema umweltfreundliche Beschaffung verankert ist.

Im Vergabeverfahren selbst können Umweltaspekte in verschiedene Phasen einfließen (Umweltbundesamt 2019), so schon in die Auswahl des Auftragsgegenstands, in die Leistungsbeschreibung durch Formulierung von Umwelanforderungen, in die Eignungsprüfung von Unternehmen (diese sollten Umweltmanagementsysteme integriert haben) sowie durch Einbeziehung von Umweltkriterien in die Zuschlagskriterien und Ausführungsbedingungen. Das Umweltbundesamt hat für diesen Prozess verschiedene Materialien zusammengestellt, die bei der nachhaltigen Beschaffung unterstützen können. Hierzu gehören Schulungsskripts, Empfehlungen für die Ausschreibung, Rechtsgutachten, Gute Praxisbeispiele sowie Vorlagen für die Bewertung von Lebenszykluskosten. Die verschiedenen Unterlagen sind zugänglich über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung>

Monitoring- und Evaluationssystem aufbauen, Erfolge kommunizieren und gute Praxis skalieren

Um den umweltbezogenen Erfolg oder Misserfolg einer smarten Lösung überhaupt beurteilen zu können ist es zwingend notwendig, dass ein Monitoring- und Evaluationssystem aufgebaut wird. Dabei gilt, dass viele Städte, die sich mit smarten Lösungen auseinandersetzen, mit bestehenden Personalressourcen und fachbereichsübergreifend ohne CIO Maßnahmen entwickeln und umsetzen müssen. Die Einführung eines Monitorings und von Evaluationen erfordert deshalb auch Unterstützung durch Bund und Länder, bspw. indem bei Ausschreibungen auf Bundes- und Länderebene hierfür auch verstärkt Personalressourcen vorgesehen werden.

Idealerweise dienen Monitoring und Evaluation nicht nur der Überprüfung eines einzelnen Smart-City-Projekts bzw. einer einzelnen Lösung sondern wird gleich stadtweit für die gesamte Smart City etabliert. Hierfür sind verschiedene Schritte zu gehen. Zuerst sind Indikatoren festzulegen. Diese könnten sich bspw. orientieren an den im Horizon 2020 Projekt CITYKeys erarbeiteten Indikatoren. Außerdem sind für die Indikatoren Daten zu erheben. In der Praxis ist dies nicht immer einfach, wie die Fallstudien zeigen – bspw. erschweren Geschäftsgeheimnisse und Datenschutz teils den Zugang zu Daten. Als letzter Schritt sollten die Ergebnisse dafür genutzt werden, Maßnahmen ggf. zu modifizieren und in andere städtische Räume zu skalieren. Gerade gute Praxis sollte möglichst breit kommuniziert werden; dies dient der Akzeptanz einer umweltfreundlich ausgerichteten Smart City.

Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass der urbane Umweltschutz teils schon mit der Entwicklung intelligenter, urbaner Infrastrukturen zusammengebracht wird. Insbesondere Klimaschutz, Klimaanpassung, Ressourcenschutz, Energieeffizienz sind dabei häufig aufgegriffene Zielsetzungen. Die erprobten Maßnahmen haben dabei durchaus das Potenzial zu Umweltentlastungen beizutragen. Allerdings müssen hierfür auch die richtigen Stellschrauben und Rahmenbedingungen angegangen werden.

Nachhaltige Beschaffung sollte weiter gestärkt werden, um sicherzustellen, dass beim IKT-Ausbau auch möglichst umweltfreundliche Technologien zum Einsatz kommen. Kommunen und Bund haben hierbei auch eine Vorbildfunktion. Hiermit verbindet sich auch ein Förderauftrag – nachhaltige Digitalisierung erfordert Erforschung ressourceneffizienter Technologien.

Außerdem braucht es standardisierte Monitoring und Evaluationsprozesse auf kommunaler Ebene zu Smart-City-Maßnahmen. Hier ist auch der Bund gefragt, bspw. Austausch zwischen den Horizon 2020 Städten in Deutschland zu unterstützen und Forschungsförderung hierauf zu richten.

Bei der Akteurszusammenarbeit ist augenscheinlich, dass zwar einerseits durch die Ausgestaltung von Smart-City-Maßnahmen verschiedene Referate zusammengeführt werden. Hier gilt es aber auch, dass noch weitere Schritte gegangen werden müssen – sowohl von Seiten der kommunalen Umweltreferate als auch von Seiten der durchführenden Stabsstellen und weiterer Referate.

Insgesamt ist es wichtig zu kommunizieren, dass umweltfreundliche Smart Cities sich wirtschaftlich lohnen, dass sie der Regionalentwicklung und ebenso der Lebensqualität vor Ort dienen.

Summary

Background

The UN Paris Agreement and Agenda 2030 pose immense transformational challenges for cities. Approximately 78 percent of the world's energy is consumed and more than 60 percent of global greenhouse gas emissions are generated in cities. This affects the environment and climate, and thus the achievement of the globally agreed goals (UN Habitat 2020). At the same time, cities generate around 80 percent of global gross domestic product (World Bank 2020). Consequently, cities are becoming the key players in achieving a socio-ecological turnaround, while urban environmental protection is becoming a core component of sustainability transformation.

In response to these challenges, local authorities are developing "smart" concepts and solutions aimed at climate, environmental and resource protection. The vision of a Smart City is often cited as the key to promoting more sustainable cities. In a Smart City, digital technologies are used to provide solutions for urban development. These solutions address specific technical infrastructure (e.g., mobility, energy, waste and water) and interconnections between sectors (e.g., the use of renewable energy for sustainable mobility solutions). Smart solutions are also being tested for social challenges in the fields of education, health and public safety. Almost all urban issues can be addressed by Smart City concepts.

While German cities were comparatively slow to engage with the Smart City topic – with cities such as Amsterdam, Copenhagen, Vienna and Barcelona emerging as Smart City pioneers in Europe – interest in the topic has increased significantly in Germany of late. Cologne, Hamburg, Munich and Dresden are now smart Lighthouse Cities, and are supported by the European Union's Horizon 2020 research programme. Thirteen model projects are currently supported by the Federal Ministry of the Interior, Building and Homeland Affairs (BMI), with the projects engaging large cities (e.g., Ulm and Wolfsburg), medium-sized cities (e.g., Cottbus and Gera), and small towns and districts (e.g., Grevesmühlen and Hassfurt). In addition, many other cities are currently developing their own smart concepts and solutions.

Despite the significant growth in interest in the Smart City concept, there is no consensus on what constitutes a Smart City. In particular, there is no widely recognised definition of what a Smart City is or what a Smart City can do (Libbe 2014). Strategic or implementation-orientated approaches to the Smart City are based on different interpretations of the term, and the design, dimensions, approaches and focus of various Smart City projects in a global context are correspondingly diverse.

The Smart City discourse often refers to the positive sustainability effects of the digitalisation of cities. For example, the Smart City Charter (emphasis added by the authors) states: "Smart Cities are committed to sustainable and integrated urban development. The digital transformation offers cities, districts and communities opportunities on the path of sustainable development and aims to provide resource-saving, needs-based solutions to the central challenges of urban development".

At the same time, however, research on the significance of Smart Cities for ecological sustainability is still in its infancy. Existing work often focuses on definitions and interpretations of the Smart City. The most frequently cited studies in Europe deal with rankings, proposed definitions and criticisms of a techno-centric understanding of the Smart City (Mora et al. 2017). In Germany, too little is known about the environmental effects of smart solutions, even though various Federal Environment Agency (UBA) projects have already addressed these and related issues (see "Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe,

Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht“; TRAFIS, RELIS, KLARIS; Internet der Dinge und Dienstleistungen am Beispiel Schwerin; Wasser 4.0).

Parallel to the development of concepts and testing in cities, Smart City services and technologies are increasingly standardised internationally. Increasing standardisation is accompanied above all by an increase in the importance of consortium standardisation, whereas standardisation is less important in the field of information and communication technologies (ICT) due to the longer time required for development. As a result, the landscape of participating organisations and committees is becoming more complex. In addition, unlike formal standardisation, consortium standardisation is not tied to compliance with the criteria of the World Trade Organization (WTO) (Birner et al. 2017, p. 46), which means that if important WTO criteria (e.g., openness, consensus, balance, availability, relevance, neutrality and stability, and quality) are not met or only partially met, there is a risk that actors from the field of environmental protection will not be sufficiently involved and that environmental protection requirements will not be adequately incorporated into standardisation. From an environmental point of view, standards as a whole play an important role in the implementation of "smart approaches" in cities and municipalities – both as a barrier to the implementation of innovative and environmentally beneficial Smart City approaches, and as a conducive factor for the dissemination of the approaches.

Objective and project focus

The aim of the three-year project "Environmental Effects of Smart City Infrastructure" (October 2017 – September 2020) was to investigate the contribution of smart solutions to existing environmental and sustainability strategies, and explore what environmental effects of Smart City technologies and applications can already be identified in Germany. The project also focused on the issue of international standardisation and the legal framework for Smart Cities. In addition, the project examined the extent to which international standardisation positively or negatively affects the implementation of sustainable and environmentally effective Smart City approaches.

Smart City activities range from small, urban digitisation projects to comprehensive strategy processes and urban development projects. The project focused on a specific segment, namely municipal activities in which digital information and communication technologies are used to more efficiently manage and control urban, technical infrastructure, to network, and to provide new services. In this study, these will be referred to as smart solutions. Digital innovations in these forms of urban infrastructure promise to reduce the environmental impact of traffic, energy supply, and supply and disposal, among other things. Digital innovations directly affect the level at which resources are consumed and pollutants emitted in a city.

Smart solutions are often integrated into overarching urban strategies, such as urban development concepts or digital strategies, and development or master plans of specialist departments. Therefore, the strategic-conceptual level, where the course and priorities for individual smart solutions are set, was also considered. Finally, the environmental assessment of individual innovations depends to a decisive degree on the extent to which their environmental impact is monitored and evaluated after implementation. Consequently, the study also looked at the extent to which the monitoring and evaluation systems of smart solutions were established in the case cities, and the motivation behind establishing monitoring and evaluation systems.

With regard to the topic of standardisation, the study examined the extent to which the international standardisation of Smart City services and technologies is possible and useful for achieving positive environmental effects, and what risks are associated with international standardisation. The study also explored what opportunities or challenges may arise from the

existing and likely future legal framework. In addition, the study assessed which committees of environmentally relevant actors, such as the German Environment Agency (UBA), and the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), should (more) actively participate in Smart City activities.

Methodological approach

Inventory of smart solutions and development of an evaluation system

In the first work package, "Urban infrastructure and related services", an inventory of smart concepts and solutions in Germany was compiled. For this purpose, the publicly accessible documents and websites of Germany's 200 most populous cities were researched to determine the extent to which they refer to "Smart City", "smart solutions" or related concepts (e.g., "Digital City" and "Intelligent City"). Based on this research, practical examples were selected. The selection criteria were the size of the city or region involved, the performance of existing digital infrastructure, the status at conceptual level and in practical implementation, infrastructure relevant to smart concepts, and economic performance. For the practical examples, profiles were created and central documents researched (e.g., Smart City strategies). The main work for the inventory was completed by May 2018.

In addition, evaluation criteria for classifying Smart City approaches with regard to their environmental relevance were formulated. The results of the preceding projects "Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen" and "TRAFIS" were incorporated into the development of the evaluation system. The evaluation system was then applied as an example for selected smart solutions.

Case studies in four municipalities

Following the inventory, four practice communities were selected to be case studies. The criteria used for the profiles also formed the basis of the case studies. Overall, the selection was intended to cover as wide a range of different cases as possible. A total of four municipalities were selected: Munich (Smarter Together), Dortmund (Allianz Smart City), Ludwigsburg (Living LaB) and Bottrop (Innovation City Ruhr). For Dortmund, Ludwigsburg and Bottrop, the focus was on the city as a whole. For Munich, the focus was on the Smarter Together project, while strategic links to the city level were also addressed.

In a preliminary search, important documents and sources were identified for each case study. These included city-wide strategies, guidelines and projects (in the fields of environment, climate, urban development and digitisation), the description of Smart City projects and concepts, and documents on urban or project-related monitoring and evaluation. In addition, actor mapping for each approach was carried out, which drew on the previous experiences of the project team and internet research.

For each case study, experts from the respective municipality entrusted with the specific Smart City approach, digitisation issues, environmental topics and ICT expansion were interviewed. In addition, depending on availability and the municipality, actors affected by the subject matter and external partners (e.g., from research and business) were interviewed. A guide was developed for the interviews, which was supplemented with expert-specific questions for each interview. 27 expert interviews were conducted.

Following the preliminary research and expert interviews, the results were evaluated for each municipality according to the structure of the guideline. The interview statements were first compared and related to each other at the strategic-conceptual level and then at the implementation level, and these were supplemented by statements from the documents researched.

The main work for the case studies was carried out between March and October 2019.

Analysis of standardisation in the field of Smart Cities

The study of standardisation in the field of Smart Cities was carried out in four consecutive steps, with steps one to three in particular building on each other.

In the first step, the significance of standards for the implementation of Smart City approaches was described, and the previously scarcely explored interrelationship between standardisation and the implementation of Smart City approaches was examined. In addition, a structural stakeholder analysis was conducted. The focus here was on committees relevant to the international standardisation landscape on Smart Cities.

The second step involved an assessment of the application of international standards in the context of German cities and municipalities. This assessment was based on the examination of the interrelationship between standardisation and the implementation of Smart City approaches, the stakeholder analysis from the first step, and an expert assessment. Six expert interviews were conducted.

The third step drew conclusions from the case studies based on the results of the first two steps, and derived recommendations for action for federal and local authorities with regard to international standardisation. For this purpose, the results of the case studies were examined with regard to the expediency of standardising Smart City services and technologies internationally. Eleven expert interviews were conducted.

In the fourth step, the legal framework relevant to Smart City approaches was identified. The aim of this step was to use typical Smart City approaches to create an overview of current legal regulations relevant to the Smart City topic. The focus was on providing an overview of the respective legal framework rather than a detailed analysis of individual legal provisions. As such, the study ignored overarching legal provisions (e.g., the German Criminal Code) and environment-related legal provisions, except where there was an explicit reference to one of the identified Smart City approaches.

Recommendations for federal and local authorities

In the final step of the project, recommendations for the federal government and local authorities were developed. The basis for the development of political recommendations for action were the results of the stocktaking, case studies and the analysis of standardisation. In addition, the results of two stakeholder dialogue processes, which took place in February and November 2019, were included.

Results of the stocktaking

The main results of the individual work packages are presented below. The inventory provides an overview of the current state of development and an assessment of risks associated with the identified smart solutions.

Overview of the state of development

At present, approaches that pursue the "retrofitting" of existing structures, which involve integrating digital technologies and services into existing infrastructure, are still predominant. However, within the framework of urban development measures, there are individual "greenfield" projects that integrate Smart City concepts into new housing developments in the form of Smart City real-life laboratories (e.g., in Oldenburg and Munich). The focus in Germany, as in the majority of Europe, is on the development of existing urban structures – in contrast to

the major "smart" planned cities in Asia, such as Masdar City in Abu Dhabi and the Songdo International Business District in South Korea (Angelidou 2014, p. 54).

The Smart City is still primarily a topic for larger cities. Thus, the question of whether and how actively a city engages with the Smart City concept is closely related to the city's population size. While most German cities with more than 250,000 inhabitants are developing Smart City approaches (e.g., corresponding strategies or concrete implementation-orientated projects), this is very rarely the case for cities with less than 100,000 inhabitants (Soike and Libbe 2018, p. 7).

In the cross-cutting analysis of practical examples and public perception, the fields of mobility and energy dominate the Smart City development at the level of existing infrastructure. A large number of implementation-orientated projects and individual measures are located in these areas, and both fields of action form important focal points in overarching concepts. For example, issues relating to energy, climate and transport are important future topics for cities and regions not only in connection with the Smart City.

In the field of mobility and transport, smart concepts deal with the intermodal linking of mobility services using superimposed services, the greater integration of alternative forms of mobility, and the optimisation of traffic flows using new control and traffic information systems. In many places in the transport infrastructure, technologies are already in use that measure traffic flows and link the calculations derived from them in real time with traffic lights or traffic information systems. Another area that will be very important in the future is autonomous driving, the research and development of which is being driven by industry and will promote the further digitalisation of mobility.

In the field of energy, measures to increase the efficiency of energy infrastructure and promote an energy turnaround are being pursued. Measures range from the use of intelligent street lighting and the improved integration of renewable energy sources to networked control systems for energy supply, distribution and consumption (e.g., smart grids, smart meters and virtual power plants). In addition, the topic of energy intersects with the other application areas mentioned above and is thus closely linked to them. For example, digital-based solutions often aim to increase energy efficiency in other areas (e.g., mobility, neighbourhood spaces or buildings). Consequently, the topic of energy – whether in the narrower sense of the described field of application or in connection with other areas of the Smart City – is a critical factor for the ecological sustainability of Smart Cities. For example, the greater efficiency and substitution potentials that can be (better) utilised through ICT promise to contribute significantly to climate protection.

In the area of buildings, digitally networked solutions are increasingly used to equip buildings or supply neighbourhoods. Some neighbourhoods already exist – comprising both pre-existing and new buildings – that were planned and implemented as real laboratories or living labs in the spirit of the Smart City, using innovative building technology, among other things. These not only enable new building supply concepts, but also digital assistance systems of various kinds for the residents.

At the same time, infrastructure operators are increasingly using ICT to optimise their systems, sometimes completely independently of Smart City initiatives. In the area of material supply and disposal (water, wastewater, waste and recyclables), this includes applications based on sensors (e.g., the use of "intelligent" waste containers with level detection) or novel control systems for network infrastructure (e.g., water supply and disposal). Thus, technical supply infrastructure is increasingly subject to digitalisation.

The above-mentioned areas are increasingly interrelated through technological links. The energy factor plays the central role in the coupling of infrastructure sectors. This can be seen in the area of e-mobility where vehicle batteries (as energy storage devices) are already accounted for as part of the energy system or where electricity is converted to gas for use in motor vehicles (power-to-gas). However, technological solutions can also help other sectors to use energy more efficiently or to make new sources usable (e.g., in the recovery of heat from wastewater).

From an environmental perspective, potential effects include more efficient management and incentives for urban environmental protection, while risks include problem shifting, rebound effects and the overvaluation of digital solutions.

The inventory also recorded potential for urban environmental protection in the utilisation phase. In energy supply, potential effects include the reduction of energy consumption, the reduction of greenhouse gas emissions, the creation of a more resilient urban basis for action through real-time data and the sensitisation of citizens to energy savings. For transport infrastructure, potential effects include setting incentives for switching from cars to other forms of mobility and promoting the combination of different modes of transport. Further potential effects include the promotion of electromobility, the reduction of traffic searching for parking spaces, and the reduction of urban pollution through nitrogen oxides and greenhouse gases.

At the same time, the inventory showed that various risks for urban environmental protection can arise from smart solutions.

First, there is a risk of shifting environmental impacts. Even though smart waste containers may save greenhouse gases during the use phase compared to an analogous solution, greenhouse gases can still be generated during the production or recycling phase, which can outweigh the positive effects. It may even be the case that the total impact on the climate is greater than without the solution. The effects therefore only shift from one phase of the lifecycle of a smart solution to another.

Secondly, there is a risk of rebound effects. Smart solutions often strive for energy and resource efficiency. However, the reduction effects may be smaller than targeted due to rebound effects. For example, making it easier to find parking spaces in cities could lead to shoppers consuming less fossil fuel energy while parking, but the increase in efficiency could lead to more people shopping, resulting in "increased demand or use" (Federal Environment Agency 2016, p. 5). Similar effects can also occur in the area of energy supply. For example, where the reduction in energy consumption achieved through smart home applications is offset by increased use.

Thirdly, there is a risk of overestimating digital solutions for urban environmental problems. Many municipal environmental problems can only be solved by non-digital measures or digital measures interacting closely with analogue solutions. Additional incentives for public transport use through mobility stations and new apps will achieve little without an increase in frequency and capacity. In order to increase the number of cyclists, giving priority to cyclists at traffic lights is not enough; this would also require the expansion of cycling infrastructure.

Results of the case study analysis

The core results of the case study analysis are presented below, focusing first on the strategic-conceptual level and then on the implementation level, with the aspect of monitoring and evaluation dealt with separately.

Urban environmental protection in Smart City concepts on a strategic-conceptual level

Urban environmental protection is addressed on a strategic-conceptual level in all four case cities as an objective of smart solutions. At the project level, the case cities aim in particular to

reduce greenhouse gas emissions and increase energy efficiency; in some cases these are even the main objectives. In addition, the City of Munich includes sustainable development in its overall strategic guideline "Active and Responsible Digital Transformation" and specifies various environmental objectives (e.g., the use of technologies to reduce the city's ecological footprint, improve resource efficiency and achieve CO₂ neutrality). In Dortmund, the selection of projects, the setting of priorities, and the establishment of expert teams on mobility, logistics and energy illustrate the importance of urban environmental protection. In Ludwigsburg, the importance of urban environmental protection is generally high. Ludwigsburg's Living LaB projects must be linked to urban development concepts and master plans, which means that environmental aspects also play a role. However, environmental aspects do not play a central role in every measure. In Bottrop, the benchmark is climate-friendly urban redevelopment in conjunction with a redefinition of the city as an industrial and commercial location. The new identity forms the basis for further measures. The focus here is on minimising CO₂ emissions.

However, the development of Smart City concepts and projects by cities often takes place only in loose cooperation with municipal departments for environmental and climate protection. In some cases, it is limited to providing information about planning processes. The examination of the potential negative rebound effects of smart solutions and the integration of smart solutions into urban, ecologically sustainable development has so far been largely neglected.

Urban environmental protection in Smart City concepts on the implementation level

The implementation of measures in the case cities show clear priorities and varying degrees of environmental relevance. In energy supply, examples in the case cities range from intelligent energy management and virtual power plants to the promotion of smart home systems and the modernisation of street lighting. In transport infrastructure, examples include the establishment of multimodal mobility stations and rapid e-mobility charging stations, the prioritisation of pedestrians and public transport at traffic lights, parking space management, and the recording of traffic emissions by sensors. In supply and disposal, routes for waste collection are digitally optimised.

Most of the tested applications have the potential to contribute to individual urban environmental protection goals. However, the expert interviews conducted as part of the study and the analysis of the case studies suggest that smart solutions alone, even if used extensively in cities in the future, will not be sufficient to make a significant contribution to achieving overriding climate and environmental policy goals. Overall, smart solutions must be integrated into a package of measures for sustainable ecological urban development. Only in combination with non-digital and non-technical approaches and measures can smart solutions really serve urban environmental protection. This will require the commitment of all stakeholders in achieving the goals and driving corresponding projects.

Urban environmental protection at the level of monitoring and evaluation

Environmental monitoring and evaluation forms an important basis for the assessment of Smart City approaches. However, in practice, the suggested positive environmental effects can only be substantiated by data in a few cases at present – a paradoxical situation given that more and more data is being collected, especially through smart solutions. One key reason for this is the lack of monitoring and evaluation systems, which would record and assess the actual environmental effects of smart solutions. At the project level, such systems are often implemented or demanded by funding agencies. However, at the city level, such systems are usually lacking. Depending on the case study, this was because there were concerns that such a system could overemphasize the failure of individual measures, there was a lack of direct pressure to act (unlike mandatory monitoring in the context of project funding), or there was a

lack of financial and human resources, and awareness of the need for a comprehensive monitoring and impact assessment.

Results of the analysis of standardisation and legal framework

The core results of the analysis of international standardisation on Smart Cities and the legal framework are presented below. The focus is on the opportunities and risks of applying international standards, as well as the limits and classification of international standardisation. Furthermore, an overview of the legal framework on Smart Cities is provided.

The first step made it clear that standards can play a variety of roles in the implementation of Smart City approaches. This applies not only to the developers of innovative solutions, but also to urban actors who use standards to define the requirements for Smart City approaches. In the first step of the project, various possibilities were presented. Typically, the application of standards was relevant to the area of procurement.

However, the concrete effects of the application of standards, particularly with regard to the environment and sustainability, can only be considered on an individual case basis, as they depend on the specific context in which they are created and applied. Standards that are suitable for one city may not be suitable for another city. In this context, standards are not per se a barrier or a success factor, especially since the application of standards is voluntary.

However, risks regarding the implementation of sustainable Smart City approaches exist where action is no longer voluntary (e.g., when replaced by contractual obligations). Even without explicit reference to standards in legally relevant documents, there is a risk that certain standards will be taken as a benchmark for the "state of the art" in legal disputes. For example, legal uncertainties surrounding the implementation of innovative approaches for which no suitable standards are available could result in sustainability-enhancing approaches not being implemented. In addition, standards can also have an effect through their "market power" if certain products or services have become established as de facto standards.

This makes it all the more important that local and environmental interests are represented at the international level when standards are developed, and that the respective actors are able to bring their needs and challenges to bear on standardisation. This study confirms the results of the previous study "Smart, Environmentally Relevant Infrastructure".

However, analysis of the role of international standards in the case study regions did not empirically identify any direct negative effects resulting from the application of international standards to activities.

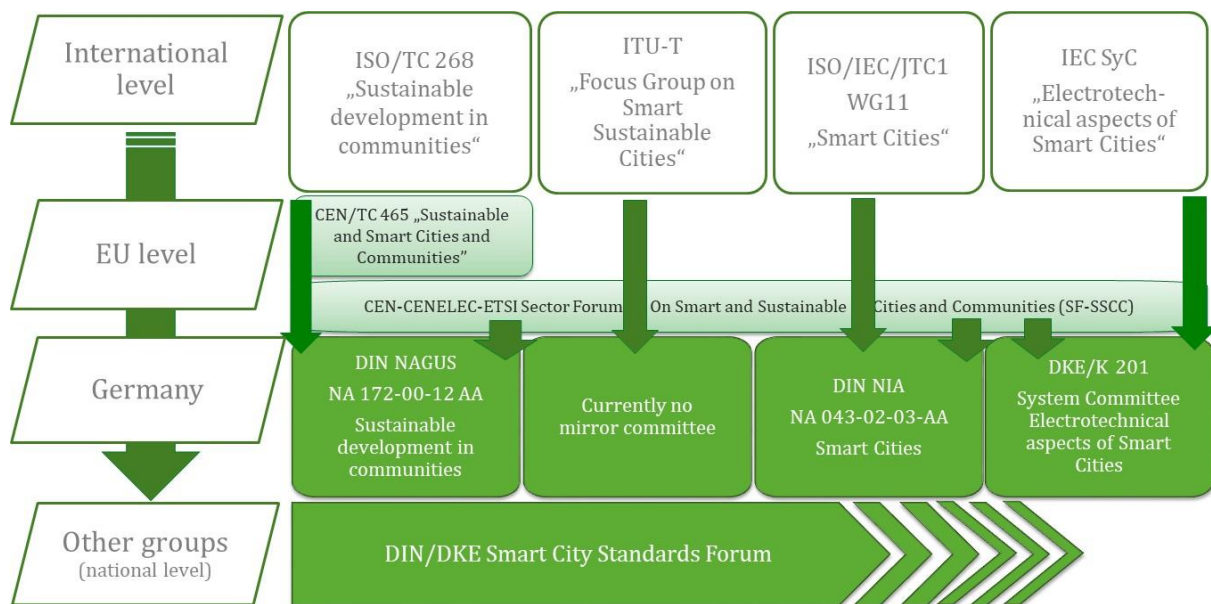
Several standards in the Smart City field are new or in the process of being developed and are not very widespread. Therefore, there is still scope for development.

In addition, further research is needed for a clear definition of the limits of standardisation. In principle, however, the second step of the project showed that subjects whose application does not interfere or only interferes to a very small extent with the political and social sphere of a city are suitable for international standardisation, and thus have no negative effects on democratic decision-making within a city. With regard to the possibilities of digitisation, this mainly concerns questions of a technical nature (e.g., interface definitions or compatible data formats). When standardisation is applied to more complex products or services, there is a risk that they will not be applicable to the specific urban contexts in question, which could lead to legal difficulties for implementation or even problems with public acceptance. Nevertheless, it would be useful for municipal actors to have internationally comparable indicators or general guidelines for the implementation of Smart City approaches. Here, however, a differentiated

consideration, which accounts for the knowledge and experience of municipal actors in international standardisation, is necessary.

The international standardisation landscape is very confusing at present due to the wide scope of the Smart City topic. Important standardisation-relevant activities can be found in the areas of water, district heating and energy, and traffic and transportation. This means that many application fields relevant to a Smart City are affected. In order to be able to make focused statements on standardisation in the Smart City field at the international level, this study concentrated primarily on the central Smart City committees at the international level and corresponding committees at the national level (see Figure 1). All major international standardisation organisations (ISO, IEC, ITU-T) are represented here with various committees or working groups.

Abbildung 2: Smart City committees at the international level



Source: Own illustration based on DKE German Commission for Electrical Engineering 2020, Institut für Innovation und Technik

ISO/TC 268 plays a special role with regard to the topic of sustainability, as it develops guidelines for sustainable cities and municipalities. Local and environmental actors are already represented in this body. Nevertheless, there is a need for coordination between organisations and committees, especially at the international level. So far, ISO/TC 268 has only served as a central "contact point" for the further development of the Smart City topic to a limited extent. This applies not only to existing standardisation activities, but also to new companies in the field, which thus have initial access to municipal topics and needs. An opportunity has been identified here, particularly with regard to promoting environmental and sustainability topics in the Smart City context. Although this study focuses primarily on the international level, it should be noted that in October 2019 an official committee on the topic of Smart Cities, was also set up at the European Committee for Standardisation (CEN), CEN/TC 465 (CEN CENELEC 2019). CEN/TC 465 acts as a mirror committee to ISO/TC 268 at the European level.

In addition to the official standardisation bodies mentioned above, it was also examined whether and which standardisation consortia are relevant in the field. However, due to the large number of consortia, the field of actors is unclear. Since this project focuses on the "big picture", a random search of important consortia was conducted to determine the extent to which an

explicit (i.e., organised) engagement with the topic of Smart City is taking place. Overall, numerous standardisation consortia are involved in the Smart City field, with particular focus on topics such as data interoperability and interfaces for various fields of application (see European Telecommunications Standards Institute 2016a, 2016b). Many of these standardisation consortia (e.g., one M2M or IEEE) are developing their own standards or participating in standardisation work as liaisons (ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities 2020). In some cases, standardisation consortia are also cooperating with international standardisation organisations. Overall, however, there is no evidence that specific standardisation consortia have taken up leading positions, as the landscape is highly fragmented.

With regard to the legal framework in the Smart City field, the Smart City approaches identified in this study show that numerous relevant legal provisions exist, particularly in the energy application field. Furthermore, these legal provisions have an impact on other application fields and Smart City approaches. Standards for shaping the legal framework also play an important role in the energy sector. Numerous legal regulations relevant to the Smart City exist in the area of technical infrastructure, which includes sensor technology and data platforms. Here, legal regulations form the basis for data and platform-based Smart City approaches in various fields of application. For example, data protection and data sovereignty deal with fundamental aspects of the platform economy. There is a clear need to catch up in the area of digitisation in terms of sustainability and environmental protection. Although many legal provisions make it possible to adopt approaches that promote sustainability, the state of the art is not always conducive to this. However, concrete regulations (e.g., a green ICT law that adopts a sustainability perspective with regard to the increasing volume of data, and addresses the associated amount of electronics and increased energy consumption) are still lacking.

Recommendations for the federal level

Based on the stocktaking, case study analysis and analysis of standardisation, recommendations for the federal government and local authorities were developed.

Put the environmentally friendly design of smart solutions on the agenda, identify possible risks and rebound effects, and strengthen potential effects

The Smart City Charter emphasizes the commitment to sustainable and integrated urban development. In order to align Smart City concepts and measures with urban environmental protection, environmental and climate protection should be anchored as a necessary condition for a Smart City in all federal activities. Accordingly, smart concepts and solutions are those that serve environmental and climate protection. In particular, the idea of embedding economic and social action in planetary, ecological boundaries should be anchored in order to make it clear that there are absolute limits to the use of resources and emissions of pollutants.

The federal government should take an active, formative role in the environmentally friendly design of Smart Cities. Concrete environmental and climate-related objectives should be included in visions, mission statements and strategies for Smart Cities at the federal level. By comparing targets and real situations, these can facilitate evaluations and provide information for further strategy development. One example are targets that stipulate the reduction of urban greenhouse gas emissions by 2030 or 2050 (e.g., CO₂ neutrality).

Promote municipal environmental monitoring and evaluation systems for Smart Cities

The Smart City Charter calls for "research to work with local authorities to accompany and evaluate pilot projects through systematic monitoring" (BBSR and BMUB 2017, p. 15). The case studies examined as part of this study demonstrate that municipal environmental monitoring and evaluation systems should be expanded. Necessary steps include providing easily accessible

information on the state of the art, and standards for monitoring and evaluation activities from an environmental perspective; information on the need for impact-orientated, continuous monitoring and evaluation of smart solutions; mandatory monitoring and evaluation of the environmental and climate impacts of federal Smart City projects; funding for scientific research into smart solutions over longer time periods; and support for human resources. Overall, it will be particularly important to facilitate a constructive culture towards making mistakes. While mistakes should be avoided, this must not lead to projects not being evaluated from an environmental perspective and thus failing to recognise mistakes.

Strengthening urban environmental protection in the promotion of Smart Cities

In general, greater importance should be attached to strengthening urban environmental protection in promoting Smart Cities. In recent years, the concept of the Smart City has been strongly influenced by the European Union funding programme Horizon 2020, which has provided large sums of funding for Smart City projects implemented by consortia of European cities. Four large German cities participated in this programme. With the adoption of the Smart City Charter (BBSR and BMUB 2017), the issue of the Smart City has become increasingly important at the federal political level in Germany. With funding for Smart City model projects, which was first offered by the BMI in 2019, a national funding framework for Smart City developments in German cities has been adopted (KfW 2020). It is particularly worth mentioning the initiative "Stadt.Land.Digital", which is a competence centre, point of contact, multiplier and supporter for relevant actors involved in "smart" solutions at the city and regional levels. In addition, the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi) wants to promote intelligent networking in Germany (BMWi 2020).

Meanwhile, the federal states are following suit and supporting the development of integrated digital development concepts. All of these measures contribute significantly to the goals of the Smart City Charter. However, while environmental concerns are taken into account, they are not explicitly focused on. Therefore, a corresponding initiative by the BMU and UBA seems desirable, especially given that energy and mobility are currently the focus of municipal activities, and are two areas of great environmental relevance. The main focus of funding measures should be on investigating the effects of digitisation in urban development, developing systems for monitoring and evaluating the environmental performance of Smart City measures, funding corresponding pilot projects, developing digital skills within environmental administrations, and organising the exchange of Smart City experience between municipalities.

Feed national topics and needs into standardisation activities, and align standardisation activities with environmental and climate protection goals

Standardisation can support the implementation of environmentally friendly Smart City approaches, but it can also hinder them. It is therefore important that standards that may have a positive environmental effects are supported at an early stage.

The federal government can influence these standardisation issues by submitting standardisation proposals and providing expertise. It is recommended that the German government, in cooperation with the German states and municipal umbrella organisations, make a targeted contribution as a topic-setter (e.g., to ISO/TC 268 "Sustainable Cities and Communities" at the international level or to CEN/TC 465 "Sustainable and Smart Cities and Communities" at the European level), taking into account the usual approaches in standardisation. The knowledge gained from research programmes should be incorporated into standardisation activities, while standardisation proposals should be put forward. Financial support should be provided to dispatch ministerial and local authority experts to other

standardisation bodies relevant to the topic of Smart Cities, as the UBA does already in many other policy areas.

Strengthen networking with regard to environmentally friendly smart solutions

Networking and the exchange of experience are important aspects that support municipal actors in the implementation of environmentally friendly Smart City solutions, products and services. This is because there is often no "patent remedy" for the implementation of solutions, products and services given the diversity of municipalities in Germany. This is all the more true for complex issues such as standardisation, which are difficult even for experts to grasp. This deficit is further compounded by the lack of an institutionalised mechanism for the exchange of knowledge between standardisation and municipal practice. Cities could use a mechanism to feed experience and expertise into standardisation processes. At the same time, the results of standardisation activities could be fed back to cities through this mechanism.

It is recommended that the federal government and German states use suitable formats (e.g., organising discussion forums at the Smart Country Convention between municipal experts and DIN experts, or "road shows") to promote stronger links and greater exchange between municipal experts and practitioners involved in implementing environmentally friendly Smart City approaches. Experts from the fields of standardisation should also be involved. Together with DIN or other regulatory institutions, the benefits of standardisation can be communicated to municipal actors and, conversely, municipal requirements can be fed back into standardisation. Support for municipal actors to participate in standardisation (e.g., with travel costs) is worth considering. Furthermore, intra-municipal exchange between practitioners involved in standardisation (e.g., those from municipal companies, and municipal and community actors involved in the implementation of Smart City approaches in city administration or planning) should be strengthened. In this way, municipal needs can be introduced into standardisation "quickly" without the direct involvement of municipal actors in standardisation. The federal government can promote these activities through appropriate information campaigns and the exchange of resources by making it a mandatory requirement of support programmes.

In addition, it is recommended that a transparent overview be created of all international standards that are relevant to the implementation of environmentally and sustainability-enhancing Smart City approaches at the municipal level. The "UNECE Portal on Standards for the SDGs" (United Nations Economic Commission for Europe 2020) can serve as a model for this. The German government could support this by setting up a corresponding platform.

Enabling experimental spaces for environmentally friendly smart solutions

Living labs, testbeds and innovation labs are often seen as a way to initiate cooperation between the public and private sectors, and to test new technologies under simplified regulatory frameworks. Test environments provide technology providers with a space to apply certain technologies under real conditions, which minimises the risks associated with their own innovation processes. On the other hand, these laboratories provide urban decision-makers with access to knowledge about technological developments and their possible applications. As these activities serve the development, adaptation and dissemination of technologies, they are thus also technology-driven economic development policies. Consequently, environmental concerns are often at risk of being neglected in these activities. For this reason, more support should be given to experimental spaces for environmentally friendly smart solutions in cities and regions. At the same time, these experimental spaces would offer opportunities to apply the monitoring and evaluation systems mentioned above.

Recommendations for local authorities

Strengthening the significance of ecological sustainability of Smart Cities – establish strategies and goals, and align these strategies and goals with urban environmental protection, take an active role

Many cities are currently developing or have already adopted digital strategies. Strategy development always combines top-down and bottom-up approaches, and the horizontal integration of relevant departments. Therefore, the development process should involve the expertise of the local population, business and science, city employees, and external experts, and bring these various actors together under a consistent mission statement. Other strategic plans (e.g., master plans for energy and mobility) should be included.

To align Smart City concepts and measures with urban environmental protection, environmental and climate protection should be anchored in central Smart City documents. In particular, existing master plans for environmental and climate protection, and related areas (e.g., mobility planning) should be firmly integrated as a frame of reference into visions, mission statements and strategies. Accordingly, smart concepts would serve environmental and climate protection.

Central Smart City documents should include concrete environmental and climate-related objectives that define environmental protection targets with a time horizon that is as binding as possible. For example, CO₂ neutrality targets in the climate sector usually stipulate the reduction of urban greenhouse gas emissions by 2030 or 2050.

Local authorities should take an active, formative role in the environmentally friendly design of Smart Cities. This could mean that they see their own concepts as a model for other municipalities and see themselves as promoters of green smart solutions. However, it should not be assumed that urban environmental protection through smart solutions will come about of its own accord, the right course must first be set.

Mapping urban environmental protection in the Smart City-related organisational structure – involve environmental agencies more closely and provide environmental projects with resources

In recent years, digitisation has developed into a new cross-sectional municipal task. In many places, personnel and organisational measures have been introduced to strengthen it. This is particularly evident from the fact that many cities now have a so-called Chief Digital Officer (CDO), who is responsible for coordinating processes between various specialist departments. This position is often installed as a staff position with functional proximity to the political leadership, which demonstrates the importance of the issue. At the same time, digitisation officers are also heavily dependent on effective cooperation with specialist departments.

A CDO's most important tasks include the development, implementation and improvement of digitisation strategies, and the cross-divisional coordination of digitisation-related processes within the administration. In addition, CDOs must network with interest groups from civil society, business, science and administration.

Cross-departmental coordination also includes the involvement of environmental agencies. Digitisation concepts are convincing not only when sustainability and environmental protection are a declaratory component of the digitisation strategy, but also when the concept phase clearly demonstrates that environmental concerns have been taken into account. The aim is to ensure that urban environmental and climate objectives are adequately covered, and that no contrary effects will arise ("environmental check"). This applies in particular to potential effects and risks with regard to climate protection. In addition, the environmental agencies have many years of experience in the use of indicator systems for environmental protection and sustainability. They should therefore be included in the monitoring and evaluation of Smart City projects.

Many digitisation strategies are directly related to urban environmental and sustainability policies. The wide range of existing funding opportunities related to the Smart City topic could be used to reinforce environmental policy goals through supporting projects, and expanding the use of digital technology where its contribution to environmental and climate protection can be evidenced.

Creating and using exchange formats for the implementation of environmentally relevant good practice

Networking and the exchange of experience support municipal actors to implement environmentally friendly smart solutions, products and services. There is often no "patent remedy" for this, especially given the diversity of municipalities in Germany. This is all the more true for complex issues such as standardisation. It is therefore in the interest of municipalities to not only stay informed about these topics and learn good practice from other municipalities, but also to communicate their own needs at an early stage and actively contribute to important issues through participation. In this way, possible solutions whose implementation may have negative consequences for municipalities (e.g., high implementation costs or low environmental standards) may be avoided.

Align the process of formulating smart solutions with the goals of urban environmental protection, and set up monitoring and evaluation systems

Identifying real urban environmental problems

The starting point for an environmentally friendly smart solution should be an analysis of the main environmental problems of a municipality. Smart solutions should start by identifying environmental problems for which a possible solution could contribute the most to environmental relief. The largest environmental problems identified in the case cities included greenhouse gas emissions, the urban climate, land use and nature conservation, energy consumption, water consumption, and noise and air pollution. It should be analysed for which problems measures already exist and to what extent the proposed measures seem appropriate for the city.

Identifying needs is not a matter for public administration alone. One key to success are platforms for citizen participation through which pressing environmental problems and possible support for solutions are presented for discussion. Such participation formats are particularly important when environmental problems (e.g., high levels of particulate matter in a district and noise pollution in a residential environment) cause a high degree of individual concern. Participation formats enable citizens to address a range of questions: What specific Smart City projects should be implemented to solve these problems? What do the envisaged smart solutions mean for the local population? What potential environmental relief is associated with the solutions? What opportunities for participation in the project exist? How can citizens contribute their own project ideas? In these processes, it is helpful for participants to visualise the desired solutions so that the impression is as vivid as possible. However, citizen participation should not be limited to digital formats. Well-rehearsed analogue participation formats (e.g., citizen forums, focus group discussions and household surveys) are also important.

Integrate an environmental check into the design of smart solutions

Smart solutions should be subjected to an environmental check within the scope of their possibilities. Ideally, the environmental check should be carried out together with the city authorities responsible for environmental and climate protection. As a matter of principle, it should be checked during the design phase of a smart solution whether a more environmentally friendly alternative solution exists or the extent to which the proposed solution is more

environmentally friendly than its alternatives. Here, the city's own environmental and climate protection goals could serve as benchmarks against which to classify solutions. The environmental check could also address additional process steps.

Example questions for an environmental check are:

- ▶ Does the smart solution address the city's central environmental problems?
- ▶ Does the smart solution comply with urban environmental and climate goals?
- ▶ Are positive environmental effects foreseeable as a result of the smart solution?
- ▶ Is the smart solution integrated with the respective infrastructure sector, other infrastructure or other solutions in the area?
- ▶ Will other measures necessary for sustainable urban development be introduced at the same time as the smart solution?
- ▶ How likely are rebound effects?
- ▶ How likely are relocation effects?
- ▶ Do analogous solutions to the smart solution exist that would have a smaller environmental impact?

Designing sustainable procurement

When implementing a measure, procurement should be structured in such a way that ecologically sustainable solutions are prioritised wherever possible. Sustainable city procurement is not limited to smart solutions. If possible, a decision to procure sustainably should be taken by higher-level city authorities, such as mayors (see Federal Environment Agency 2018a). This commitment should also be formally recorded so that subordinate agencies can refer to it when procuring within the framework of smart solutions. Procurement should be carried out in cooperation with those responsible for environmental and climate protection. Internal training courses should also ensure that the topic of environmentally friendly procurement is firmly established.

In the award procedure, environmental aspects can be included in various phases (Federal Environment Agency 2019), including in the selection of the subject matter of the contract, in the performance specification by formulating environmental requirements, in the suitability testing of companies (these should have integrated environmental management systems), and by including environmental criteria in the award criteria and conditions of execution. For this process, the UBA has compiled various materials that can assist sustainable procurement. These include training scripts, recommendations for tendering, legal opinions, good practice examples and templates for lifecycle cost assessments.

These documents are available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung>

Set up a monitoring and evaluation system, communicate successes, and scale good practice

In order to assess the environmental success or failure of a smart solution, it is imperative that a monitoring and evaluation system is established. Many cities dealing with smart solutions have to develop and implement measures with existing human resources and across departments without a chief digital officer. The introduction of a monitoring and evaluation system would

require support from the federal and state governments, including allocating more personnel resources to support tendering at the federal and state levels.

Ideally, monitoring and evaluation should not only review individual Smart City projects or solutions, but should be established city-wide to review the entire Smart City. Various steps need to be taken to achieve this. First, indicators need to be defined. These could be based on the indicators developed in the Horizon 2020 project CITYKeys. In addition, data must be collected for the indicators. In practice, this is not always easy, as the case studies show that trade secrets and data protection sometimes make access to data difficult. As a final step, the results should be used to modify measures where necessary and scale them to other urban areas. Good practice should be communicated as widely as possible, as this would promote acceptance of an environmentally friendly Smart City.

Conclusion

Urban environmental protection is already being combined with the development of intelligent, urban infrastructure. In particular, climate protection, climate adaptation, resource protection and energy efficiency are objectives that are frequently taken up. The proven measures have the potential to contribute to environmental relief. However, the right parameters and framework conditions must also be put in place.

Sustainable procurement should be further strengthened to ensure that the most environmentally friendly technologies possible are used in the expansion of ICT. Local authorities and the federal government have a model function in this regard. This would involve a funding mandate, as sustainable digitisation requires research into resource-efficient technologies.

Standardised monitoring and evaluation processes are needed at the municipal level for Smart City measures. As such, the federal government should support the exchange of experience between Horizon 2020 cities in Germany and direct research funding towards this topic.

In terms of cooperation between the various players, it is obvious that the design of Smart City measures will bring together various departments. However, further steps must also be taken by municipal environmental departments, implementing staff units and other departments.

Overall, it is important to communicate that environmentally friendly Smart Cities are economically worthwhile, and that they promote regional development and improvements in quality of life.

1 Einleitung und Vorgehen

1.1 Hintergrund

Mit dem UN-Klimaabkommen von Paris und der Agenda 2030 verbinden sich immense Transformationsherausforderungen an Städte. Ungefähr 78 Prozent der weltweit nachgefragten Energie wird in Städten verbraucht; mehr als 60 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen entstehen dort, mit Auswirkungen für Umwelt und Klima und damit für die Erreichung der global vereinbarten Ziele (UN Habitat 2020). Gleichzeitig erwirtschaften Städte ca. 80 Prozent des globalen Bruttoinlandsprodukts (Weltbank 2020). Sie werden so zu den entscheidenden Akteuren für eine sozial-ökologische Wende. Und der **urbane Umweltschutz**⁶ wird zu einer Kernaufgabe dieser Nachhaltigkeitstransformation.

Auch als Reaktion auf diese Herausforderungen entwickeln Kommunen „**smarte**“ **Konzepte und Lösungen**, die auf Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz abzielen. Nicht selten wird dabei die Vision einer Smart City als Schlüssel zu nachhaltigeren Städten gezeichnet. In einer Smart City werden digitale Technologien eingesetzt, um Lösungen für die Stadtentwicklung bereitzustellen. Diese setzen bei einzelnen technischen Infrastruktursektoren (bspw. Mobilität, Energie, Abfall, Wasser) gleichermaßen an wie bei der Vernetzung dieser Sektoren (bspw. die Nutzung erneuerbarer Energie für nachhaltige Mobilitätslösungen). Auch für soziale Herausforderungen werden smarte Lösungen erprobt, bspw. in den Anwendungsfeldern Bildung, Gesundheit und öffentliche Sicherheit. Fast alle städtischen Bereiche werden somit von Smart-City-Konzepten adressiert.

Auch wenn sich deutsche Städte im internationalen Vergleich zunächst abwartend zeigten und Städte wie Amsterdam, Kopenhagen, Wien und Barcelona als europäische Smart-City-Pioniere hervorgingen, hat die Auseinandersetzung mit dem Thema auch in **Deutschland** zuletzt deutlich zugenommen. So sind Köln, Hamburg, München und Dresden Smart-City-Leuchtturmstädte, gefördert durch das Forschungsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union. Durch das BMI werden aktuell dreizehn Modellprojekte gefördert, in Großstädten (u.a. Ulm und Wolfsburg), Mittelstädten (u.a. Cottbus und Gera) sowie auch in Kleinstädten und Landkreisen (u.a. Grevesmühlen und Haßfurt). Viele weitere Städte entwickeln aktuell Konzepte.

Trotz eines stark gewachsenen Interesses am Konzept der Smart City existiert keineswegs ein Konsens darüber, was eine Smart City ausmacht. Daher gibt es auch keine einheitlich anerkannte **Definition** dessen, was eine Smart City ist oder leistet (Libbe 2014). Strategischen oder umsetzungsorientierten Ansätzen der Smart City liegen verschiedene Interpretationen des Begriffs zugrunde, dementsprechend divers zeigen sich auch die Ausgestaltung, Dimensionen, Herangehensweisen und inhaltlichen Schwerpunktlegungen verschiedener Smart-City-Vorhaben im globalen Kontext.

Im Smart-City-Diskurs wird oft auf die **positiven Nachhaltigkeitseffekte** der weiteren Digitalisierung von Städten verwiesen. So heißt es beispielsweise in der Smart-City-Charta (Hervorhebung durch die Autoren): „Smart Cities sind *nachhaltiger* und integrierter Stadtentwicklung verpflichtet. Die digitale Transformation bietet Städten, Kreisen und Gemeinden Chancen auf dem Weg der *nachhaltigen Entwicklung* und zielt auf die *ressourcenschonende*, bedarfsgerechte Lösung der zentralen Herausforderungen der Stadtentwicklung ab.“

⁶ *Urbaner Umweltschutz* kann verstanden werden als eine „an Umweltqualitätszielen ausgerichtete Entwicklung von Siedlungsräumen“ (Umweltbundesamt 2018b; S. 5).

Gleichzeitig steht aber die Forschung zur Bedeutung von Smart Cities für ökologische Nachhaltigkeit noch am Anfang. Bestehende Arbeiten legen den Fokus oft auf Begriffsklärungen und Deutungen der Smart City. Die am häufigsten zitierten Arbeiten in Europa beschäftigen sich bspw. mit Rankings, Definitionsversuchen und Kritik an einem technozentrischen Smart-City-Verständnis (Mora et al. 2017). Auch in Deutschland liegen noch zu wenige Erkenntnisse zu den Umwelteffekten smarter Lösungen vor, auch wenn verschiedene Vorhaben des Umweltbundesamtes diese bzw. verwandte Fragestellungen bereits bearbeiteten (vgl. „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht“; TRAFIS - Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcenschonenden Infrastrukturen, RELIS – Ressourcenleichte, zukunftsfähige Infrastrukturen, KLARIS - Klimaresiliente und zukunftsfähige Infrastrukturen; Internet der Dinge und Dienstleistungen am Beispiel Schwerin; Wasser 4.0).

Parallel zur Konzeptentwicklung und Erprobung in den Städten werden Smart City-Dienstleistungen und -Technologien zunehmend international standardisiert. Mit der steigenden **Standardisierung und Normung** einhergeht vor allem eine Zunahme der Bedeutung von Konsortialstandardisierung⁷, wohingegen die Normung aufgrund ihrer längeren Erarbeitungszeiten im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eine geringere Bedeutung hat. Dadurch wird die ohnehin schon komplexe Landschaft der an der Normung und Standardisierung beteiligten Organisationen und Gremien noch komplexer (Birner et al. 2017, S. 14). Zudem ist die Konsortialstandardisierung anders als die Normung nicht an die Einhaltung der Kriterien der Welthandelsorganisation (WTO) gebunden (Birner et al. 2017, S. 46), sodass bei Nichteinhaltung oder nur teilweiser Einhaltung wichtiger WTO-Kriterien wie „Offenheit“, „Konsens“, „Ausgewogenheit“, „Verfügbarkeit“, „Relevanz“, „Neutralität & Stabilität“ oder „Qualität“ das Risiko besteht, dass Akteure aus dem Bereich Umweltschutz nicht ausreichend beteiligt werden und Anforderungen des Umweltschutzes keinen ausreichenden Eingang in die Standardisierung finden. Aus **Umweltsicht** kommt **Normen und Standards** insgesamt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung „smarter Ansätze“ in Städten und Kommunen zu, sowohl als Barriere bei der Umsetzung innovativer und umweltförderlicher Smart City-Ansätze als auch als förderlicher Faktor für die Verbreitung der Ansätze.

1.2 Zielsetzung und Projektfokus

Ziel des dreijährigen Projektes „**Umwelteffekte von Smart-City-Infrastrukturen**“ (Oktober 2017 – September 2020) war es, den Beitrag „smarter Lösungen“ zu bestehenden Umwelt- und Nachhaltigkeitsstrategien zu untersuchen und auszuloten, welche Umweltwirkungen von Smart-City-Technologien und -Anwendungen in deutschen Kommunen sich bereits identifizieren lassen. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts war das Thema der internationalen Normung und Standardisierung sowie der rechtliche Rahmen im Bereich Smart Cities. Dabei wurde geprüft, inwiefern eine internationale Normung und Standardisierung förderlich oder hinderlich auf die Umsetzung von nachhaltigkeitsförderlichen und umweltwirksamen Smart City-Ansätzen wirkt.

Smart-City-Aktivitäten reichen von kleinen, städtischen Digitalisierungsprojekten bis hin zu umfangreichen Strategieprozessen oder Stadtentwicklungsvorhaben. Das **Vorhaben**

⁷ Konsortialstandards stellen das Ergebnis eines Standardisierungsprozesses dar, welcher in einem temporär zusammengestellten Gremium eines Standardisierungskonsortiums durchgeführt wird (Mangelsdorf, 2019, 8), welche in der Regel nur aus privatwirtschaftlichen Unternehmen bestehen. Dieser Prozess wird daher auch Konsortialstandardisierung genannt. In der Zusammensetzung, aber auch in der Arbeitsweise (z. B. kein Konsens bei Entscheidungen notwendig) bestehen wesentliche Unterschiede zur Normungsarbeit in den formellen Normungsorganisationen wie z. B. DIN oder ISO.

fokussierte auf einen spezifischen Ausschnitt – auf solche kommunalen Aktivitäten, bei denen digitale Informations- und Kommunikationstechnologien genutzt werden, um städtische, technische Infrastrukturen effizienter zu verwalten und zu steuern, wechselseitig zu vernetzen und neue Dienstleistungen bereitzustellen. Im Nachfolgenden werden diese als smarte Lösungen bezeichnet. Digitale Innovationen dieser urbanen Infrastrukturen versprechen in besonderem Maße, die Auswirkungen des Verkehrs, der Energieversorgung, der Ver- und Entsorgung etc. in Städten auf die Umwelt zu verringern; sie betreffen direkt die Ebene, auf der durch und in der Stadt Ressourcen verbraucht und Schadstoffe emittiert werden.

Smarte Lösungen sind vielfach eingebunden sowohl in übergreifende städtische Strategien, wie Stadtentwicklungskonzepte oder Digitalstrategien, als auch in Entwicklungs- oder Masterpläne der verschiedenen Fachabteilungen. Betrachtet wurde deshalb auch die **strategisch-konzeptionelle Ebene**, in der die Weichenstellungen und Schwerpunkte für einzelne smarte Lösungen gesetzt werden. Die Umweltbewertung der einzelnen Innovationen hängt schließlich in entscheidendem Maße davon ab, inwieweit ihre Umweltauswirkungen beobachtet und nach der Umsetzung evaluiert werden. Betrachtet wurde deshalb auch, inwieweit und aus welcher Motivation heraus in den Fallstädten Monitoring- und Evaluationssysteme smarter Lösungen etabliert wurden.

Beim **Thema Normung und Standardisierung** wird betrachtet, inwieweit eine internationale Normung und Standardisierung von Dienstleistungen und Technologien für Smart Cities zur Erzielung positiver, umweltrelevanter Effekte möglich und sinnvoll ist, aber auch, wo Risiken zu sehen sind, und darüber hinaus welche Chancen und Herausforderungen sich aus dem bestehenden und dem künftig absehbaren Rechtsrahmen ergeben. Dabei werden im Ergebnis auch Einschätzungen darüber vorliegen, in welchen Gremien sich umweltrelevante Akteure, wie z. B. das Umweltbundesamt (UBA) oder das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), (stärker) engagieren sollten.

1.3 Methodisches Vorgehen im Überblick

Bestandsaufnahme smarter Lösungen und Entwicklung eines Bewertungssystems

Im ersten Arbeitspaket – „Urbane Infrastrukturen und mit ihnen verbundene Dienstleistungen“ – wurde eine **Bestandsaufnahme smarter Konzepte und Lösungen in Deutschland** erstellt. Hierfür wurde für die 200 einwohnerstärksten Städte Deutschlands recherchiert, inwieweit sich diese in öffentlich zugänglichen Dokumenten und Webseiten auf „Smart City“, „smarte Lösungen“ oder verwandte Konzepte wie „Digital City“ und „Intelligent City“ beziehen. Aufbauend hierauf wurden **Praxisbeispiele** ausgewählt. Auswahlkriterien waren die Größe der involvierten Stadt bzw. Region, die Leistungsfähigkeit vorhandener digitaler Infrastrukturen, der Stand auf konzeptioneller Ebene und in der praktischen Umsetzung, für ‚smarte‘ Konzepte relevante Infrastrukturen sowie die wirtschaftliche Leistungskraft. Für die Praxisbeispiele wurden **Steckbriefe** erstellt sowie zentrale Dokumente recherchiert (bspw. Smart-City-Strategien). Die Hauptarbeiten für die Bestandsaufnahme erfolgten bis Mai 2018.

Außerdem wurden **Bewertungskriterien zur Einordnung der Smart-City-Ansätze hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz formuliert**. In die Entwicklung des Bewertungssystems flossen die Ergebnisse des Vorhabens „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen“ sowie von TRAFIS mit ein. Das Bewertungssystem wurde anschließend beispielhaft für ausgewählte smarte Lösungen angewandt.

Fallstudien in vier Kommunen

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme wurden vier Praxiskommunen für Fallstudien ausgewählt. Grundlage waren die schon für die Steckbriefe genutzten Kriterien. Insgesamt sollte durch die Auswahl eine möglichst **große Bandbreite unterschiedlicher Fälle** abgebildet werden. Es wurden insgesamt vier Kommunen ausgewählt: München (Smarter Together), Dortmund (Allianz Smart City), Ludwigsburg (Living LaB) sowie Bottrop (Innovation City Ruhr). In Dortmund, Ludwigsburg und Bottrop wurden dabei vor allem gesamtstädtische Ansätze betrachtet; in München lag der Fokus vor allem auf dem Projekt Smarter Together (strategische Verknüpfungen zur gesamtstädtischen Ebene wurden aber mitadressiert).

In einer **Vorrecherche** wurden für jede Fallstudie wichtige Dokumente und Quellen identifiziert. Hierzu zählten gesamtstädtische Strategien / Leitlinien / Projekte (aus den Bereichen Umwelt, Klima, Stadtentwicklung, Digitalisierung), die Beschreibung von Smart-City-Projekten/Konzepten sowie Dokumente zu städtischem bzw. projektbezogenen Monitoring / Evaluation. Außerdem wurde ein Akteursmapping für jeden Ansatz durchgeführt; hier flossen die Vorerfahrungen des Projektteams sowie eine Internetrecherche ein.

Für jede Fallstudie wurden **Expertinnen und Experten** aus der jeweiligen Kommune befragt, die mit dem spezifischen Smart-City-Ansatz, Digitalisierungsthemen, Umweltthemen & IKT-Ausbau betraut sind. Außerdem wurden je nach Verfügbarkeit und Kommune Akteure, die fachlich / thematisch betroffen sind bzw. externe Partner (z. B. aus Forschung und Wirtschaft) interviewt. Insgesamt wurden 27 Experteninterviews durchgeführt. Für die Interviews wurde ein **Leitfaden** mit Leitfragen entwickelt; der Leitfaden wurde für jedes Interview um expertenspezifische Fragen ergänzt.

Im Anschluss an die Vorrecherche und Expertenbefragung wurden die **Ergebnisse** für jede Kommune entsprechend der Struktur des Leitfadens ausgewertet. Dabei wurden die Interviewaussagen zunächst auf strategisch-konzeptioneller und anschließend auf Umsetzungsebene verglichen und in Bezug zueinander gesetzt sowie diese um Aussagen aus den recherchierten Dokumenten ergänzt.

Die Hauptarbeiten für die Fallstudien erfolgten im Zeitraum März bis Oktober 2019.

Analyse von Standardisierung & Normung im Bereich Smart Cities

Die Untersuchung von Standardisierung und Normung im Bereich Smart Cities erfolgte in vier aufeinander folgenden Arbeitsschritten, wobei insbesondere die Schritte eins bis drei stark aufeinander aufbauten.

In einem ersten Schritt wurde die **Bedeutung von Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen** beschrieben und die bislang kaum erforschten Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung auf der einen Seite und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen auf der anderen Seite näher betrachtet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auch auf einer strukturellen Akteursanalyse. Der Fokus lag dabei auf zentralen Gremien der internationalen Normungs- und Standardisierungslandschaft zu Smart Cities.

Im zweiten Schritt wurde eine **Einschätzung zur Anwendung internationaler Normen und Standards im Kontext deutscher Städte und Kommunen** gegeben. Grundlage für diese Einschätzung bilden die Erkenntnisse zu den Zusammenhängen von Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen, die Akteursanalyse aus dem ersten Arbeitsschritt sowie eine Experteneinschätzung.

Im dritten Schritt ging es darum, auf Basis der Ergebnisse aus den ersten beiden Arbeitsschritten **Rückschlüsse aus den Fallstudien** zu bilden und daraus

Handlungsempfehlungen für Bund und Kommunen hinsichtlich der internationalen Normungs- und Standardisierungsdiskussion abzuleiten. Dazu wurden die Ergebnisse der Fallstudien in Bezug auf die Zweckmäßigkeit einer internationalen Normung und Standardisierung von Dienstleistungen und Technologien für Smart Cities untersucht.

Im vierten Schritt wurden die **für Smart City-Ansätze relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen** aufgezeigt. Ziel dieses Schritts war es, anhand von typischen Smart City-Ansätzen einen Überblick über aktuell geltende Rechtsvorschriften zu schaffen, die für das Thema Smart City relevant sind. Dabei stand die Schaffung eines Überblicks der jeweiligen rechtlichen Rahmenbedingungen im Vordergrund und keine detaillierte juristische Auseinandersetzung mit den einzelnen Rechtsvorschriften. Ebenfalls nicht im Fokus standen dabei allgemeine, übergeordnete Rechtsvorschriften, wie z. B. das Strafgesetzbuch oder allgemeine, umweltbezogene Rechtsvorschriften, sofern nicht ein expliziter Bezug zu einem der identifizierten Smart City-Ansätze gegeben ist.

Die Hauptarbeiten erfolgten 2019.

Empfehlungen für Bund und Kommunen

Im letzten Schritt des Vorhabens wurden Empfehlungen für den Bund und Kommunen entwickelt. Grundlage für die Entwicklung politischer Handlungsempfehlungen waren die Ergebnisse der Bestandsaufnahme, Fallstudien sowie der Analyse von Standardisierung und Normung. Außerdem flossen die Ergebnisse zweier Stakeholder-Dialoge mit ein, die im Februar und November 2019 stattfanden.

Die Hauptarbeiten erfolgten bis August 2020.

2 Bestandsaufnahme und Bewertungssystem

2.1.1 Zielsetzung

Zielsetzung des ersten Arbeitspaketes war es, einen Überblick über die bisherige Entwicklung smarter Lösungen in Deutschland zu geben, sowie aufzuarbeiten, welche Bedeutung dem urbanen Umweltschutz in Smart-City-Konzepten aktuell zukommt und welche Potenziale und Risiken für den urbanen Umweltschutz sich bereits identifizieren lassen. Außerdem wurde ein Bewertungssystem zur Einordnung smarter Lösungen erarbeitet und beispielhaft angewendet.

2.1.2 Methodisches Vorgehen im Detail

Im ersten Arbeitsschritt des Arbeitspaketes – „Urbane Infrastrukturen und mit ihnen verbundene Dienstleistungen“ – wurde eine Bestandsaufnahme von Smart-City-Ansätzen in Deutschland erstellt. Hierfür wurde für die 200 einwohnerstärksten Städte Deutschlands recherchiert, inwieweit sich diese in öffentlich zugänglichen Dokumenten und Webseiten auf die Smart City oder verwandte Konzepte wie „Digital City“ und „Intelligent City“ beziehen. Hintergrund für die Fokussierung auf die Einwohnerstärke ist der Befund, dass die Tatsache, ob und wie aktiv sich eine Stadt mit dem Thema „Smart City“ beschäftigt mit der Größe korreliert. Redaktionsschluss für die Recherche war Mai 2018.

Aufbauend hierauf wurden 49 Praxisbeispiele für eine Longlist ausgewählt. Kriterien waren die Größe der Städte / Regionen, Leistungsfähigkeit vorhandener digitaler Infrastrukturen, Stand der Smart City-Ansätze auf konzeptioneller Ebene und in der praktischen Umsetzung, für ‚smarte‘ Konzepte relevante Infrastrukturen sowie wirtschaftliche Leistungskraft. Insgesamt sollte durch die Auswahl ein Querschnitt der Smart-City-Landschaft in Deutschland ermöglicht werden.

Dargestellt wurde für die 49 Beispiele Projekttitel und Anwendungsfelder der Smart City, Kurzbeschreibung des Projektes / Praxisbeispiels, Einwohnerzahl, Region und Art des Ansatzes, Bezugsebene (Gesamtstadt, Anwendung, Infrastruktursystem) und Status der Umsetzung (Planungsphase, Umsetzungsphase, in Anwendung, abgeschlossen), Bezug zu Umwelteffekten (benannte Ziele, benannte Maßnahmen mit Umweltbezug), Stadt-Land-Bezug, Operationalisierung (koordinierendes Gremium / Akteursnetzwerk; organisatorische Einbindung; Bezug zur integrierten Stadtentwicklung) sowie Datenlage.

Im Anschluss wurde für 21 ausgewählte Praxisbeispiele Steckbriefe (siehe Tabelle 1) erstellt sowie zentrale Dokumente recherchiert. Ziel war es, einen detaillierteren Blick auf die ausgewählten Beispiele zu werfen. Dargestellt wurden Eckdaten des Praxisbeispiels (Ort; Laufzeit und Status; Art des Ansatzes; beteiligte Akteure), Ziele (insbesondere mit Bezug zu Umwelt), Bedeutung von Umweltaspekten, zentrale Maßnahmen / Pilotprojekte, Prozesse (Zustandekommen; bisherige Schritte; Akteurskonstellation; Einbindung in strategische Prozesse und Grad der Institutionalisierung; Ausblick auf kommende Schritte), spezifische Charakteristika sowie Ansprechpartnerinnen und -partner. Die Praxisbeispiele wurden schließlich aus der Longlist sowie den Steckbriefen ausgewertet hinsichtlich der Fragestellung des Arbeitspaketes.

Tabelle 1: Ausgewählte Praxisbeispiele

Nr.	Fallbeispiel	Einwohnerzahl (Stand 2017)	Nr.	Fallbeispiel	Einwohnerzahl (Stand 2017)
1	Smart City Berlin, Berlin	3 613 495	12	Blue City Mannheim, Mannheim	307 997
2	Hamburg Smart City, Hamburg	1 830 584	13	Smart City Logistik Erfurt, Erfurt	212 988
3	Smarter Together München, München	1 456 039	14	Smart City Oldenburg, Oldenburg	167 081
4	Smart City Cologne, Köln	1 080 394	15	#Digitalstadt Darmstadt, Darmstadt	158 254
5	Regio VK, Region Nordhessen	996 602	16	Innovation City Ruhr, Bottrop	117 364
6	iNES – intelligente Ortsnetzstationen, Frankfurt	746 878	17	Living Lab Ludwigsburg, Ludwigsburg	93 593
7	Stuttgart Services, Stuttgart	632 743	18	#ARNSBERGdigital, Arnsberg	73 814
8	Smart City Düsseldorf, Düsseldorf	617 280	19	Smart City Bad Hersfeld	29 767
9	Allianz Smart City Dortmund	586 600	20	SmartRegion Pellworm, Pellworm	1137
10	Triangulum Leipzig, Leipzig	581 980	21	Smart Region Süderelbe, Region Süderelbe	Ca. 70.000
11	SmarterCity Karlsruhe, Karlsruhe	311 919			

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi

2.1.3 Entwicklung eines Bewertungssystems und beispielhafte Anwendung

Im zweiten Arbeitsschritt wurden Bewertungskriterien zur Einordnung von Smart-City-Ansätzen hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz entwickelt. In die Entwicklung des Bewertungssystems flossen die Ergebnisse des Vorgängervorhabens „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen“ sowie von TRAFIS mit ein. Grundlage des Systems ist die Betrachtung von Umweltbelastungskategorien wie sie das UBA entwickelt hat (VERUM 2.0; Berger und Finkbeiner 2017). Diese Umweltbelastungskategorien bilden die wesentlichen direkten und indirekten Einflüsse auf die Schutzgüter ab, wie sie in der Umweltverträglichkeitsprüfung vorgesehen sind – nämlich auf (a) Klima und Luft, (b) Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt, (c) Menschen, menschliche Gesundheit, (d) Wasser, (e) Boden, Fläche, (f) Landschaft und (g) kulturelles Erbe, sonstige Sachgüter.

Hinsichtlich direkter und indirekter Effekte wurde die Unterscheidung von Kaltschmitt und Schebek (2015) zugrunde gelegt. Unter indirekten Wirkungen werden solche Effekte auf die Umwelt verstanden, welche in langen Kausalketten auf die Schutzgüter einwirken (d.h. zeitlich und räumlich über verschiedene Zwischenschritte). Direkte Wirkungen belasten Schutzgüter hingegen zeitlich und räumlich über kurze „Ursache-Wirkungsketten“, wirken also beispielsweise direkt auf ein Ökosystem ein.

In das Bewertungssystem wurde darüber hinaus sowohl die materielle Basis der Smart-City-Infrastruktur als auch hierauf aufbauende Anwendungen aufgenommen. Mit der materiellen Basis können Effekte erfasst werden, die durch Einsatz physischer Mittel zur Bereitstellung des Produkts / der Dienstleistung entstehen. Hierauf aufbauende Anwendungen verändern Nutzungsroutinen, auf die das Produkt / die Dienstleistung abzielt, und wirken sich so auf die Umwelt aus. Schließlich werden auch Leistungsfähigkeit / Funktionalität, Organisation / Management und soziale und ökonomische Verträglichkeit mit in das Bewertungssystem aufgenommen. Diese Dimensionen entstammen dem UBA-Vorhaben TRAFIS.

Das Bewertungssystem wurde anschließend beispielhaft für ausgewählte Praxisbeispiele aus den einzelnen Anwendungsfeldern der Smart City in Deutschland angewandt.

Tabelle 2: Umweltbelastungskategorien nach VERUM 2.0

Belastungsart	Belastungskategorien
Chemische Belastungen	Treibhausgase
	Luftschadstoffe
	Schadstoffe in Innenräumen
	Abwasser
Physikalische Belastungen	Diffuse Nähr- und Schadstoffeinträge in Wasser und Boden
	Lärm
	Strahlung
	Mechanische Tötung von Tieren
Biologische Belastungen	Mikrobielle Belastung
	Invasoren
Ressourceninanspruchnahme	Verbrauch mineralischer Rohstoffe inklusive fossiler Energieträger
	Verbrauch biotischer Rohstoffe
	Wasserverbrauch
	Naturraumbeanspruchung
Sonstige Belastungen	Störfälle/Unfälle; Landschaftsästhetik; Geruch; Sachgüter

Quelle: Berger und Finkbeiner 2017

2.2 Smart City in Deutschland: Bestandsaufnahme

Bevor auf die Ergebnisse der Auswertung der Analyse der Praxisbeispiele eingegangen wird, wird zuerst kurz ein Überblick der bisherigen Entwicklung smarterer Lösungen in Deutschland gegeben.

2.2.1 Überblick der bisherigen Entwicklung

Auch wenn sich deutsche Städte im internationalen Vergleich zunächst abwartend zeigten und Städte wie Amsterdam, Kopenhagen, Wien und Barcelona als europäische Smart-City-Pioniere hervorgingen, hat die Auseinandersetzung mit Themen der digitalen Transformation bzw. mit

digitalen Anwendungen im Sinne der Smart City auch hierzulande zuletzt deutlich an Relevanz gewonnen. Sowohl konzeptionell als auch im Rahmen konkreter Umsetzungsprojekte haben in einer wachsenden Anzahl an Städten Kommunalpolitik und -verwaltungen gemeinsam mit Forschungseinrichtungen und Technologieunternehmen begonnen, sich mit den Möglichkeiten der „intelligenten“ Stadt zu befassen. So lässt sich insbesondere in den letzten rund sieben Jahren eine entsprechende Dynamik feststellen (Soike und Libbe 2018).

Nachdem anfangs vereinzelte deutsche Großstädte mit „smarten“ Konzepten und Projekten vorangegangen sind (u.a. Köln, Karlsruhe, Hamburg), rückte das Thema Smart City mehr und mehr in die Öffentlichkeit und weckte das Interesse anderer Kommunen, was dazu beitrug, dass spätestens ab 2013/2014 zunehmend Städte ihre eigenen, auf ihre Ziele angepassten Smart City-Initiativen starteten. Eine Rolle spielte dabei auch die wachsende Bandbreite von Fördermöglichkeiten – sowohl von öffentlicher Seite (Länder, Bund, EU), als auch von Seiten der Industrie und der Forschung. Dabei dominieren Ansätze, die das „Retrofitting“ existierender Strukturen verfolgen, hierbei geht es um die Integration digitaler Technologien und Dienstleistungen in bestehende Infrastrukturen. Jedoch existieren im Rahmen von städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen auch einzelne „Greenfield“-Vorhaben, die Smart-City-Konzepte in Neubauquartieren integrieren, bspw. auch in Form von Smart-City-Reallaboren (Oldenburg, München). Im internationalen Vergleich liegt in Deutschland, wie mehrheitlich in Europa, der Schwerpunkt somit auf der Entwicklung bereits gewachsener urbaner Strukturen – etwa im Unterschied zu den erwähnten Großprojekten „smarter“ Planstädte im asiatischen Raum (vgl. bspw. Masdar City in Abu Dhabi und der Songdo International Business District in Südkorea; Angelidou 2014, 54).

Dabei zeigt sich, dass die Smart City zunächst noch in erster Linie ein Thema der Großstädte ist. So korreliert die Tatsache, ob und wie aktiv sich eine Stadt umfassender mit der Smart City befasst, mit ihrer Einwohnerzahl. Während sich bereits eine Mehrheit der deutschen Städte mit mehr als 250.000 Einwohnern mit Smart City-Ansätzen beschäftigt (d.h. mit entsprechenden Strategien oder konkreten, umsetzungsorientierten Projekten), trifft dies auf Städte mit weniger als 100.000 Einwohnern nur sehr vereinzelt zu (Soike und Libbe 2018, S. 7).

Die Bereitschaft für eigene, kommunale Initiativen steigt demnach mit der Größe der Städte und ihrer Verwaltung. In den Groß- und Millionenstädten dürften die im Gegensatz zu den Klein- und Mittelstädten deutlich größeren personellen Kapazitäten und möglicherweise auch finanziellen Ressourcen dazu beitragen. Vor allem sind es aber in erster Linie die Metropolen und Oberzentren, in denen die gesellschaftlichen, politischen und stadtentwicklungsbezogenen Trends am deutlichsten zum Tragen kommen. Dabei weisen sie in der Regel die höchste ökonomische und soziale Dynamik und Innovationskraft auf, während sie sich permanent im nationalen und internationalen Wettbewerb befinden. Nicht zuletzt dadurch sind Metropolen und Oberzentren als Testumfeld für innovative Ansätze, aber auch als Absatzmarkt für neue Geschäftsmodelle, besonders attraktiv. Die Recherchen zu Praxisbeispielen im Zuge des hier durchgeführten Projektes offenbaren jedoch, dass sich jüngst auch einzelne Initiativen in kleineren Städten sowie auch im regionalen Kontext herausbilden, die sich damit befassen, wie digitale Anwendungen und Dienstleistungen für die spezifischen Bedarfe des ländlichen Raums bzw. in einem gemeinsamen interkommunalen Zusammenhang genutzt werden können. Es bleibt dennoch festzuhalten, dass sich die Umsetzung von „smarten“ Ansätzen stark räumlich differenziert: Innovationstreiber und „Leuchttürme“ sind in erster Linie einzelne Großstädte. Dabei bleibt der Wirkungsbereich von Smart-City-Konzepten in der Regel – wenn überhaupt – auf das jeweilige Stadtgebiet begrenzt und hat, mit Ausnahmen im Bereich Mobilität und einzelnen kommunalen Dienstleistungen, selten eine größere Strahlkraft in das Umland oder die Region. Zudem sind mit Stand der Recherche (Mai 2018) keine Städte bekannt, die Ihre eigenen

Smart-City-Ansätze mit denen anderer Gebietskörperschaften abstimmen. Eine im Zusammenhang stehende, flächendeckende Entwicklung ist damit nicht erkennbar.

Bislang beschäftigt sich nur rund ein Drittel der 200 nach Einwohnerzahl größten deutschen Städte mit umfassenderen Smart City- bzw. Digitalisierungskonzepten (Stand 2017, vgl. Soike und Libbe 2018). Dennoch zeigt sich bereits eine große Bandbreite an Praxisbeispielen, sowohl auf strategischer Ebene, als auch in der Umsetzung konkreter Anwendungen. Im Umkehrschluss heißt das, dass sich ein Großteil der deutschen Städte und Gemeinden nach wie vor noch passiv zeigt: Zwischen gewillt bis überfordert oder abwartend. Die Smart City ist in Deutschland – zumindest in der Breite – nach wie vor kein „Mainstream“ für Verwaltungen und kommunale Entscheidungsträger. Unter anderem lässt sich dies damit begründen, dass sich durch die zunehmende Komplexität von Digitalisierungsprozessen und durch sich verkürzende Innovationszyklen Zugangsschwierigkeiten und Unsicherheiten mit Blick auf zukünftige Entwicklungen ergeben. Dies erschwert vielen Kommunen bisweilen noch eine Positionierung sowie strategische Entscheidungen.

Nichtsdestotrotz kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Vision der Smart City bzw. die Auseinandersetzung mit digitalen Transformationsprozessen von kommunaler Seite aus noch weiter an Bedeutung gewinnen wird und die Anzahl entsprechender Initiativen in Deutschland somit deutlich ansteigt sowie weiter ausdifferenziert (inhaltlich/räumlich). So resultiert die rasante Technologieentwicklung nicht zuletzt in einem Handlungsdruck für Städte und Regionen, in einer sich weiter digitalisierenden Gesellschaft auch zukünftig handlungs- und konkurrenzfähig bleiben zu müssen. Somit wird die Auseinandersetzung mit der Digitalisierung und digitalen Anwendungen nicht mehr zu einem „Nice-to-have“, sondern wird von kommunalen Verwaltungsspitzen vielmehr als eine der derzeit wichtigsten Herausforderungen für die Zukunft von Kommunen wahrgenommen (Difu 2018).

Dementsprechend stellen sich Städte zunehmend auch personell auf den Themenkomplex ein und schaffen strukturelle Grundlagen, welche die digitalen Transformationsprozesse als Querschnittsthema in die kommunalen Verwaltungen tragen und Smart City-Ansätze koordinieren. Mit den Erfahrungen in der Umsetzung von Smart City-Strategien und Maßnahmen entwickelt sich auch der Blick auf die Smart City weiter. Ausgehend von den allgemein sehr hohen Erwartungen an die Potenziale der Smart City erfolgt der „Realitätscheck“ über die Umsetzung von Konzepten und Projekten, die auf vielfältige Anwendungen und Dienstleistungen abzielen. In einzelnen Städten ist das Thema „Smart City“ so bereits Teil von gesamtstädtischen Entwicklungsstrategien geworden, die die vielseitigen Möglichkeiten von IKT für unterschiedliche Handlungsbereiche aufgreifen.

Derweil rückt auch die Bundespolitik das Thema der Smart City zuletzt noch stärker in den Fokus: Mit der Initiierung einer Dialogplattform Smart City im Rahmen des IMA Stadt⁸ wurde das Ziel verfolgt, einen Diskurs zum Verständnis der Smart City in Deutschland zu führen, Anforderungen an die Stadtentwicklungspolitik zu diskutieren und letztlich Handlungsempfehlungen für die Umsetzung der Smart City in den Städten und Gemeinden zu geben. Im Ergebnis wurde durch die Dialogplattform in einem partizipativen Prozesses mit Expertinnen und Experten aus Politik, Kommunen, Forschung, Verbänden und Wirtschaft die Smart City Charta (BBSR/BMUB 2017) entwickelt, die Leitlinien und einen Handlungsrahmen zur nachhaltigen digitalen Transformation von Kommunen in Deutschland aufführt. Die Charta möchte damit einen wichtigen Grundstein für die Initiierung und Umsetzung von lokalen Smart-City-Strategien legen. Gleichzeitig zeigt sie auf, wo im Prozess Herausforderungen bestehen,

⁸ „Interministerieller Arbeitskreis Nachhaltige Stadtentwicklung in nationaler und internationaler Perspektive“ unter Federführung des Bundesumweltministeriums; Arbeitsgruppe IV: Dialogplattform „Smart City“ in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

etwa wenn es um Fragen der Datenhoheit oder aber die räumlichen und planerischen Auswirkungen der Digitalisierung geht. Themen der ökologischen Nachhaltigkeit sind in der Charta dagegen nur wenig präsent.

Als weitere Beispiele für den politischen Diskurs um das normative Verständnis der Smart City und ihrer Umsetzung können zudem die Nationale Plattform Zukunftsstadt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie die Debatte um die Normierung und Standardisierung von Smart-City-Lösungen (DIN/DKE 2015; DST 2014) genannt werden. Auch der aktuelle Koalitionsvertrag beinhaltet an mehreren Punkten Aussagen zu dem Willen, die digitale Transformation von Städten und Regionen verstärkt politisch unterstützen zu wollen, unter anderem durch die Initiierung von Modellprojekten (KoaV 2018, S. 47), aber auch durch die Weiterführung der Smart City Dialogplattform (KoaV 2018, S. 113).

2.2.2 Stand der Entwicklung in den einzelnen Anwendungsfeldern

Inhaltlich sind die betrachteten Smart City-Ansätze sehr vielfältig aufgestellt: Die Bedeutung und der Stand der Entwicklung von Smart-City-Konzepten variiert stärker zwischen den einzelnen Anwendungsfeldern und damit auch den einzelnen Infrastruktursektoren, wie die Querbetrachtung zeigt. Dabei kommen in den einzelnen Sektoren bereits verschiedenste digital-vernetzte Technologien und Anwendungen zum Einsatz; zudem ermöglichen IKT zunehmend auch eine Kopplung von Sektoren, allen voran im Energie-Mobilitäts-Nexus.

Grundvoraussetzung für die Smart-City ist der Ausbau zukunfts- und leistungsfähiger digitaler Infrastrukturen (bspw. Glasfaseranbindung, öffentliches WLAN, Mobilfunk, Sensorik). Erst durch den Auf- und Ausbau dieser Infrastrukturen lassen sich vernetzte Lösungen für die Smart City überhaupt umsetzen, können also neue digitale Anwendungen entwickelt werden und entstehen neue Managementmöglichkeiten für die technischen Infrastrukturen. Dementsprechend nimmt dieser Aspekt in kommunalen Smart City-Konzepten eine zentrale Rolle ein.

In der Querbetrachtung der Praxisbeispiele sowie auch in der öffentlichen Wahrnehmung dominieren auf Ebene der bestehenden Infrastrukturen insbesondere die Handlungsfelder Mobilität sowie Energie die Smart City-Entwicklung. Eine Vielzahl an umsetzungsorientierten Projekten und Einzelmaßnahmen sind in diesen Bereichen verortet, zudem bilden beide Handlungsfelder in übergreifenden Konzepten wichtige inhaltliche Schwerpunkte – so gelten Fragen rund um Energie und Klima als auch Verkehr nicht nur im Zusammenhang mit der Smart City zu den wichtigen Zukunftsthemen für Städte und Regionen

Im Bereich **Mobilität und Verkehr** befassen sich smarte Konzepte unter anderem mit der intermodalen Verknüpfung von Mobilitätsdienstleistungen anhand übergelagerter Services, der stärkeren Integration von alternativen Mobilitätsformen oder mit der Optimierung von Verkehrsströmen über neue Steuerungs- und Verkehrsinformationssysteme. In der Verkehrsinfrastruktur kommen somit vielerorts bereits Technologien zum Einsatz, die Verkehrsströme messen und davon abgeleitete Berechnungen in Echtzeit mit Lichtsignalanlagen oder Verkehrsinformationssystemen verknüpfen. Ein weiterer, in Zukunft sehr wichtiger Bereich ist zudem das Autonome Fahren, dessen Erforschung und Entwicklung seitens der Industrie vorangetrieben wird und der weiteren Digitalisierung der Mobilität Vorschub leisten wird.

Im Anwendungsfeld **Energie** werden in erster Linie Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Energieinfrastrukturen sowie der weiteren Umsetzung der Energiewende verfolgt – vom Einsatz intelligenter Straßenbeleuchtung über die verbesserte Integration erneuerbarer Energieträger bis hin zu vernetzten Steuerungssystemen für Energiebereitstellung, -verteilung und -verbrauch (Smart Grids, Smart Meter, virtuelle Kraftwerke). Zudem liegt das Thema

Energie teilweise quer zu den weiteren genannten Anwendungsbereichen und steht somit in enger Verknüpfung mit diesen: So haben digital-basierte Lösungen auch in anderen Bereichen, bspw. bei Mobilitätskonzepten oder Quartiers-/Gebäudekonzepten, oftmals eine Steigerung der Energieeffizienz zum Ziel. Nicht zuletzt dadurch ist das Thema Energie – ob nun im enger gefassten Sinne des beschriebenen Anwendungsfeldes oder in Verbindung mit weiteren Bereichen der Smart City – ein entscheidender Faktor für die ökologische Nachhaltigkeit der Smart City. So versprechen hohe Effizienz- und Substitutionspotenziale, die durch IKT (besser) genutzt werden können, einen signifikanten Beitrag zum Klimaschutz.

Im Anwendungsfeld **Gebäude und Wohnen** zeigen sich zunehmend digital-vernetzte Lösungen bei der Ausstattung von Gebäuden oder im Einsatz für die Versorgung von Quartieren. So existieren bereits einige Quartiere – sowohl im Bestand als auch im Neubau – die im Sinne der Smart City als Reallabore oder Living Labs geplant und umgesetzt werden, wobei unter anderem neuartige Gebäudetechnik zum Einsatz kommt. Diese ermöglichen nicht nur neuartige Gebäudeversorgungskonzepte, sondern beispielsweise auch digitale Assistenzsysteme verschiedenster Art für die Bewohner.

Gleichzeitig wird insbesondere von den Infrastrukturbetreibern IKT zunehmend – mitunter gänzlich unabhängig von Smart City-Initiativen – für die Optimierung ihrer Systeme eingesetzt. Im Bereich der **stofflichen Ver- und Entsorgung** (Wasser, Abwasser; Abfall / Wertstoffe) gehören dazu beispielsweise Anwendungen auf Basis von Sensoren, wie etwa der Einsatz „intelligenter“ Abfallbehälter mit Füllstanderkennung oder neuartiger Steuerungssysteme für Netzinfrastrukturen, wie der Wasserver- und -entsorgung. Somit werden vor allem die technischen Versorgungsinfrastrukturen Gegenstand einer zunehmenden Digitalisierung.

Die genannten Anwendungsbereiche stehen durch technologische Verknüpfungen zunehmend in einem Zusammenhang. Bei der **Kopplung von Infrastrukturektoren** spielt der Faktor Energie die zentrale Rolle. Dies zeigt sich beispielweise im Bereich E-Mobilität: Hier werden etwa Fahrzeugbatterien als Energiespeicher bereits als Teil des Energiesystems einkalkuliert oder, in einem anderen Anwendungsfall, Strom für den Einsatz in Kraftfahrzeugen zu Gas umgewandelt (Power-to-Gas). Aber auch in anderen Sektoren können technologische Lösungen dazu beitragen, Energien effizienter zu nutzen bzw. neue Quellen nutzbar zu machen, beispielsweise bei der Abwasserwärmerückgewinnung.

2.3 Relevanz von Umweltaspekten in Smart-City-Konzepten

In diesem Abschnitt wird aufbauend auf der Auswertung der Praxisbeispiele dargestellt, welcher Stellenwert dem urbanen Umweltschutz in den Beispielen aktuell zukommt.

Hinsichtlich der **grundsätzlichen Motivation** für die Formulierung smarter Lösungen lässt sich nach Auswertung der Steckbriefe konstatieren, dass der urbane Umweltschutz ein oft genannter Grund für die Entwicklung smarter Lösungen ist, allerdings zumeist auch weitere Ziele hiermit verfolgt werden. Zu den von kommunaler Seite genannten Gründen für die Formulierung smarter Lösungen zählen u.a. die steigende Stadtbevölkerung, der Klimawandel und der digitale Wandel. Vielfach wird auch aufgeführt, dass die Kommune mit der Etablierung der Smart City auf der „Höhe der Zeit bleiben möchte“. Oft werden verallgemeinerbare, qualitative Formulierungen wie „Verbesserung der Standort- und Lebensqualität“ oder „Beitrag zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit“ genannt. Teils wird mit smarten Konzepten auch der Anspruch verbunden, eine „Vorreiterrolle“ im Vergleich zu anderen Kommunen einzunehmen und einen Beitrag zur Stadtprofilierung und –marketing zu leisten.

Dabei zeigt sich in der Queranalyse der ausgewählten Fallbeispiele, dass die **Stärke des Umweltbezuges** auf strategischer Ebene variiert. Bei einigen (wenigen) Kommunen sind keine

explizit formulierten Ziele mit Umweltbezug erkennbar. Sie fokussieren beispielsweise auf den Breitbandausbau und Netzinfrastruktur, E-Government (Digitalisierung der Verwaltung), Open Data oder die Förderung der Digitalwirtschaft. Andere Kommunen stellen hingegen Umweltziele in den Mittelpunkt der Smart City. Beispielsweise wird als vorrangiges Ziel ausgegeben, Projekte zum Klimaschutz zu entwickeln und die Energiewende voranzutreiben. Die Mehrheit der untersuchten Praxisbeispiele lässt sich zwischen beiden Polen verorten. In diesen Praxisbeispielen werden Umweltziele zwar mitaufgegriffen – diese stehen aber gleichbedeutend neben einer Vielzahl an weiteren Zielen, welche auch in Konflikt mit dem urbanen Umweltschutz stehen können (bspw. mit der Wirtschaftsförderung). Dazu zählen viele Großstädte, die versuchen in unterschiedlichen Anwendungsfeldern gleichzeitig aktiv zu sein.

Hinsichtlich des **Fokus des Umweltbezugs** in smarten Konzepten ergab die Querauswertung der Fallbeispiele deutliche Schwerpunkte. Besonders im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen die Verringerung der Treibhausgase sowie Ressourceninanspruchnahme (bezogen auf fossile Energieträger) außerdem die Verringerung von Luftschadstoffen. Daneben finden sich auch Ziele mit Bezug zu Abwasser, Lärm sowie Strahlung (adaptive Straßenbeleuchtung). Im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen damit diejenigen Belastungen bzw. Entlastungen, welche durch Energieverbräuche in Kommunen, den kommunalen Beitrag zum Klimaschutz sowie das lokale Verkehrssystem entstehen. Sprich, es werden in erster Linie klima- und gesundheitsschädliche chemische Belastungsarten (Treibhausgase, Luftschadstoffe) adressiert.

Insgesamt werden die **Ziele allerdings noch selten quantifiziert**, bzw. näher hinsichtlich Zeithorizont und Umfang eingegrenzt. Oft steht die technische Machbarkeit bzw. die Erprobung von „smarten“ Lösungen im Projektfokus. Außerdem werden zumeist die positiven Effekte herausgestellt. Außerdem wird noch **kaum öffentlich erkennbar dargestellt**, welche Umwelteffekte von einzelnen smarten Lösungen ausgehen.

Insgesamt können aktuell nur **Potenziale für den urbanen Umweltschutz** dargestellt werden. Die betrachteten Smart City-Maßnahmen lassen sich anwendungsfeldübergreifend grob in zwei Bereiche teilen, wobei der erste Bereich in der Querbetrachtung zahlenmäßig deutlich stärker vertreten ist:

1. Die Erschließung von Effizienzpotenzialen durch die Optimierung bestehender Infrastruktursysteme anhand aufgesetzter digital-vernetzter Lösungen.
2. Die Pilotierung von Anwendungen innerhalb neu errichteter oder durch neue Teilsysteme ergänzter Infrastrukturen, die einen Effizienzgewinn gegenüber dem bisherigen Status Quo versprechen.

Zu ersterem gehören im Handlungsfeld Energie beispielweise Lösungen, welche die optimale Marktintegration bestehender Erzeugungsanlagen erneuerbarer Energien durch virtuelle Kraftwerke zum Ziel haben. Im Bereich Mobilität und Verkehr könnte man hier Services zählen, die bestehende Mobilitätsangebote durch neue, verknüpfende Dienstleistung miteinander vernetzen. Zur Pilotierung von Anwendungen kann unter anderem die komplette Umrüstung der städtischen Beleuchtung auf digital gesteuerte LED-Technologie als Beispiel genannt werden.

Insgesamt haben die Lösungen in der Energieversorgung bspw. das Potenzial, den Energieverbrauch zu verringern, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, eine belastbarere, städtische Handlungsgrundlage durch Echtzeitdaten zu ermöglichen sowie von Bürgerinnen und Bürger für Energieeinsparungen zu sensibilisieren. In der Verkehrsinfrastruktur umfassen Potenziale unter anderem die Setzung von Anreizen für den Umstieg vom PKW hin zu anderen Mobilitätsformen sowie die Förderung der Kombination von verschiedenen Verkehrsmitteln. Weitere Potenziale umfassen die Förderung der Elektromobilität, die Verringerung des

Parkraumsuchverkehrs sowie die Reduktion der städtischen Schadstoffbelastung durch Stickoxide / Treibhausgase.

Risiken für den **urbanen Umweltschutz** werden in den betrachteten Fallbeispielen nicht direkt aufgegriffen. Aus der Gesamtschau lassen sich dennoch Risiken ableiten. Erstens besteht das Risiko der *Verlagerung von Umweltauswirkungen*. Gesetzt den Fall, dass durch smarte Müllbehälter in der Nutzungsphase Treibhausgase im Vergleich zur einer analogen Lösung eingespart werden, können trotzdem durch die Produktionsphase oder Verwertungsphase Treibhausgase entstehen, welche die positiven Effekte aufwiegen. Es kann dabei sogar der Fall auftreten, dass in der Summe das Klima stärker belastet wird, als ohne die Lösung. Die Auswirkungen verlagern sich also nur von einer Phase des Lebenszyklus einer smarten Lösung in eine andere.

Zweitens besteht das *Risiko von Rebound-Effekten*. Smarte Lösungen streben oft Energie- und Ressourceneffizienz an; bspw. soll die Parkplatzsuche für das Einkaufen in der Stadt reduziert und so weniger Energie in Form fossiler Energieträger verbraucht werden. Allerdings können die Minderungseffekte geringer ausfallen als angestrebt. Grund hierfür ist der Rebound-Effekt – durch die Effizienzsteigerung kann „eine vermehrte Nachfrage bzw. Nutzung“ bewirkt werden, also bspw. vermehrt der PKW genutzt werden, um Einkäufe in der Stadt zu erledigen (Umweltbundesamt 2016; S. 5). Auch im Bereich der Energieversorgung können diese Effekte auftreten – bspw. wenn die durch Smart-Home-Anwendungen eigentlich mögliche Energieverbrauchsminde rung durch Mehrnutzung kompensiert werden.

Drittens besteht das *Risiko der Überbewertung digitaler Lösungen* für die Lösung städtischer Umweltprobleme. Viele kommunale Umweltprobleme sind nur durch nicht-digitale Maßnahmen lösbar bzw. in enger Verzahnung mit analogen Lösungen. Zusätzliche Anreize für ÖPNV-Nutzung durch Mobilitätsstationen und neue Apps laufen ohne eine Steigerung der Taktfrequenz und einem Ausbau der Kapazitäten ins Leere. Um die Zahl der Fahrradfahrenden zu erhöhen reicht eine Bevorzugung von Fahrradfahrern an Ampeln nicht aus, sondern dies benötigt auch den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur.

2.4 Beispielhafte Anwendung des Bewertungssystems

Das zuvor entwickelte Bewertungssystem wurde im Vorhaben auf vier Beispiele aus den Anwendungsfeldern Mobilität, Gebäude und Wohnen, Technische Infrastrukturen sowie Energie angewandt. Hierdurch sollte abgeschätzt werden, inwieweit sich das Bewertungssystem für die Identifizierung von Umwelteffekten eignet und wo Weiterentwicklungsbedarfe bestehen. Nachfolgend werden die Ergebnisse für die vier Beispiele „Polygo-Card“ (Mobilität), „Regio VK“ (Energie und Klima), „Smarte Müllbehälter“ (Technische Infrastrukturen) sowie „Smart Home Stationen“ (Gebäude und Wohnen) vorgestellt.

Die Anwendung des Bewertungssystems steht dabei grundsätzlich vor der Herausforderung, dass aktuell noch kaum Nutzerdaten, Monitoring-Ergebnisse oder weitergehende Evaluationen öffentlich verfügbar sind. Für die Bewertung des Umweltentlastungspotenzials mussten deshalb Annahmen zu den Nutzungsroutinen getroffen werden. Diese werden jeweils angegeben. Daraus folgt auch, dass bei der Anwendung des Bewertungssystems nur Potenziale identifiziert werden können.

2.4.1 Anwendungsfeld „Mobilität“: Polygo-Card – Stuttgart

Viele Kommunen in Deutschland setzen bereits auf IKT-basierte Lösungen, um zur Verkehrsverlagerung vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den Umweltverbund bzw. auf E-Sharing-Angebote beizutragen. Ein Anwendungs-Schwerpunkt liegt hier in der Etablierung

von Mobilitätsplattformen. Diese sollen einen einheitlichen Zugang zu verschiedenen Verkehrsträgern ermöglichen, die Fahrtenplanung und -bezahlung erleichtern und insgesamt dadurch umweltverträglichere Mobilität ermöglichen. Im Ergebnis kann – so das Ziel – Multi- und Intermodalität gestärkt werden, also ökologisch nachhaltigere Verkehrsmittel leichter genutzt und diese auch leichter für eine Wegstrecke kombiniert werden.

Ein gutes Beispiel für chipkartenbasierte Ansätze stellt die **Polygo-Card** dar, die in Stuttgart zum Einsatz kommt. Diese wurde im Rahmen des BMWI-geförderten Projektes Stuttgart Services zwischen 2013 und 2016 unter Konsortialführerschaft der Stuttgarter Straßenbahn AG entwickelt; sie wird mittlerweile durch den Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart ausgegeben. Mit der Mobilitätskarte können gleichermaßen ÖPNV, Elektro-Carsharing, Leihfahrräder und Elektroladestationen genutzt werden. Außerdem kann die Karte für die städtischen Bibliotheken eingesetzt werden. Die Karte entstand laut Projektbeschreibung der Webseite um „den Nachhaltigkeitsverbund (zu Fuß, Fahrrad, Sharingkonzepte, öffentlicher Nahverkehr und elektromobiler Individualverkehr) zu stärken und die Elektromobilität voranzubringen“ (Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH (VVS)).

Hauptpotenzial aus Umweltsicht ist die Einsparung von Treibhausgasemissionen, wenn tatsächlich vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den ÖPNV umgestiegen wird; auch könnten Luftschadstoffe reduziert werden. Hinsichtlich der **sozialen und ökonomischen Verträglichkeit** gilt, dass die Dienstleistungen durch die Polygo-Karte leichter zugänglich werden. Außerdem sind Folgeinvestitionen auf Nutzer- und Nutzerinnenseite durch die Karte nicht notwendig; die mit der Karte zugänglichen Dienstleistungen werden durch die Karte nicht teurer. Gleichzeitig gilt aber auch, dass das System über den Rahmen eines Pilots hinaus eine große Bereitschaft und hohen Abstimmungsaufwand erfordert – u.a. mit den verschiedenen (privaten) Dienstleistern mit unterschiedlichen Ansprüchen, Zielen und komplexen Organisationsstrukturen sowie unterschiedlichen technischen Voraussetzungen. Hinsichtlich einer möglichen Übertragbarkeit dürfte sich dies als größte Herausforderung darstellen.

2.4.2 Anwendungsfeld „Gebäude und Wohnen“: Smart Home Stationen

Grundsätzlich geht es bei Smart-Home-Technologien darum, mittels Sensoren verschiedene Umgebungsfaktoren in Privathaushalten, wie zum Beispiel Temperatur, Licht, Bewegung und Feuchtigkeit in einer Software zu erfassen, zu bündeln und zu steuern. Anwendungsbereiche sind beispielsweise Heizungs- und Warmwassersysteme, Beleuchtung, Fenster, Vorhänge, Garagentore, Kühlschränke, Fernseher und Waschmaschinen (Wilson et al. 2017). So soll beispielsweise das Smart Metering (Intelligente Zähler bzw. Messsysteme) ermöglichen, Verbräuche zu dokumentieren, diese an die Betreiber zu übermitteln und für den Verbraucher Einsparpotenziale zu identifizieren (Bundesnetzagentur 2019).

Auch in München werden im Rahmen des Smarter-Together-Projektes Smart-Home-Stationen getestet. Diese bestehen aus zwei Mess-Sensoren und einer Basisstation und ermöglichen es, Daten zu Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit in einem Haushalt zu erfassen und auf Grundlage dessen mit Hilfe einer App Empfehlungen zur Optimierung des Heiz- und Lüftungsverhaltens zu geben.

Hauptumweltpotenzial der Smart-Home-Stationen ist es, den Energieverbrauch in den beteiligten Haushalten zu senken und dadurch, je nach Strommix, Treibhausgasemissionen sowie Ressourcen einzusparen. Ein positiver Nebeneffekt der Anwendung ist außerdem, dass bei Einhaltung der Lüftungsempfehlungen Schadstoffe in den Innenräumen reduziert werden können und so zu einem besseren Raumklima beigetragen werden kann. Grundsätzlich hat die hier analysierte Smart Home-Anwendung **Potenzial für Skalier- und Übertragbarkeit**, da die

Erfassung von Daten zu Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit mittels Sensoren in verschiedensten Haushalten möglich ist. Wichtige Grundvoraussetzung dafür ist jedoch, dass die Kosten für die Anwendung so gestaltet werden, dass sie durch Haushalte mit unterschiedlichen Einkommen auch finanziert werden können; wichtig erscheint hier eine unterstützende Finanzierung mit Fördergeldern, insbesondere für einkommensschwache Haushalte. Darüber hinaus erfordert die Anwendung ggf. ergänzende Dienstleistungen, wie die Installation der Hardware. Diese Dienstleistungen können mit einem zusätzlichen Management- und Personalaufwand verbunden sein, welcher hinsichtlich der Übertragbarkeit der Anwendung eine Hürde darstellen könnte.

2.4.3 Anwendungsfeld „Technische Infrastrukturen“: Smarte Müllbehälter

Das Konzept der „smarten“ Müllbehälter wird im Bereich der Abfallentsorgung bereits vielerorts getestet und eingesetzt; so auch im Rahmen der Maßnahmen der Digitalstadt Darmstadt unter dem Titel „Smart Waste“. Dabei kommen Sensoren zum Einsatz, die in Müllbehältern installiert sind. Diese sind in der Lage, den Füllstand der Behälter zu messen und diese Information, in Verbindung mit Daten zur Identifizierung des Behälters, per Funk an den Entsorgungsdienstleister zu übertragen. Der Gedanke dahinter: Mit einem IT-gestützten Abfallmanagement fahren die Fahrzeuge der Abfallentsorger nicht mehr ihre regelmäßig getakteten Standardrouten ab, sondern erhalten auf Basis der Datenauswertung der Sensoren in den Abfallbehältern ein dynamisches, optimiertes Routing. Für die Routenplanung können zudem Verkehrsdaten hinzugezogen werden. Mülltonnen werden also erst dann geleert, wenn sie voll sind; zu überquellenden Mülltonnen kommt es in der Theorie nicht mehr.

Das System verspricht eine effizientere Abfallentsorgung durch optimierte, bedarfsgerechte Touren und die Vermeidung von gering ausgelasteten Fahrzeugen. Dies kann neben dem Zeitgewinn eine deutliche Reduzierung der Wegstrecken für die Fahrzeuge bedeuten, mit dem gewünschten Effekt, dass sowohl Betriebskosten als auch die mit der Entsorgung verbundenen Kraftstoffverbräuche, Schadstoffausstöße und Lärmbelastungen reduziert werden können. Zugleich lässt sich die Entsorgung auf dieser Basis zukünftig weiter optimieren, bspw. durch den Einsatz kleinerer (autonom)er Fahrzeuge. Ein weiterer Vorteil: Entsorgungsgebühren können an das tatsächliche Abfallaufkommen angepasst werden.

Das System stellt somit eine durchaus breitenkompatible und einfach zu skalierende Weiterentwicklung für die Erbringung der Entsorgungsdienstleistung dar. Sensorik für Müllbehälter wird in Zukunft voraussichtlich mehr und mehr zum Einsatz kommen, dabei wird sich die Nutzbarkeit der Daten, insbesondere auch in Kombination mit weiteren, verfügbaren Daten, stetig erweitern.

In Darmstadt wurde diese Lösung durch den Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen (EAD) nach Eigenaussage zunächst für eine Reihe öffentlicher und gewerblicher Müllbehälter umgesetzt. Im privaten Bereich besteht bislang die Einschränkung, dass die Organisation einer nicht-getakteten Müllentsorgung und die Frage, wie private Haushalte die Information über eine bevorstehende Leerung erhalten, noch nicht geklärt ist.

Abfallbehälter mit digitalen Sensoren sind bei der EAD bereits seit längerem im Einsatz. Dabei steht in der Erprobung und Nutzung die Kosten- und Qualitätsoptimierung der Dienstleistungserbringung zunächst im Vordergrund. Hinsichtlich der tatsächlichen quantitativen Umwelteffekte sind bislang keine (Langzeit-) Informationen verfügbar.

Die Anwendung der technologischen Lösung kann bei einer entsprechenden Skalierung neben den betriebswirtschaftlichen Vorteilen **positive Effekte auf verschiedene Umweltbelastungskategorien** mit sich bringen – sofern sich durch bedarfsgerechtere

Routenplanungen tatsächlich eine signifikante Minderung der Gesamtfahrleistung innerhalb der Abfalllogistik im Vergleich zum Status Quo ergibt. Dies betrifft im Zusammenhang mit dem Fahrzeugeinsatz insbesondere die Belastungskategorien Treibhausgase und (fossiler) Ressourcenverbrauch (Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und -emissionen) sowie Luftschadstoffe (Reduzierung des Ausstoßes von Luftschadstoffen), aber bspw. auch Lärm (Lärminderung durch die Entlastung von Strecken). Zugleich kann das Monitoring der Abfallbehälter eventuelle Beeinträchtigungen durch das Überquellen vorbeugen, was sich positiv auf die Belastungskategorien Geruch, Nährstoffeintrag und (Landschafts-)Ästhetik auswirken kann.

Die **materielle Basis** der für das System nötigen Sensor- und Funk-Hardware ist mit zusätzlichen Umweltbelastungen am Ort der Produktion und auch der späteren Entsorgung verbunden. Bei der Basis der eingesetzten Technologien handelt es sich um Massenwaren (Sensoren, Funkchips), deren Herstellung auf das einzelne Produkt bezogen kaum signifikant ins Gewicht fällt, jedoch in der Gesamtheit ein energie- und ressourcenintensiver Prozess ist (betrifft insbesondere die Belastungskategorien Treibhausgase, Luftschadstoffe sowie mineralische / fossile Ressourcen).

Die Technologie ist als Erweiterung einer bestehenden Dienstleistung zu sehen. Sie wirkt sich im Idealfall effizienzsteigernd auf die Organisation der Dienstleistung aus, ersetzt oder ändert die Erbringung dadurch aber nicht grundlegend. Für den Einsatz der Hard- und Software müssen in der Regel Verträge mit Dienstleistern geschlossen werden. Das System ist ohne allzu große Vorbedingungen **skalier- und übertragbar**. Die spätere Erweiterung des Systems um weitere Datenkriterien beim Routing, elektrisch betriebene oder in Zukunft auch autonom fahrende Entsorgungsfahrzeuge hat das Potenzial, die ökonomische und ökologische Effizienz bei der Abfallentsorgung weiter zu steigern.

2.4.4 Anwendungsfeld „Energie“: RegioVK

Der Einsatz von IKT in der Energieinfrastruktur nimmt seit Jahren stetig zu (siehe bspw. Smart Grids, Smart Meter). Eine weitere Entwicklung, die durch die Möglichkeiten des IKT-Einsatzes befördert wird, ist die Verbreitung von „virtuellen“ Zusammenschlüssen dezentraler Energiesysteme, von der Quartiersebene bis hin zu einer regionalen Ebene. Diese sogenannten virtuellen Kraftwerke (VK) verbinden dezentrale Einheiten innerhalb eines Stromnetzes und stimmen diese anhand eines gemeinsamen digitalen Leitsystems optimal aufeinander ab. Zu den Einheiten gehören sowohl Stromerzeugungsanlagen (in der Regel auf Basis Erneuerbarer Energien (EE) wie Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft oder Biogas, aber auch KWK-Anlagen und andere), Stromspeicher, Power-To-X-Anlagen (Power-To-Gas, Power-To-Heat) als auch das vorhandene Stromnetz und letztlich natürlich die Stromverbraucher. Ziel eines virtuellen Kraftwerks ist die optimale Koordination zwischen Energieerzeugung, -speicherung, -bereitstellung und -verbrauch in Abstimmung mit den externen Bedingungen des Energiemarktes (Preisdynamik, Netzzustände, EEG, usw.). Auf diese Weise lassen sich unter anderem die Nutzung und Verteilung erneuerbarer Energien flexibler gestalten, Spitzen und Flauten volatiler Energieträger (Sonne, Wind) besser abfangen und so die Versorgungssicherheit erhöhen. Auf Marktentwicklungen kann anhand von Algorithmen in Echtzeit reagiert werden, so dass die EE zu den jeweils bestmöglichen, vorherrschenden Bedingungen ins Stromnetz bzw. den Markt integriert werden können. Durch die effizientere und ökonomischere Nutzung der EE-Anlagen kann der Anteil der EE im lokalen Gesamtstrommix erhöht und somit ein wichtiger Beitrag zur Energiewende geleistet werden.

Mit dem Ziel der optimalen Integration von wettbewerbsfähigem, regionalem Ökostrom rief die Stadtwerkunion Nordhessen (SUN), einen Zusammenschluss kommunaler Energieversorger in

und um Kassel, das Projekt REGIO:VK ins Leben. Zusammen mit den Partnern Cube Engineering und Fraunhofer IWES wurde seit 2013 daran geforscht, wie sich die bestehende Infrastruktur und insbesondere die vor Ort im ländlichen Bereich vorhandenen EE-Großanlagen nach dem Prinzip eines VK optimaler betreiben lassen. Das rd. 1 Mio. teure Vorhaben wurde vom Land Hessen gefördert und Anfang 2016 abgeschlossen. Das VK ist seit Anfang 2017 im Regelbetrieb.

Die Motivation des Projektes liegt neben der höheren regionalen Wertschöpfung bei der Erzeugung von EE vor allem in der Energiewende auf regionaler Ebene. Damit betrifft die Anwendung in erster Linie die Belastungskategorie Treibhausgase.

Aus dem Betrieb der für das VK nötigen Hard- und Software gehen zunächst im Vergleich zum Status Quo einzelne Umweltbelastungen hervor: Das digitale Leitsystem ist energieaufwändig und trägt somit in Abhängigkeit vom lokalen Strommix zu zusätzlichen, jedoch verhältnismäßig geringen Emissionen von Treibhausgasen bei, sofern es nicht direkt mit Ökostrom der VK-Anlagen gespeist wird. Ebenfalls hat die materielle Basis im Zusammenhang mit der Herstellung und späteren Entsorgung der notwendigen Hardware einen zumeist nicht-lokalen, negativen Effekt auf die Umwelt in verschiedenen Belastungskategorien (Treibhausgase, Luftschadstoffe, Ressourcenverbrauch).

Dem gegenüber stehen jedoch die mit der Nutzung erzielten, ungleich höheren Effizienzgewinne im Stromsystem: Der Anteil effektiv genutzten Stroms aus EE wird durch die datenbasierte Abstimmung und die effektivere Vermarktung sowohl im lokalen Stromnetz, als auch durch die Veräußerung in das Gesamtstromnetz erhöht. Ungenutzte Energiepotenziale bestehender Anlagen werden vermindert. Das VK leistet somit auf regionaler Ebene einen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit der Energiewende und damit zur stärkeren Substitution fossiler Brennstoffe sowie zur Vermeidung damit verbundener Emissionen (Belastungskategorien: Ressourcenverbrauch, Treibhausgase und Luftschadstoffe) im Vergleich zum bisherigen Status Quo.

Als rein digitaler „Aufsatz“ auf bestehende Infrastrukturen hat das REGIO:VK kaum eigene, direkte physische Auswirkungen auf die Umwelt der betreffenden Region. Bei der Belastungsbewertung wurde nur das Leitsystem, nicht aber die dazugehörigen Einheiten, wie etwa Windkraft- und PV-Anlagen hinzugezogen, die jeweils deutlich unterschiedliche Be- und Entlastungseffekte auf die Umwelt mit sich bringen, etwa mit Blick auf Ästhetik und Naturraumbeanspruchung. Da das Leistungspotenzial des VK aber durchaus eine Motivation zur Integration weiterer Systemeinheiten sein kann, sollten diese Effekte bei der Gesamtbewertung des Systems mitbedacht werden.

Das RegioVK ist eine datenbasierte Anwendung, bzw. ein Tool, das sich auf die Funktions- und Leistungsfähigkeit von Stromerzeuger- und Speicheranlagen lediglich indirekt auswirkt, jedoch ihren Nutzen deutlich steigern kann. Im Falle des RegioVKs sind verschiedene regionale Stakeholder involviert, die bereits aus anderen, energiebezogenen Zusammenhängen heraus auf einer regionalen bzw. interkommunalen Ebene kooperieren. Somit konnte sich die Organisation bei der Umsetzung auf ein bestehendes Netzwerk stützen. Hinsichtlich einer Übertragbarkeit ist eine gute Kooperation – zumindest dort, wo mehrere Energieversorger einbezogen werden sollen – eine Grundvoraussetzung.

Das Konzept virtueller Kraftwerke kann in verschiedenen Größenordnungen zum Einsatz kommen: von Zusammenschlüssen weniger Haushalte über Konzepte für Quartiere bis hin zu einer regionalen Ebene, wie im Falle des RegioVK. Dabei ist die Integration von Erzeugern, Speichern sowie Verbrauchern und Verbraucherinnen technisch grundsätzlich beliebig erweiterbar.

2.5 Fazit

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Stand der bisherigen Entwicklung smarter Lösungen gegeben, die Relevanz von Umweltaspekten in ausgewählten Smart-City-Konzepten skizziert sowie ein Bewertungssystem beispielhaft angewendet.

Wie im Überblick dargestellt dominieren aktuell immer noch Ansätze, die das „**Retrofitting**“ existierender Strukturen verfolgen, hierbei geht es um die Integration digitaler Technologien und Dienstleistungen in bestehende Infrastrukturen. Jedoch existieren im Rahmen von städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen auch einzelne „Greenfield“-Vorhaben, die Smart-City-Konzepte in Neubauquartieren integrieren, bspw. auch in Form von Smart-City-Reallaboren (Oldenburg, München). „Smart City“ ist dabei zunächst noch in erster Linie ein **Thema der Großstädte**. So steht die Tatsache, ob und wie aktiv sich eine Stadt umfassender mit der Smart City befasst, in engem Zusammenhang mit ihrer Einwohnerzahl. In der **Querbetrachtung der Praxisbeispiele** sowie auch in der öffentlichen Wahrnehmung dominieren auf Ebene der bestehenden Infrastrukturen insbesondere die Handlungsfelder Mobilität sowie Energie die Smart City-Entwicklung.

Hinsichtlich der **grundsätzlichen Motivation** für die Formulierung smarter Lösungen lässt sich nach Auswertung der Steckbriefe konstatieren, dass der urbane Umweltschutz ein oft genannter Grund für die Entwicklung smarter Lösungen ist, allerdings zumeist auch weitere Ziele hiermit verfolgt werden. Die **Stärke des Umweltbezuges** variiert auf strategischer Ebene. Bei einigen (wenigen) Kommunen sind keine explizit formulierten Ziele mit Umweltbezug erkennbar. In der Mehrheit der untersuchten Praxisbeispiele werden Umweltziele zwar mitaufgegriffen – diese stehen aber gleichbedeutend neben einer Vielzahl an weiteren Zielen. Hinsichtlich des **Fokus des Umweltbezugs** in smarten Konzepten stehen besonders im Zentrum der Aufmerksamkeit die Verringerung der Treibhausgase sowie Ressourceninanspruchnahme (bezogen auf fossile Energieträger) außerdem die Verringerung von Luftschadstoffen. Daneben finden sich auch Ziele mit Bezug zu Abwasser, Lärm sowie Strahlung (adaptive Straßenbeleuchtung). Insgesamt werden die **Ziele allerdings noch selten quantifiziert**, bzw. näher hinsichtlich Zeithorizont und Umfang eingegrenzt. Oft steht die technische Machbarkeit bzw. die Erprobung von „smarten“ Lösungen im Projektfokus. Außerdem werden zumeist die positiven Effekte herausgestellt. Schließlich wird noch **kaum öffentlich erkennbar dargestellt**, welche Umwelteffekte von einzelnen smarten Lösungen ausgehen. Dies zeigte sich auch bei der beispielhaften Anwendung des Bewertungssystems. Das System war einerseits gut geeignet für die Analyse der Fallbeispiele. Gleichzeitig erscheint es für eine umfassende Analyse von Umwelteffekten smarter Lösungen zwingend erforderlich, Daten über die Auswirkungen der Lösungen im gesamten Lebenszyklus zu sammeln. Notwendig ist insbesondere auch die Schaffung eines stadtweiten Monitoring und Evaluationssystems.

Aktuell lassen sich vor allem **Potenziale und Risiken für den urbanen Umweltschutz** identifizieren. Identifizierte Potenziale betreffen unter anderem die Verringerung des Energieverbrauchs, die Reduktion von Treibhausgasemissionen, das Ermöglichen einer belastbareren, städtischen Handlungsgrundlage durch Echtzeitdaten und die Sensibilisierung von Bürgerinnen und Bürger für Energieeinsparungen. Weitere Potenziale sind die Setzung von Anreizen für den Umstieg vom PKW hin zu anderen Mobilitätsformen sowie die Förderung der Kombination von verschiedenen Verkehrsmitteln, die Förderung der Elektromobilität, die Verringerung des Parkraumsuchverkehrs sowie die Reduktion der städtischen Schadstoffbelastung durch Stickoxide / Treibhausgase. Gleichzeitig können verschiedene Risiken für den urbanen Umweltschutz durch smarte Lösungen auftreten, so die Verlagerung von Umweltauswirkungen, das Risiko von Rebound-Effekten und die Überbewertung digitaler Lösungen für die Lösung städtischer Umweltprobleme.

3 Fallstudien zu Smart-City-Ansätzen

3.1 Methodisches Vorgehen im Detail

3.1.1 Fallstudienauswahl

Kriterien für die Fallauswahl waren Größe der Stadt, Leistungsfähigkeit vorhandener digitaler Infrastrukturen, wirtschaftliche Leistungskraft, Stand der Smart-City-Ansätze auf konzeptioneller Ebene und in der praktischen Umsetzung, Umweltbezug der Smart City und Priorisierung von Smart-City-Ansätzen und –Zielen. Ziel war es, eine möglichst große Bandbreite unterschiedlicher Fälle abzubilden. Es wurden insgesamt vier Kommunen ausgewählt: München (Smarter Together), Dortmund (Allianz Smart City), Ludwigsburg (Living LaB) sowie Bottrop (Innovation City Ruhr). In Dortmund, Ludwigsburg und Bottrop wurden dabei vor allem gesamtstädtische Ansätze betrachtet; in München lag der Fokus vor allem auf dem Projekt Smarter Together (strategische Verknüpfungen zur gesamtstädtischen Ebene wurden aber mitadressiert).

3.1.2 Vorrecherche, Expertenbefragung und Auswertung

In einer Vorrecherche wurden für jede Fallstudie wichtige Dokumente und Quellen identifiziert. Hierzu zählten gesamtstädtische Strategien / Leitlinien / Projekte (aus den Bereichen Umwelt, Klima, Stadtentwicklung, Digitalisierung), Beschreibung von Smart-City-Projekten/Konzepten, Dokumente zu städtischem bzw. projektbezogenen Monitoring / Evaluation und zu Szenarien. Außerdem wurde ein Akteursmapping für jeden Ansatz durchgeführt; hier flossen die Vorerfahrungen des Projektteams sowie eine Internetrecherche ein.

Für jede Fallstudie wurden Expertinnen und Experten aus der jeweiligen Kommune befragt, die mit dem spezifischen Smart-City-Ansatz, Digitalisierungsthemen, Umweltthemen & IKT-Ausbau betraut sind. Außerdem wurden je nach Verfügbarkeit und Kommune Akteure, die fachlich / thematisch betroffen sind bzw. externe Partner (z. B. aus Forschung und Wirtschaft) interviewt. Außerdem wurden durch die Interviews weitere Expertinnen und Experten identifiziert. Für die Interviews wurde ein Leitfaden mit Leitfragen entwickelt; der Leitfaden wurde für jedes Interview um expertenspezifische Fragen ergänzt. Insgesamt wurden 27 Interviews mit Expertinnen und Experten geführt.

In München wurden vor Ort insgesamt fünf Einzel-Interviews sowie zwei Interviews mit mehr als einer Person durchgeführt. Außerdem konnte das Projektgebiet von Smarter Together durch das Projektteam besichtigt werden. Die Interviews dauerten jeweils ca. 1 Stunde; sie wurden aufgezeichnet und protokolliert.

In Dortmund wurden insgesamt 10 Interviews telefonisch durchgeführt. Die Interviews dauerten zwischen 30 und 60 Minuten und wurden aufgezeichnet sowie protokolliert.

In Ludwigsburg und in Bottrop wurden je 4 Einzelinterviews geführt. Die Interviews dauerten 30 – 60 Minuten und wurden protokolliert.

Im Anschluss an die Vorrecherche und Expertenbefragung wurden die Ergebnisse für jede Kommune entsprechend der Struktur des Leitfadens ausgewertet. Dabei wurden die Interviewaussagen zunächst auf strategisch-konzeptioneller und anschließend auf Umsetzungsebene verglichen und in Bezug zueinander gesetzt, sowie diese um Aussagen aus den recherchierten Dokumenten ergänzt.

Die Hauptarbeiten für die Fallstudien erfolgten im Zeitraum März bis Oktober 2019.

3.1.3 Bildung von Zukunftsszenarien

Für jede Kommune wurden zwei qualitative, narrative Zukunftsszenarien mit Zeithorizont 2030 gebildet. Übergreifende Fragestellung war dabei: An welchen Stellschrauben und Rahmenbedingungen muss die Stadt / Region mit einem strategisch ausgerichteten Smart-City-Konzept ansetzen, um einen Mehrwert für Anwohner und die Umwelt zu erzielen? Szenario 1 schreibt bestehende Ansätze der Smart City fort; Szenario 2 beschreibt eine sehr umweltfreundliche Smart City.

Zuerst wurde für jede Kommune der Untersuchungsgegenstand weiter eingegrenzt. Aus den Interviews sowie der Dokumentenrecherche wurden Einflussfaktoren identifiziert und diese priorisiert. Die Einflussfaktoren beeinflussen die Ausgestaltung des Untersuchungsgegenstandes. Im dritten Schritt wurden Annahmen zur zukünftigen Ausprägung des Einflussfaktors getroffen: Im Szenario umweltfreundliche Smart City wurde hierbei eine Ausprägung gewählt, die besonders umweltentlastend erscheint; im Szenario Trendfortschreibung eine Ausprägung, welche am ehesten den bestehenden Stand weiterschreibt. Anschließend wurde aus den Annahmen ein Narrativ für 2030 formuliert. Im letzten Schritt wurden übergreifende Stellschrauben und Rahmenbedingungen aus dem Vergleich der Szenarien abgeleitet. An diesen Stellschrauben muss ein strategisch ausgerichtetes Smart-City-Konzept ansetzen, um einen Mehrwert für Anwohner und Umwelt zu erzielen.

3.2 Gliederung der Analyse

In diesem Abschnitt werden in Kapitel 3.3-3.6 für jede Kommune Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City, Bedeutung von Umweltaspekten, umweltbezogenes Monitoring und Evaluation sowie Zukunftsszenarien dargestellt. In Kapitel 3.7 werden die Fälle miteinander verglichen und in Kapitel 3.8 wird ein Fazit gezogen.

3.3 Smarter Together München

3.3.1 Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City⁹

3.3.1.1 Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Motivation für die Beschäftigung mit „Smart City“

Die Landeshauptstadt München beschäftigt sich bereits seit längerem mit dem Konzept der „Smart City“ und den verschiedenen Interpretationen in Europa und weltweit. Eine explizite Nennung des Konzepts bzw. Eigeninterpretation als Leitbild oder Vision für die Stadtentwicklung erfolgte bisher nicht. Im Zuge der EIP-Smart-City-Förderung¹⁰ der Europäischen Union reichte die Landeshauptstadt München einen Förderantrag ein, zusammen mit weiteren rund 40 Konsortialpartnern aus Wirtschaft und Wissenschaft in München und gemeinsam mit den Städten Wien und Lyon. Durch die Fördermittel können im Projektgebiet Neuaubing/Westkreuz/Freiham bereits bestehende Maßnahmen der Städtebauförderung (u. a. energetische Sanierung) durch Maßnahmen in den Themenbereichen Mobilität und Technologie ergänzt sowie erprobt werden, welche Ansätze sich für den gesamtstädtischen Raum eignen. Ebenso können so parallel zur Maßnahmenerprobung Prozesse neu ausgetestet werden und so neue Standards für die Ansprache der Bürgerinnen und Bürger, Monitoring und Evaluation, Akteurszusammenarbeit erprobt und ggf. verstetigt werden. Smarter Together sowie weitere

⁹ Der Begriff wird nachfolgend stellvertretend genutzt für intelligente, IKT-basierte Lösungen für die Stadtentwicklung.

¹⁰ Europäische Innovationspartnerschaft.

Projekte im Stadtgebiet, wie Civitas Eccentric und City2Share¹¹ dienen damit der integrierten Stadtentwicklung in München in verschiedenen städtischen Räumen (Randgebiet; Innenstadtrand; Innenstadt). So sollen auch drängende Stadtentwicklungsfragen in München angegangen werden, bspw. die Frage wie in einer stetig wachsenden Stadt mit einem überlasteten S-Bahn-Netz (Stammstrecke) Mobilitätsangebote weiterhin gewährleistet werden können und Anreize für den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf den Umweltverbund gesetzt werden können.

Smart City Verständnis aus Sicht der Kommune

Die Landeshauptstadt München hat bisher kein einheitliches Smart-City-Verständnis definiert. Vielmehr wird aktuell ein „evolutionärer Ansatz“ verfolgt. „Smart City“ wird als Experimentierfeld angesehen, in dem Prozesse und Maßnahmen in verschiedenen Stadträumen und für unterschiedliche städtische Infrastrukturen erprobt werden (bspw. im Energie- und Mobilitätsbereich). Die Lehren hieraus sollen dann wiederum in einem Handlungsprogramm festgehalten werden, welches aktuell erstellt wird. Im Handlungsprogramm soll auch aufgeführt werden, welche Referate welche Maßnahmen mit Smart-City-Bezug durchführen, um so einen vertieften Überblick zu erhalten und besser planen und steuern zu können. „Smart City“ ist in der Kommune relativ hoch angesiedelt, da es als Erweiterung von integrierter Stadtentwicklung sowie als wichtiges Querschnittsthema angesehen wird, welches sich durch alle Handlungsfelder einer Stadt zieht.

Da dem Ansatz ein bottom-up-Verständnis von Smart City zu Grunde liegt und keine übergreifende Definition von „Smart-City“ formuliert wurde existieren aktuell zeitgleich verschiedene Verständnisse von „Smart-City“. Im Projekt Smarter Together werden vier verschiedene Anwendungsfelder abgedeckt – Bürger (über Bürgerbeteiligung), Energie, Mobilität und Technologien. Es werden auch Maßnahmen ohne IKT-Bezug umgesetzt – so energetische Sanierung. Auf Stadtebene wird aktuell außerdem der Begriff „Digitalisierung“ bzw. „digitale Transformation“ verwendet; „Smart City“ wird hierbei als räumliche Ausprägung der Digitalisierung verstanden.

Strategien und Ziele der Smart City mit Fokus auf kommunale Infrastrukturen

Die Landeshauptstadt München hat die strategische Leitlinie „Aktive und verantwortungsbewusste Digitale Transformation“ verabschiedet. Hier wird der Anspruch erhoben, dass „München ... die Nachhaltigkeitspotenziale [hebt], die sich aus der Digitalisierung ergeben“ (Landeshauptstadt München 2018) Genannt werden die „Steigerung der Ressourceneffizienz in allen Bereichen ... Minimierung des ökologischen Fußabdrucks ... soziale[r] Ausgleich [sowie] ... Resilienz der städtischen Infrastruktur“ (Landeshauptstadt München 2018b). Die Leitlinie findet als fünfte strategische Leitlinie Eingang in das Stadtentwicklungskonzept „Perspektive München“, und erweitert diese um das Themenfeld digitale Transformation.

Das Projekt Smarter Together selbst hat sich als Ziele gesetzt, „die Lebensqualität der Einwohner zu verbessern, die Energieeffizienz von Wohnraum zu steigern und vernetzte Mobilitätsangebote zu schaffen“ (Landeshauptstadt München 2018c). Die Projektmittel aus Smarter Together sollen dazu dienen, „Neues, ko-kreativ Entwickeltes in den Bereichen Mobilität, Energie und Technologie auszuprobieren und diejenigen Ideen weiter auszubauen, die sich in der Praxis bewährten“ (Landeshauptstadt München 2019b, S. 6). Der Energieverbrauch bezogen auf alle drei Projektgebiete in den drei Lighthousestädten Lyon, München und Wien

¹¹ Die Projekte lassen sich ebenfalls dem Bereich Smart City zuordnen und setzen teils ähnliche Maßnahmen in den Bereichen Mobilität und Sensorik um.

zusammen soll um 50 % gesenkt werden, Erneuerbare Energien in die Gebiete verstärkt eingespeist (17 MW Wärme und Strom) sowie durch Mobilitätslösungen 95 Tonnen CO₂ eingespart und 1500 neue Arbeitsplätze geschaffen werden (Landeshauptstadt München o.J.). München hat sich für Smarter Together zusätzlich das Ziel gesetzt im Projektzeitraum „mehr als 20% erneuerbare Energien zu nutzen, 20 % CO₂ ein[zu]sparen und [die] Energieeffizienz um mehr als 20 % zu steigern“ (Landeshauptstadt München 2019b, S. 8)

Strukturen, Prozesse und Akteure der Smart City

Zu unterscheiden sind gesamtstädtische Prozesse der Beschäftigung mit „Smart City“ vom Smarter Together Projektkontext. Beide interagieren und bedingen sich gegenseitig (siehe oben, Handlungsprogramm). Das Horizon 2020 Projekt Smarter Together besteht aus den drei Lighthouse-Städten Lyon, Wien und München sowie den drei Follower-Städten Sofia, Venedig und Santiago de Compostela. Zehn Arbeitspakete werden umgesetzt. Sowohl zwischen den drei Lighthouse-Städten als auch zwischen den Lighthouse-Städten und den Follower-Städten findet ein regelmäßiger Austausch statt. Darüber tauschen sich auch die deutschen Horizon 2020-Lighthouse-Städten München, Köln, Hamburg und Dresden zunehmend aus; ein gemeinsames Positionspapier wurde erstellt, abgestimmt und veröffentlicht.

An der Planung und Umsetzung von Smarter Together werden in München **verschiedene Referate** und kommunale Töchter beteiligt. Die Projektleitung bzw. Koordination liegt beim Referat für Arbeit und Wirtschaft, angesiedelt im Fachbereich 1 - Europa. An der operativen Umsetzung direkt beteiligt sind darüber hinaus auch das Referat für Stadtplanung und Bauordnung, das IT-Referat, das Baureferat sowie die Münchner Gesellschaft für Stadterneuerung (MGS) und die Stadtwerke München (SWM/MVG), beides städtische Töchter. Im Referat für Stadtplanung und Bauordnung laufen sämtliche Ergebnisse und Erfahrungen des Projektes zusammen. Das Referat für Umwelt und Gesundheit ist über übergeordnete Steuerungseinrichtungen an der Lenkung beteiligt. So ist es Teil des advisory boards, welches den Smarter Together Prozess begleitet und unterstützt; außerdem ist es in der Stadtratskommission Europa vertreten. Daneben sind über das Projekt auch externe Partner, wie z. B. STATTAUTO München, Siemens und Securitas sowie universitäre Einrichtungen eingebunden.

Projektgebiet von Smarter Together ist das Bestandsgebiet Neuaubing-Westkreuz sowie das Neubaugebiet Freiham, das aktuell mit Zielhorizont 2040 entwickelt wird. Das Bestandsgebiet Neuaubing-Westkreuz stellt aktuell Deutschlands größtes energetisches Sanierungsgebiet dar und gleichzeitig das am wenigsten dicht besiedelte Gebiet Münchens (Landeshauptstadt München 2018a). Das Bestandsgebiet ist von verschiedenen Herausforderungen für die integrierte Stadtentwicklung gekennzeichnet, darunter eine „geringe Anschlussquote [der] Fernwärme“, ein „geringer Sanierungsstand“, die „Gefahr der Energiearmut“, „hohe CO₂ - Emissionen im Bereich der Geschoss- und Mehrfamiliengebäuden“ sowie „funktionale Mängel an Straßen / Knotenpunkten“ (Landeshauptstadt München 2014a, S. 23). Von 2012 bis 2016 wurde der Stadtteil Neuaubing-Westkreuz im Rahmen des Städtebauförderungsprogramms „Aktive Stadt- und Ortsteilzentren“ gefördert sowie seit 2016 durch Mittel der Städtebauförderung „Soziale Stadt“. Die Projektförderung in Smarter Together durch die EU beträgt 6,85 Millionen €; hinzu kommen 20 Millionen €, welche die Landeshauptstadt München gemeinsam mit den Partnern im Projekt im selben Projektgebiet investiert.

Das Smarter Together Projekt startete in 2016 mit einer Gesamtlaufzeit von fünf Jahren. In der ersten Projektphase von 2016 bis 2019 war Schwerpunkt der Aufbau der Strukturen sowie die Umsetzung der Teilmaßnahmen. Im Januar 2019 konnte die erste Projektphase abgeschlossen

werden. Ziel der zweiten Projektphase, welche auf zwei Jahre angelegt ist, ist es, erfolgreiche Ansätze und Maßnahmen zu evaluieren und zu replizieren.

3.3.1.2 Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene

Zentrale Maßnahmen und Projekte aus Sicht der Kommune

Tabelle 3: Maßnahmen in München im Überblick

Handlungsfeld	Maßnahmen
Mobilität	Einrichtung von multimodalen Mobilitätsstationen, die Kernangebote der nachhaltigen Mobilität mit dem Öffentlichen Personennahverkehr verknüpfen Ermöglichung eines erleichterten nachbarschaftlichen Austauschs sowie eines 24-Stunden-Liefer-, Einkaufs- und Tauschservice
Energie	Umfassende, prozessbegleitende, objektspezifische und langfristige Sanierungsberatung zu Maßnahmen der ganzheitlichen, energetischen Sanierung, Modernisierung der Wärmeversorgung und der Integration und des Ausbaus erneuerbarer Energiesysteme Installation von Photovoltaik-Anlagen im Projektgebiet Versorgung von Gebäuden im Projektgebiet mit Fernwärme; diese sind dadurch nahezu CO2-neutral Ermöglichung einer bedarfsgerechten und kurzfristigen Ladung bzw. Entladung überschüssigen Stroms über ein virtuelles Kraftwerk (intelligentes Energiemanagement) Energieeinsparungen im Wohnbereich mit Hilfe von Smart-Home-Elementen
Technologie	Installation von Lichtmasten, die mit Sensoren zur Messung von fließendem Verkehr und Parkraumdetektion sowie von Umweltdaten ausgestattet sind Erhebung von Daten aus digitalen Technologien für Kommunikation, Information, Datenaustausch und Vernetzung sowie Sammlung der Daten auf einer Smart Data Plattform Bereitstellung eines Überblicks über erhobene Daten und deren Verarbeitung bzw. Nutzung auf einem Transparency Dashboard Schaffung eines zentralen Zugangs zu allen Innovationen, die im Projekt Smarter Together entstehen mit Hilfe der München SmartCity App
Bürgerbeteiligung	Durchführung von Ko-Gestaltungsworkshops (Technologien – Daten; Mobilität) als intensive Form der Beteiligung Einrichtung eines Stadtteillabors, welches Dreh- und Angelpunkt der Bürgerbeteiligungsprozess ist und als Veranstaltungsort, Ausstellungsraum und Bürgerzentrum dient

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi

In Smarter Together werden bzw. wurden insgesamt 20 Maßnahmen in den vier Schwerpunktbereichen Mobilität, Energie, Technologie und Bürgerbeteiligung umgesetzt.

Im **Handlungsfeld Mobilität** wurden folgende Maßnahmen umgesetzt: acht E-Mobilitätsstationen; diese befinden sich teils an S-Bahnstationen (fünf Stationen) oder sind im Wohngebiet verteilt. An den Stationen werden angeboten: MVG Rad, MVG eRad (Pedelects), MVG eTrikes (Lastenfahrräder), E-Carsharing (PKW und Transporter), SWM E-Ladesäulen (teils nur für Stattauto Car-Sharing, teils auch für privat), Quartiersboxen (Fächer mit verschiedenen Temperaturzonen als auch Schließfächer) sowie jeweils eine Infosteile mit Touchscreen-Funktion. Die Angebote können über die München SmartCity App genutzt werden.

Folgende Maßnahmen werden im **Handlungsfeld Energie** umgesetzt: energetische Sanierung von Gebäuden im Besitz von Wohnungseigentümergeellschaften (WEGs) (geplant sind 42.000 qm² Sanierungswohnfläche), Ausbringen von Smart-Home-Boxen zur Sensibilisierung der Bewohnerinnen und Bewohner, Anschluss an Fernwärme über Geothermie, Installation von PV-Anlagen und Anschluss an virtuelles Kraftwerk der Münchner Stadtwerke. Für die Ansprache der WEGs wurde ein eigenes Konzept entwickelt. Die Ansprache erfolgte spezifisch je nach WEG unter Zuhilfenahme eines Energiechecks.

Im **Handlungsfeld Technologie** wurden Lichtmasten im Bestands- und Neubaugebiet verbaut, welche Sensoren für Umweltdaten sowie für Verkehrsgestaltung und Parkrauminformationen integrieren. Die Lichtmasten sind zum Teil mit LEDs bestückt und wurden in unterschiedlicher Bauhöhe installiert. Daneben wurde eine interne Datenplattform eingerichtet, in welche die verschiedenen Daten aus den einzelnen Maßnahmen einfließen. Die Daten werden für verschiedene Zwecke genutzt – für ein Analyse-Dashboard, welches dem internen Monitoring und der Evaluation dient, für die München SmartCity App, für die Berichterstattung gegenüber der EU, und für die Open-Data-Plattform der Landeshauptstadt München. Es werden keine personenbezogenen Daten erhoben. Zusätzlich wurde ein Datenwächter-Konzept entwickelt (ein Handlungsleitfaden für den Umgang mit den Daten) sowie in einem Transparenz-Dashboard dargelegt, wie die Daten verwendet werden.

Im **Handlungsfeld Bürgerbeteiligung** konnten sich die Bürgerinnen und Bürger in die Maßnahmenentwicklung über verschiedene Workshops direkt einbringen. Zentraler Ort hierfür war ein Stadteillabor. Es wurde darüber hinaus ein Bürgerteam Daten gebildet, welches das Smarter Together Projekt über die Beteiligungsphase hinaus bei Datenschutzfragen beratend begleitet.

Nächste Schritte

In der seit Januar 2019 laufenden **Umsetzungs- und Replikationsphase** geht es darum, entwickelte Lösungen weiter in andere Räume zu übertragen. Die EU ist durch die Finanzierung des Projekts am Risiko beteiligt, das bei Nichterfolg der Maßnahmen eintreten könnte. In dieser zweiten Projektphase wird überprüft, welche Maßnahmen positiv zu bewerten sind, bspw. hinsichtlich der Nutzerzahlen und Umweltentlastungseffekte. Dabei fließen auch Erfahrungen aus anderen Projekten in der Stadt mit ein – so können bspw. die Nutzung von Mobilitätsstationen in drei verschiedenen Stadtgebieten miteinander verglichen werden, da auch in CivitasEccentric und City2Share Stationen mit ähnlichen Mobilitätsangeboten erprobt werden.

Derzeit gibt es in München fünf potenzielle Replikationsgebiete, die ein Interesse an einzelnen Maßnahmen geäußert haben. Darüber hinaus sollen einzelne Maßnahmen auch in umliegende Landkreise übertragen werden.

Weiterhin wird es darum gehen, zusätzliche Bürgerinnen und Bürger für die Nutzung der Maßnahmen zu gewinnen. Hierfür ist u. a. eine Nutzer- und Bevölkerungsbefragung zu allen drei Smart-City-Projekten im Bereich Mobilität geplant.

3.3.2 Bedeutung von Umweltaspekten

3.3.2.1 Auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Stellenwert von Umweltaspekten in Smart-City-bezogenen Strategien und Zielen sowie in Strukturen, Prozessen und bei Akteuren

In der strategischen Leitlinie „aktive und verantwortungsbewusste digitale Transformation“ wird nachhaltige Entwicklung aufgegriffen und es werden verschiedene umweltbezogene

Zielvorstellungen genannt, wie zum Beispiel die Nutzung von Technologien zur Reduktion des ökologischen Fußabdruckes, Ressourceneffizienz und CO₂-Neutralität. Über das Stadtentwicklungskonzept Perspektive München ist die Leitlinie auch mit umweltbezogenen Zielsetzungen verknüpft – so mit der Leitlinie zu Ökologie sowie zu Klimaschutz. Der Stellenwert von Umweltaspekten wird darüber hinaus stark von der Projektlogik beeinflusst. In Smarter Together ist zentrales Ziel die Einsparung von Treibhausgasemissionen und Energieverbräuchen; dieses Ziel war durch die Förderung der Europäischen Union bereits vorgegeben.

Kommunale Motivation für Integration von Umweltaspekten auf strategisch-konzeptioneller Ebene

In München existieren einzelne umweltbezogene gesamtstädtische Zielgrößen. Dazu gehören Klimaschutzziele (siehe Perspektive München (Landeshauptstadt München 2015), die Leitlinie 10.2 Ökologie – Klimawandel und Klimaschutz (Landeshauptstadt München 2014b) sowie weitere umweltbezogene Ziele (siehe ebenfalls Perspektive München, Leitlinie 10.1 Ökologische Qualitäten). Diese sind auch durch die nationalen bzw. EU-Zielgrößen beeinflusst; so richtet sich das Münchner Klimaschutzziel an den Klimaschutzziele der EU aus.

Weitere Treiber / Erfolgsfaktoren und Barrieren für die Integration von Umweltaspekten aus kommunaler Sicht

Eine Barriere für die Integration von Umweltaspekten in Smart-City-Ansätzen liegt oftmals im „Silodenken“ einzelner Referate. In München wurde deshalb ein referatsübergreifender Akteursaustausch initiiert. Gleichzeitig ist dabei auch sicherzustellen, dass Prozesse schlank und operabel bleiben. Werden mehr Akteure an der Entscheidung beteiligt, können sich Abstimmungen verlangsamen. Über die gemeinsame Projektarbeit unter Zeitdruck (begrenzter Projektzeitraum) wurden Prozesse im Vergleich zu sonst üblichen Verwaltungsvorgängen beschleunigt. Außerdem fokussierte das Projekt auf eine Auswahl an Themen. Als weiterer Erfolgsfaktor wurde das Vorgehen bei der Ausstattung der Lichtmasten angesehen. Hierfür wurde ein eigens konzipiertes, innovatives Vorgehen zur Beschaffung entwickelt. In zwei „Open Calls“ wurden potenzielle Auftragnehmer dazu aufgefordert, themenbezogene Gesamtlösungen zu entwickeln und anzubieten; dabei waren bestimmte Funktionalitäten der einzelnen Sensoren nicht festgeschrieben.

3.3.2.2 Auf Umsetzungsebene

Im **Handlungsfeld Mobilität** haben die Maßnahmen das Potenzial, zur Förderung der Nutzung von Verkehrsmitteln des Umweltverbundes beizutragen. Zentrale Maßnahme im Handlungsfeld Mobilität in München stellen die Mobilitätsstationen mit einem breiten Mobilitätsangebot und ergänzenden Angeboten, wie Infostelen und E-Ladesäulen dar. Nutzbar sind die Angebote über die München SmartCity App. Durch ihre Ausstattung mit verschiedenen Mobilitätsangeboten, ihre dezentrale Lage im Wohnquartier sowie in Nähe von bestehenden ÖPNV-Stationen und die Installation der Infostelen, welche zur Sichtbarkeit der Stationen beitragen, bieten sie die Chance, die PKW-Nutzung im Projektgebiet schrittweise zu substituieren und umweltfreundliche Multi-/bzw. Intermodalität zu erleichtern. Berichtet wurde bspw. durch die Interviewpartner, dass die Angebote aktuell gut angenommen wurden, z.B. mehr E-Räder ausgeliehen wurden als ursprünglich erwartet. Die Bündelung der Angebote der Mobilitätsstationen in der App kann generell Anreize für die Nutzung alternativer Verkehrsmittel bieten bzw. die Kombination von verschiedenen Verkehrsmitteln fördern. Die Quartiersboxen bieten das Potenzial, nachhaltigen Konsum zu fördern, indem sie zum Beispiel zur Vermarktung von regional produzierten landwirtschaftlichen Produkten genutzt werden können.

In der Praxis traten verschiedene Herausforderungen auf. Die Stationen müssen Stromversorgung haben (für die verschiedenen E-Angebote, die Quartiersbox und die Infosteile), was die Standortwahl begrenzt. Im Quartier bestehen bei der überwiegend älteren Wohnbevölkerung gewachsene Strukturen und Nutzungsroutinen hinsichtlich der Nutzung des PKWs. Die Stammstrecke der S-Bahn, an welche die Mobilitätsstationen anschließen sollen, ist aktuell überlastet: Statt 250.000 geplanten Nutzerinnen und Nutzern sind es aktuell 840.000 pro Werktag (Landeshauptstadt München 2019a). Für die MVG-eRäder sowie MVG-eTrikes ist ein stationäres System im Einsatz, das heißt die Räder und Trikes müssen wieder an einer Station abgegeben werden, um aufgeladen werden zu können. Ebenso können die MVG-Räder im Projektgebiet nur stationär genutzt werden. Zwar sind im Quartier acht Mobilitätsstationen verbaut und ist die Dichte hierfür höher als in anderen vergleichbaren Stadtrandgebieten. Trotzdem bestehen je nach Wohnadresse längere Wege bis zur Nutzung.

Zusätzlich können die Angebote aktuell nur digital genutzt werden, über die Infosteile ist eine Ausleihe aktuell nicht möglich. Eine Zugangskarte befindet sich in der Pilotphase. Beim MVG-eTrike, welches durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TU München entwickelt wurde, gab es Diebstahlvorfälle der Akkus; die eTrikes sind aktuell (Stand Juli 2019) nicht in der Nutzung und werden modifiziert. Für die Quartiersbox im Handlungsfeld Mobilität ist es schwierig, Kooperationspartner zu finden, die in die Quartiersboxen einliefern. Aufgrund von bisher nur zwei Quartiersboxen in ganz München ist der Mehrwert für die Unternehmen begrenzt. Im Moment (Stand Juli 2019) gibt es einen Kooperationspartner, der die Quartiersboxen auf Bestellung der Kunden mit Produkten des täglichen Bedarfs, vor allem Lebensmittel, beliefert. Zudem ist es angedacht lokale Anbieter mit lokal produzierten Produkten (bspw. Gemüsebox) zu integrieren. Diese Shops verfügen jedoch meist über keinen Onlineshop, um nicht nur eine Einlieferung zu ermöglichen, sondern auch eine Bezahlung darüber abbilden zu können.

Ebenso war die Identifizierung der Standorte der Quartiersboxen eine große Herausforderung und vor allem die Frage, ob sie auf privatem oder öffentlichem Grund aufgestellt werden sollen. Die Errichtung im öffentlichen Raum ist rechtlich bislang nur im Rahmen eines Pilotprojektes möglich.

Im **Handlungsfeld Energie** wird durch die Sanierung des ersten Teilprojekts (WEG Radolfzellerstr. 40-46) erwartet, dass beim Endenergieverbrauch Wärme mehr als 20% eingespart werden kann. Durch die Versorgung mit Fernwärme entstehen auch Einsparungen bei den Treibhausgasemissionen. Durch PV-Anlagen auf dem Dach können bis zu 20.000 kWh Strom erzeugt werden. Beim zweiten Teilprojekt (Wiesenthauerstraße 16) wird mit einer Endenergieeinsparung von mehr als 60 % gerechnet und THG-Einsparungen von mehr als 50 % (Landeshauptstadt München 2019b). Weitere Photovoltaikanlagen wurden verbaut; 2019 mit 178 kWp, welche in einem virtuellen Kraftwerk der Stadtwerke München einfließen. Die Smart-Home-Anwendungen im Handlungsfeld Energie dienen dazu, die Bewohnerinnen und Bewohner zu sensibilisieren für Energieeinsparungen durch richtiges Lüften bzw. Heizen. Das Projekt geht hierbei von Energieeinsparungen von bis zu 25 % aus (Landeshauptstadt München 2019b).

Zentrale Herausforderung ist es, die Wohnungseigentümergeinschaften (WEGs) von der energetischen Sanierung zu überzeugen. Nicht alle angesprochenen WEGs konnten gewonnen werden und das Ziel von 42.000 m² sanierter Wohnfläche ist aktuell noch nicht erreicht. Gleichzeitig gilt aber, dass bereits überzeugte WEGs der Sichtbarkeit dienen und im Sinne einer Strahlwirkung andere WEGs von der Machbarkeit überzeugen können. Grundsätzlich konnte auf Erfahrungen in der Ansprache mit WEGs im Projektgebiet zurückgegriffen werden. So wurde im Rahmen einer Sanierungsberatung und unter Einsatz eines Energie- bzw. Sanierungschecks

errechnet, welche Einsparungen und Kosten für die Eigentümer entstehen. Jede WEG wurde individuell angesprochen.

Bei den Smart-Home-Anwendungen ist zentrale Herausforderung, dass digitale Angebote schnell von anderen Angeboten überlagert werden. Dementsprechend müssen Nutzer auch durch analoge Maßnahmen sensibilisiert werden und müssen die Anwendungen auch laufend modifiziert und ergänzt werden. In München kommt eine Smart-Home-Box zum Einsatz, die im Haushalt bspw. Temperatur und Luftfeuchtigkeit misst und Empfehlungen an die Hausbewohner über eine App gibt. Da der Unterhalt der zu den Smart-Home-Boxen gehörigen App teuer ist, ist fraglich ob diese nach Ende des Projekts weitergeführt werden.

Im **Handlungsfeld Technologie** bestehen verschiedene Potenziale. Die zu erwartenden Effekte sind dabei größtenteils indirekt. Die Umweltdaten aus den Sensoren können für das interne Monitoring genutzt werden sowie zur Aufklärung der Bevölkerung dienen, sie sind über die München SmartCity App zugänglich. Die Umweltsensoren sind außerdem wesentlich kostengünstiger im Vergleich zu bisher genutzten Umweltstationen, wodurch sie Potenzial für flächendeckendere Nutzung haben. Daneben hat die App das Potenzial zu einer erhöhten Attraktivität für die Nutzung der verschiedenen Angebote beizutragen, da sie es ermöglicht, alle Services zentral zu buchen.

Weitere Potenziale bestehen darin, dass durch den Einsatz von LEDs in den Lichtmasten der Energieverbrauch gegenüber dem von Lichtmasten ohne LEDs gesenkt werden kann, Außerdem trägt die Dimmfunktion der Lichtmasten zu einer Reduktion der Lichtverschmutzung im Stadtgebiet bei. Durch die sensorenbasierte Erhebung von Verkehrsdaten wird der Verkehr in München besser steuerbar, indem sich so z. B. besser freie Parkplätze identifizieren lassen.

Herausforderung im Handlungsfeld war zuerst einmal, die Daten für Analysedashboard etc. zu erhalten. Von vornherein ausgeschlossen war die Nutzung personenbezogener Daten; dementsprechend liegen diese größtenteils nur aggregiert vor. Weiterhin sind neue Straßenlaternen mit hohen Anschaffungskosten verbunden, was ihren Einsatz eher auf Neubaugebiete und Modernisierung beschränkt. Daneben besteht bei ihnen die Anforderung, dass bei der Verbauung neben Strom für die Lichtmasten auch Strom für die weiteren Funktionalitäten gebraucht wird. Die Umweltsensoren sind außerdem nicht gleichermaßen zuverlässig in der Messung wie Umweltstationen (nach aktuellem Erprobungsstand) und auch nicht „justiziabel“ (bspw. hinsichtlich der Feinstaubmessung). Nach Aussagen der Interviewpartnerinnen und -partner befinden sich die Abweichungen von den Messdaten der Umweltstationen allerdings noch in einem als akzeptabel definierten Band. Die Verkehrsfluss- und Parkplatz-Detektion stehen technisch noch vor der Umsetzung – es wird Radar eingesetzt, allerdings ist die Identifikation aktuell noch nicht ausreichend verlässlich. Außerdem könnten sich bei der Parkplatz-Detektion auch Reboundeffekte ergeben, insofern hierdurch Anreize für MIV gegeben werden.

Eine Umweltentlastung durch die verschiedenen Smart-City-Anwendungen kann nur dann erreicht werden, wenn diese auch tatsächlich genutzt werden. Eine hohe Attraktivität der Anwendungen und damit Sicherstellung der Nutzung kann v.a. über eine breite Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger erreicht werden. Diese wurde maßgeblich im **Handlungsfeld Bürgerbeteiligung** vorangetrieben. Begünstigt wurde der Bürgerbeteiligungsprozess im Smarter Together Projektgebiet insbesondere dadurch, dass auf bereits bestehenden Strukturen bürgerschaftlichen Engagements aufgebaut werden konnte. Erfolgsfaktor für eine erfolgreiche Bürgerbeteiligung und konstruktive Zusammenarbeit mit der Bürgerschaft war es laut Aussage der Expertinnen und Experten, den tatsächlichen Handlungsrahmen frühzeitig im Beteiligungsprozess abzugrenzen und klar zu definieren, was mit dem Projekt erreicht werden

kann und was nicht. Auch Umweltthemen kamen in der Beteiligung zur Sprache – so wurde u.a. der Wunsch nach einem breiten Sharing Angebot (MVG-Räder, MVG eRad und MVG e-Trikes) und damit Stärkung des Umweltverbundes geäußert ebenso wie nach der Erhebung von Umwelt- und Verkehrsdaten, wie zum Beispiel CO₂, Feinstaub und Stickoxide. Die Sensorik in den Lichtmasten ist in Bürgerauftrag entstanden.

Eine Herausforderung im Handlungsfeld Bürgerbeteiligung bestand vor allem darin, eine kritische Masse zu gewinnen, die sich an den verschiedenen Formaten beteiligte. Des Weiteren spielte das Thema Datenschutz eine große Rolle bei der Bürgerbeteiligung; unter anderem dadurch, dass in den Projekten maßgeblich nicht-personenbezogene Daten erhoben werden, konnten Bedenken ausgeräumt werden. Hilfreich bei diesem Prozess war das Beratungsgremium Daten. Da im Falle von Smarter Together bereits vor der Projektphase in der Bewerbung relativ klar formuliert war, was im Rahmen des Projektes umgesetzt wird, hatten die Bürgerinnen und Bürger letztendlich wenig Einfluss auf die tatsächliche Ausgestaltung, da die Mittel an die Bewerbung gebunden sind.

3.3.3 Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes

3.3.3.1 Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche

Smarter Together ist gemäß der Förderlogik verpflichtet den Projektfortschritt zu evaluieren. Ziel ist es, zu überprüfen, ob die intendierten Ziele erreicht werden und inwiefern die verschiedenen Maßnahmen replizierbar sind bzw. wo die Grenzen der Replizierbarkeit liegen. Durch die EU-Vorgaben wird eine systematische Folgenabschätzung (impact Evaluation) durchgeführt, die in dieser Form auf kommunaler Ebene normalerweise nicht abgefragt wird. Darüber hinaus strebt die Landeshauptstadt München an, die Projektergebnisse zusammen mit anderen Projekten in ein zentrales M&E-System aufzunehmen, um stetig und nicht nur der Projektlogik gemäß zu beobachten und evaluieren zu können. Die Erfahrungen aus dem Projekt sollen auch der Standardisierung von Smart-City-Prozessen dienen.

In Smarter Together wird auf die folgenden Bereiche fokussiert: übergreifende Impacts, Auswirkungen in den Bereichen Energie und Mobilität, Dataplattformen, Bürger, Governance sowie weiterführende soziale und ökonomische Benefits. Erfasste Umweltbereiche betreffen Energieverbräuche und THG-Emissionsreduzierung.

3.3.3.2 Verwendete Methoden im M&E (bspw. Wirkmodell, Kriterien, Indikatoren)

In Smarter Together wird eine einheitliche Methodik für Monitoring und Evaluation verwendet, welche durch das Austrian Institute of Technology entwickelt wurde. Dabei wird auf Vorarbeiten zurückgegriffen. Diese betreffen Standards gemäß des Smart Cities Information System der EU sowie die Projektergebnisse des Horizon 2020 Projekts CITYKeys.

Es sind sowohl übergreifende Indikatoren (KPIs - Key Performance Indicators) als auch Handlungsfeld-spezifische Indikatoren integriert. Übergreifende Indikatoren betreffen bspw. die Anzahl der Bewohner im Projektgebiet, sanierter Wohnraum (sozialer Wohnungsbau und privater Wohnungsbau), Investments gesamt. Handlungsfeldspezifische Indikatoren gehen hierüber hinaus. Im Handlungsfeld Energie werden unter anderem Energieeinsparungen durch energetische Sanierung betrachtet, außerdem Energieeffizienzsteigerungen der Gebäude, Treibhausgasemissionsreduzierung durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen und erzeugte Energie aus regenerativen Quellen. Im Handlungsfeld Mobilität wird die Anzahl der Mobilitätsstationen und gefahrenen Kilometer mit E-Fahrzeugen und Treibhausgaseinsparungen durch Mobilitätsmaßnahmen in den Blick genommen. Im Handlungsfeld Dataplattformen wird u. a. Nachfrage und Nutzung der smarten Dienste aufgegriffen. Im Handlungsfeld Bürgerbeteiligung

wird u. a. auf die Anzahl der gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern erarbeiteten Lösungen fokussiert sowie die Anzahl der involvierten Bürger. Weitere Ziele betreffen bspw. die durchschnittliche Energiekosteneinsparung.

3.3.3.3 Durchführung des M&E (intern / extern) und Transfer der Ergebnisse

Das M&E wird intern durchgeführt. Ergebnisse werden intern genutzt (für Stadtentwicklung / Fachplanungen), aber auch extern – gegenüber der EU sowie gegenüber weiteren interessierten Städten. Im Zuge der seit Januar 2019 laufenden Replikationsphase ist der Transfer von erfolgreichen Maßnahmen aus dem Smarter Together Projekt in weitere Stadtquartiere in München geplant.

3.3.3.4 Herausforderungen bei der Durchführung des M&E und beim Transfer

Es bestehen verschiedene Herausforderungen bei der Durchführung des M&E sowie beim Transfer der Maßnahmen.

Für eine Evaluation / Monitoring notwendige Daten sind nur zum Teil verfügbar. Gründe dafür sind u.a. Geschäftsgeheimnisse der beteiligten Partner. Konkurrenten könnten bspw. auf hochaufgeschlüsselte Mobilitätsdaten zurückgreifen, um ihr Angebot zu optimieren. Seitens der Bürgerinnen und Bürger besteht außerdem eine hohe Skepsis hinsichtlich der Verwendung von Daten, insbesondere bei hochsensiblen Bereichen wie dem eigenen Wohnumfeld. Bei Projektantrag und Vertragsabschluss sollte deshalb festgelegt werden, welche Daten geliefert werden und auch skizziert werden, ob sich aus dem Monitoring neue Geschäftsfelder ergeben können, welche den Partnern als Nutzen zur Verfügung gestellt werden können.

Vergaberichtlinien für Kommunen stellen eine Herausforderung hinsichtlich des Aufbaus von langfristigen Arbeitsbeziehungen mit externen Akteuren dar. Oft werden externe Akteure für Monitoring und Evaluation eingesetzt. Wenn M&E über die Projektdurchführung verstetigt werden soll und Langzeitbeobachtungen ermöglicht werden sollen, ist es aber zweckdienlich, wenn nicht immer wieder neue Partner eingebunden / eingelernt werden müssen.

Eine weitere, übergeordnete Herausforderung besteht darin, dass es bislang auf Bundesebene keine Plattform gibt, um Erfahrungen mit anderen Städten zu teilen und M&E-bezogene Fragen zu diskutieren. Solch eine Plattform böte die Chance, eigene Tools zu entwickeln, die dann zum Beispiel auch kleine Kommunen mitnutzen könnten, die selber weniger Ressourcen für M&E-bezogene Aktivitäten haben.

Da sich viele Maßnahmen nur schlecht über CO₂ -Äquivalente abbilden lassen, stellt die Messbarkeit von Wirkungen eine weitere große Herausforderung dar.

Wichtig für ein gutes Monitoring sind insgesamt hohe personelle und institutionelle Kapazitäten, der Aufbau von Expertise innerhalb der Kommune sowie darüber hinaus die Einbindung von zusätzlichem externen Knowhow und die Vernetzung mit anderen Projekten.

3.3.4 Zukunftsszenarien Smart City München 2030

Untersuchungsgegenstand für München sind kommunale Maßnahmen zur integrierten Stadtentwicklung in eigener Verantwortung oder in Kooperation mit Unternehmen oder städtischen Töchtern, welche digitale Technologien und Anwendungen nutzen für die technischen Infrastrukturen Energieversorgung, Verkehrsinfrastruktur und Kommunikationsinfrastruktur. Für diesen Untersuchungsgegenstand wurden zwei narrative Szenarien erarbeitet und nachfolgend dargestellt.

3.3.4.1 Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze

Im Jahr 2030 ist München finanziell gut ausgestattet und gehört aufgrund hoher Steuereinnahmen zu den finanzstärksten Kommunen Deutschlands. Auch verzeichnet München ein starkes Wirtschaftswachstum und ist ein beliebter Wirtschaftsstandort. Energieeffiziente Technologien stehen zur Verfügung, jedoch besteht weiterhin großer Forschungs- und Entwicklungsbedarf, unter anderem hinsichtlich der materiellen Basis der Technologien. Mehr und mehr Menschen ziehen nach München, mittlerweile wohnen dort 1,72 Mio. Personen. Auf Bundes- und EU-Ebene werden vereinzelt Förderprogramme angeboten, die auf die Vermeidung von Umweltbelastungen abzielen. Auf kommunaler Ebene wird teils auf nachhaltige Beschaffung gesetzt, teilweise werden zertifizierte Technologien genutzt. Die Akteurszusammenarbeit findet vor allem ad-hoc statt; zwar arbeiten Referate teils zusammen, insgesamt geht es aber auch darum, je nach Referatslogik Projektideen zu lancieren. Die langfristige Kooperation und Zusammenarbeit mit externen Partnern wird durch das Vergaberecht weiterhin erschwert.

Bürgerinnen und Bürger werden punktuell in Form von Ko-Gestaltungsinitiativen einbezogen, vor allem um die Legitimation der Maßnahmenumsetzung zu erhöhen. Wünsche bei der Gestaltung von Maßnahmen werden teils berücksichtigt. Außerdem ermöglichen es regelmäßig stattfindende Bürger- und Nutzerbefragungen, bestehende Maßnahmen zu justieren und stärker auf die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger zuzuschneiden. Trotz verschiedener Beteiligungsformate und einer zielgruppenspezifischen Ansprache von Personen in den Stadtquartieren besteht eine große Herausforderung darin, eine kritische Masse für Beteiligungsprozesse zu gewinnen und verschiedene Milieus und Bevölkerungsgruppen einzubinden.

Im Jahr 2030 existieren in mehreren Stadtquartieren Münchens Smart-City-Anwendungen, die ursprünglich im Smarter Together Projekt entwickelt und anschließend repliziert wurden. Diese werden regelmäßig hinsichtlich ihrer Zielerreichung überprüft. Die Nutzung dieser Anwendungen ist nicht für alle Einkommensgruppen erschwinglich.

Bürgerinnen und Bürger greifen im Jahr 2030 auf ein diverseres Mobilitätsangebot im Sharing Bereich zurück: Neben Carsharing-Angeboten, stehen ihnen Fahrräder, E-Bikes sowie E-Trikes, zur Verfügung, die an Mobilitätsstationen ausgeliehen werden können und in innenstadtnahen Stadtquartieren free-floating genutzt werden können. Die Mobilitätsstationen sind mit Ladesäulen für E-Autos und E-Bikes bzw. E-Trikes ausgestattet und sind innerhalb der Stadtquartiere an strategisch günstigen Standorten vorzufinden, wie zum Beispiel in der Nähe von ÖPNV-Stationen. Sie sind aber nicht flächendeckend verfügbar, insbesondere nicht in Stadtrandgebieten. Neben den verschiedenen Mobilitätsangeboten sind an einzelnen Mobilitätsstationen Quartiersboxen vorzufinden. Diese werden vorrangig dazu genutzt, um Lebensmittel aus verschiedenen Online-Supermärkten zu vermarkten. Einige der Mobilitätsangebote der Stadt sowie die Nutzung der Quartiersboxen lassen sich zentral über die München SmartCity App buchen und bedienen. Parallel hierzu existieren aber eine Vielzahl weiterer Apps und Anbieter. Gleichzeitig fehlen oft ergänzende Infrastrukturen im Mobilitätsbereich, die die Nutzung der Angebote begünstigen, wie zum Beispiel ein gut funktionierendes und ausgebautes Nahverkehrsnetz. In weiten Teilen des Straßenraums wird weiterhin dem motorisierten Individualverkehr Priorität eingeräumt.

Im Jahr 2030 werden stadtweit nicht-personenbezogene Daten aus den Bereichen, Mobilität, Gebäude und Umwelt erhoben. Diese liegen oft nicht in ausreichend guter Qualität vor; außerdem sind nicht alle Daten verfügbar. Die erhobenen Daten laufen zentral auf der Smart-City Plattform zusammen, wo sie weiter verwertet und analysiert werden. Genutzt werden die Daten aber wenig (sowohl nicht in den Referaten als auch durch die Bürgerschaft).

Große Teile der Gebäude in Münchner Wohnquartieren, die in der Hand von WEGs sind, werden hinsichtlich einer geeigneten energetischen Sanierung beraten. Vereinzelt wurde auch saniert. Darüber hinaus ist ein Teil der Gebäude der WEGs an das Fernwärmenetz sowie ein virtuelles Kraftwerk angebunden und Photovoltaik-Anlagen sind auf ausgewählten öffentlichen Gebäuden sowie WEG-Gebäuden installiert.

3.3.4.2 Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City

Im Jahr 2030 ist München finanziell gut ausgestattet und gehört aufgrund hoher Steuereinnahmen zu den finanzstärksten Kommunen Deutschlands. Auch verzeichnet München ein starkes Wirtschaftswachstum und ist ein beliebter Wirtschaftsstandort. Energieeffiziente Technologien stehen zur Verfügung, die im Vergleich zu 2019 wesentlich weniger Ressourcen verbrauchen. Mehr und mehr Menschen ziehen nach München, mittlerweile sind es 1,72 Millionen Einwohner. Bundes- und EU-weit wird eine breite Palette an Förderprogrammen ausgeschrieben, welche insbesondere Projekte finanzieren, die zu positiven Umwelteffekten beitragen sollen. Auf kommunaler Ebene wird für IKT-Technologien auf nachhaltige Beschaffung gesetzt, bspw. werden ausschließlich (umwelt-)zertifizierte Technologien eingekauft. Darüber hinaus arbeiten die verschiedenen Referate der Landeshauptstadt München eng zusammen und treffen sich anlass- und themenbezogen regelmäßig in kleineren Arbeitsgruppen. Ebenso besteht eine etablierte Zusammenarbeit mit externen Partnern, wie privatwirtschaftlichen Unternehmen, städtischen Töchtern und wissenschaftlichen Einrichtungen. In sämtlichen städtischen Zieldimensionen wird die Vermeidung negativer Umwelteffekte berücksichtigt.

Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger in Form von Ko-Gestaltungsinitiativen spielt eine zentrale Rolle, wenn es um Fragen der Stadtentwicklung geht. Dafür gibt es stadtweit Stadtteillabore, welche sich als Orte der Ideenentwicklung und Kreativität etabliert haben. Bürgerschaftliche Arbeitsgruppen arbeiten zu verschiedenen Themen zusammen und beraten die Kommune bedarfsbezogen. Die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger in München zeichnet sich dadurch aus, dass sie auf Umweltthemen ausgerichtet ist. Außerdem bietet sie die Möglichkeit, dass Bürgerinnen und Bürger nicht nur bei der Ausgestaltung verschiedener Maßnahmen Mitspracherecht haben, sondern auch an der Entscheidung beteiligt werden, welche Maßnahmen umgesetzt werden sollen. Zielgruppenspezifische Workshop- und Beteiligungsformate ermöglichen es darüber hinaus, unterschiedliche Milieus in die jeweiligen Prozesse einzubinden. Parallel zu analogen Beteiligungsformaten bestehen digitale Beteiligungsangebote, wie zum Beispiel Online-Plattformen auf denen über Projektvorschläge bzw.- Maßnahmen abgestimmt und diese kommentiert werden können.

Im Jahr 2030 gibt es in ganz München und den umliegenden Landkreisen eine breite Fülle an Smart-City-Anwendungen, die allesamt klar definierte und messbare Umweltziele aufweisen und regelmäßig auf Zielerreichung überprüft werden. Die Kosten für die Anschaffung, den Unterhalt sowie die Nutzung dieser Anwendungen sind gering und tragen zu einer hohen Nutzerfreundlichkeit bzw. Akzeptanz der Angebote bei.

Bürgerinnen und Bürger greifen im Jahr 2030 auf ein breites und gut ausgestattetes Mobilitätsangebot im Sharing Bereich zurück, welches jederzeit einfach um neue Angebote erweitert werden kann: Neben einem breiten Flottenangebot im Bereich des Carsharings, stehen Fahrräder, E-Bikes, E-Trikes, Lastenräder sowie E-Roller zur Verfügung, die sowohl „free-floating“ genutzt als auch an Mobilitätsstationen ausgeliehen werden können. Die Mobilitätsstationen sind mit Ladesäulen für E-Autos, E-Roller und E-Bikes bzw. E-Trikes ausgestattet und sie sind im gesamten Stadtgebiet sowie Münchner Umland in geringem Abstand verteilt. Neben den verschiedenen Mobilitätsangeboten sind an den einzelnen Mobilitätsstationen Quartiersboxen vorzufinden. Diese werden dazu genutzt, um

nachbarschaftlich Dinge zu tauschen sowie im Sinne eines nachhaltigen und regionalen Konsums, Produkte zu vermarkten, wie zum Beispiel regional und saisonal produzierte landwirtschaftliche Erzeugnisse. Der modulare Aufbau der Quartiersboxen ermöglicht eine bedarfsorientierte Ausgestaltung. Sämtliche Mobilitätsangebote der Stadt und privater Anbieter lassen sich zentral über die München SmartCity App buchen und bedienen; außerdem lassen sich hierüber Fahrten planen. Die Nutzung der Angebote wird dadurch begünstigt, dass notwendige ergänzende Infrastrukturen in ausreichendem Maße vorhanden sind. Im Mobilitätsbereich gehören dazu ein gut funktionierendes und ausgebautes Nahverkehrsnetz, welches die verkehrliche Anbindung der Mobilitätsangebote sicherstellt, ein gut ausgebautes Radverkehrs- und Fußgängeretz und –infrastruktur sowie Ladeinfrastruktur für Angebote aus dem Bereich E-Mobilität. Außerdem ist der Straßenraum zugunsten des Umweltverbandes umverteilt.

Große Teile der Gebäude in Münchnern Wohnquartieren, die in Hand von WEGs sind, sind bzw. werden im Jahr 2030 energetisch saniert. Zentrales Instrument dafür stellt der etablierte Leitfaden für energetische Sanierung von Mehrfamilienhäusern von WEGs dar. Darüber hinaus ist ein Großteil dieser Gebäude an das Fernwärmenetz sowie ein virtuelles Kraftwerk angebunden und Photovoltaik-Anlagen sind auf sämtlichen öffentlichen Gebäuden sowie WEG-Gebäuden installiert.

Im Jahr 2030 werden stadtweit nicht-personenbezogene Daten aus den Bereichen Mobilität, Gebäude und Umwelt in hoher Auflösung und mit hoher Qualität erhoben. Die Zulieferung von Daten durch Kooperationspartner ist rechtlich durch Kooperationsvereinbarungen sichergestellt. Die erhobenen Daten laufen zentral auf der Smart-City Plattform zusammen, wo sie weiter verwertet und analysiert werden. Genutzt werden die Daten unter anderem, um die Umwelteffekte der verschiedenen Smart-City-Maßnahmen zu evaluieren sowie mögliche Anpassungsbedarfe einzelner Maßnahmen zu identifizieren.

3.3.4.3 Vergleich der Szenarien und Ableitung von Rahmenbedingungen und Stellschrauben für positive Umwelteffekte

Eine Vielzahl von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte lassen sich aus dem Vergleich der Szenarien identifizieren, an denen ein Smart-City-Konzept ansetzen muss:

- ▶ Hierzu gehört das Vorhandensein und die Effizienz ergänzender Infrastrukturen, u. a. Ausbau der Nahverkehrsnetzes, Radwegeinfrastruktur, Ladeinfrastruktur.
- ▶ Wichtige Stellschraube stellt ein funktionierendes und stadtweites M&E für alle Maßnahmen und Projekte dar, welches insbesondere auf Umweltthemen ausgerichtet ist.
- ▶ Um die Akzeptanz sowie Attraktivität der Maßnahmen zu erhöhen, ist es wichtig, eine kritische Masse für Beteiligungsprojekte zu gewinnen und in diesen den Bevölkerungsdurchschnitt abzubilden. Auch müssen digitale Beteiligungsformate geschaffen werden, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zugangsmöglichkeiten und Ausstattungen der Zielgruppen (*digital divide*).
- ▶ Wichtige Stellschrauben im Handlungsfeld Technologie stellen die Verfügbarkeit und Qualität der erhobenen Daten sowie die Verlässlichkeit und Funktionsfähigkeit der München SmartCity App dar. Diese muss in der Lage sein, alle Angebote zu bündeln.

- ▶ Wichtige Stellschraube für positive Umwelteffekte stellt eine gut funktionierende und etablierte referatsübergreifende Zusammenarbeit über Projekte hinaus dar. Zur Erreichung von positiven Umwelteffekten nimmt hierbei insbesondere die Einbindung des Umweltreferats eine zentrale Rolle ein.
- ▶ Eine starke Nutzung der Angebote kann nur dann erreicht werden, wenn die Angebote für die Nutzer bezahlbar und für die Kommune relativ günstig in der Anschaffung/Einrichtung sind. Außerdem kann eine Nutzung dadurch verstärkt werden, wenn Angebote in einer hohen Dichte verfügbar und flexibel nutzbar sind sowie eine Bedarfslücke schließen.
- ▶ Eine wichtige Stellschraube besteht darin, dass Umwelt als Querschnittsthema in städtische Zieldimensionen aufgenommen wird und dementsprechend sämtliche städtische Maßnahmen auf Umweltziele ausgerichtet sind bzw. die Vermeidung von negativen Umwelteffekten bei sämtlichen Maßnahmen berücksichtigt wird.
- ▶ Positive Umwelteffekte durch Smart-City-Maßnahmen können dann erreicht werden, wenn diese flächendeckend über Stadtteilgrenzen ausgeweitet werden.

3.4 Allianz Smart City Dortmund

3.4.1 Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City

3.4.1.1 Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Motivation für die Beschäftigung mit „Smart City“

Bereits seit 2014 beschäftigt sich die Stadt Dortmund mit dem Thema Smart City. Im Rahmen des Beschlusses des Masterplans Energiewende und der Antragstellung zum Horizon 2020 Smart Cities und Communities-Programm der EU wurde die Transformation Dortmunds zu einer Smart City als Leitprojekt für die Stadtentwicklung identifiziert. 2015 wurde das umfassende Entwicklungsprojekt „nordwärts“ beschlossen, in dem der gesamte Dortmunder Norden durch Maßnahmen zur Steigerung der Lebensqualität an das restliche Stadtgebiet angeglichen werden soll. Auf Bestreben der Stadt Dortmund, der Industrie- und Handelskammer zu Dortmund, der Leitstelle Energiewende Dortmund, sowie Cisco Systems entstand im Dezember 2016 die Allianz Smart City Dortmund als Dialog- und Projektplattform für die Entwicklung und Umsetzung einer stadtweiten Smart City-Strategie (Stadt Dortmund 2019b).

Durch die digitale Transformation sollen Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft zum Mehrwert aller Beteiligten und des Standortes selbst vernetzt werden. Unter Einbindung von Stadt, Bürgern und über 150 Unternehmen und Forschungsinstituten überwiegend aus der Region soll Know-how gebündelt und Dortmund schrittweise zur digitalen Stadt umgebaut werden (Stadt Dortmund o.J.c).

Darüber hinaus hat das Projekt einen starken Vorbild- und Modellcharakter. In Dortmund erfolgreiche Maßnahmen sollen in andere Städte ähnlicher Größe transferiert und ggf. adaptiert werden. Die Auslegung der Smart City Dortmund als Reallabor soll den beteiligten Unternehmen die möglichst praxisnahe Entwicklung und Erprobung von Technologien und Geschäftsmodellen ermöglichen. In Dortmund wird die Ansicht vertreten, dass der digitale Wandel nur durch eine proaktive Herangehensweise erfolgreich gestaltet werden und zu Erhalt und Steigerung des Wohlstandes beitragen kann.

Smart City Verständnis aus Sicht der Kommune

Seit Gründung der Allianz Smart City hat sich Dortmund eine eigene Definition von „Smart City“ gegeben. Im Beschluss des Stadtrats zur Smart City aus dem Jahr 2017 ist der Begriff konkret definiert: die Smart City ist „eine Stadtentwicklungsstrategie, die unter Einbindung intelligenter und digital vernetzter Technologien den zukunftsfähigen Umbau der Stadt und ihre kommunalen Infrastrukturen fördert“ (Stadt Dortmund 2017b, S. 1). Sie „schließt viele Themenbereiche ein und verbindet Stadtplanung mit den Feldern Technologie, Forschung, Soziales und Wirtschaft“ (Stadt Dortmund 2017b, S. 1). Die digitale Transformation wird als Mittel betrachtet, um primäre Ziele aus den von der Stadt entwickelten Masterplänen wie etwa eine effiziente Verwaltung oder optimierten Verkehrsfluss schneller und besser zu erreichen. Digitalisierung und Smart City sind nach Aussage der beteiligten Akteure kein Selbstzweck in Dortmund. Wichtig sei dabei die ganzheitliche Betrachtung der Smart City, das Denken in Systemen und Quartieren statt in Silos.

Im Mittelpunkt sollen stets die Bürger und Unternehmen der Stadt stehen, nicht die Technologien. Ohne deren Unterstützung ist die erfolgreiche Umsetzung von Projekten nach Aussage der Beteiligten nicht möglich. Deshalb wird versucht, Maßnahmen möglichst gemeinsam zu entwickeln und etwaige Bedenken im Dialog auszuräumen. Hierzu werden verschiedene Informations- und Austauschveranstaltungen organisiert.

Strategien und Ziele der Smart City mit Fokus auf kommunale Infrastrukturen

Langfristiges Ziel der Allianz Smart City Dortmund ist die „Steigerung der Lebensqualität und die Stärkung Dortmunds als attraktiven Wirtschaftsstandort. Durch intelligente Vernetzung von Systemen und Menschen können Kosten reduziert, Ressourcen gespart und eine effektivere Steuerung der Stadt realisiert werden“ (Stadt Dortmund o.J.c). Eine Vielzahl von Bereichen und Sektoren müssen hierfür optimiert und umgestaltet werden.

Vor allem die Bündelung und Demonstration von Technologien und Kompetenzen sollen zur Stärkung des Wirtschaftsstandortes beitragen. Hierbei sollen durch Nutzung von Synergien zudem Verbesserungen in der wirtschaftlichen Produktivität der Beteiligten generiert werden. Durch die konsequente Einbindung der Zivilgesellschaft sollen neue Partizipationsformen zur Stadtentwicklung erprobt werden (Stadt Dortmund o.J.c).

Im Memorandum of Understanding der Stadt Dortmund, der IHK zu Dortmund und Cisco wurden die Bereiche Energie, Mobilität und Logistik, Mensch & demographischer Wandel, IT-Plattformen und Bürgerservices, städtische Infrastruktur und Sicherheit als Schwerpunkte für Pilotprojekte bestimmt (Cisco et al. 2017).

Zudem sind im Masterplan Digitales Dortmund grundlegende Ziele der Digitalisierung in Dortmund festgehalten. So sollen u. a. die technischen Voraussetzungen für eine mobile, digitale Stadtgesellschaft und für städtische Handlungsoptionen weiterentwickelt werden. Zudem sollen weiche Standortfaktoren zu Stärkung Dortmunds im Städtewettbewerb geschaffen werden (Stadt Dortmund o.J.b). Auch hierzu soll die Smart City einen Beitrag leisten.

Die Projektgebiete der Smart City Dortmund sind verteilt im Stadtgebiet, schwerpunktmäßig jedoch im Norden der Stadt auf dem Gebiet des nordwärts-Projektes angesiedelt.

Strukturen, Prozesse und Akteure der Smart City

Zentrale Rolle in der Koordination der Smart City Dortmund spielt die Stadt Dortmund. Sie „koordiniert und moderiert die Akteursvernetzung und unterstützt die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Stadtgesellschaft, wissenschaftlichen Einrichtungen und den politischen Entscheidungsträgern“ (Stadt Dortmund 2017b, S. 1). Die eingerichtete Allianz Smart City Dortmund dient dabei als Dialogplattform, welche die „Partner aus Wirtschaft und

Wissenschaft dabei unterstützt, miteinander smarte Projekte zu entwickeln und gemeinsame Geschäftsfelder, Technologien und Netzwerke der Zukunft für sich zu erschließen“ (Stadt Dortmund 2017b, S. 1). Die Stadt stellt lediglich die hierfür benötigten personellen Ressourcen zur Verfügung, eine finanzielle Förderung aus Geldern der Stadt wird nicht gewährt. Stattdessen werden die Projekte häufig mit Forschungscharakter konzipiert und durch Fördermittel unterstützt. Auch Unternehmen beteiligen sich durch Ko-Finanzierung von Maßnahmen.

Von essenzieller Bedeutung für die Smart City ist das von der Stadt eingerichtete Chief Information/Innovation Office (CIO). Es begleitet die Maßnahmen und Digitalisierungsbestrebungen der Stadtverwaltung als Stabstelle im Amt für Angelegenheiten des Oberbürgermeisters und des Rates. In der Allianz vernetzt es Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft in den Entwicklungsprozessen. Diese Vernetzung ermöglicht die gemeinsame, koordinierte Beantragung von Fördergeldern und ist somit auch für die Finanzierung der Projekte von enormer Wichtigkeit.

Bei der Bewertung und Qualifizierung von Projektvorschlägen, aber auch für die gemeinsame Entwicklung und Planung von Projekten sollen die jeweiligen Expertenteams unterstützen. Diese Teams setzen sich aus Interessierten der jeweiligen Themengebiete zusammen, die Teilnahme ist grundsätzlich für jedermann offen; bspw. sind verschiedene Unternehmen involviert. Über die Bewertung und Entwicklung hinaus organisieren die Expertenteams zusätzliche Impulse für die Smart City wie interkommunale Austausche im Ruhrgebiet.

Die Entscheidung über die Durchführung von Projekten fällt im Lenkungskreis. Dieser setzt sich aus insgesamt 52 hochrangigen Personen aus der Dortmunder Gesellschaft zusammen. Der Lenkungskreis entscheidet über die Durchführung und falls nötig Priorisierung von Projekten.

Die Stadt erarbeitet zur Zukunftsgestaltung Masterpläne, u. a. zu digitaler Verwaltung, Bildung und Wirtschaft, zu Mobilität, zu Umwelt und zur Energiewende. Auch zu deren Umsetzung leistet die Allianz Smart City mit einzelnen Projekten in den Themenbereichen einen wichtigen Beitrag. Durch die zunehmende Verzahnung von Smart City und den Masterplänen wird die Allianz ein zentrales Mittel in der Zielerreichung dieser.

In den Projektbereichen sind die entsprechenden Verwaltungsämter der Stadt oft involviert. Die Arbeit für die Smart City kommt momentan allerdings noch zusätzlich zu den bisherigen Aufgaben der Ämter hinzu, sodass nicht immer ausreichend Kapazitäten für die umfangreiche Mitgestaltung von Smart City-Projekten zur Verfügung steht.

Durch die hohe Anzahl an Akteuren sind die Entscheidungsfindung und das Projektmanagement der Allianz komplex. Hierzu wird bereits von Seiten des CIO an der Optimierung gearbeitet.

3.4.1.2 Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene

In Dortmund werden Maßnahmen für verschiedene Infrastrukturbereiche durchgeführt, namentlich Mobilität und Logistik, Energie und Klima, städtische Infrastruktur, IT-Plattformen und Bürgerservices, Mensch und demographischer Wandel und Sicherheit. Insgesamt sind auf der Homepage 9 Bestandsprojekte und 30 Pilotprojekte verzeichnet (Stadt Dortmund o.J.a). Die Projekte sind dabei teils parallel oder vor der Gründung der Allianz Smart City entstanden. Nach Aussage der Beteiligten befindet sich zudem noch eine Vielzahl von potenziellen Projekten in der Ideenphase. In Tabelle 4 werden ausgewählte Kernprojekte der Smart City Dortmund vorgestellt.

Tabelle 4: Maßnahmen in Dortmund im Überblick

Themenfeld	Maßnahmen
Energie	Errichtung einer bi-direktionalen Schnellladeinfrastruktur mit Speicher zur Ermöglichung von Hochleistungsladevorgängen für Elektrofahrzeuge Aufbau einer Demonstrationsmeile für intelligente Straßenbeleuchtung/Smart Lampposts ausgestattet mit Umwelt- und Verkehrssensorik Umstellung der Dortmunder Wärmeversorgung auf dezentrale Wärmenetze u.a.m.
IT-Plattformen und Bürgerservices	Schaffung einer zentralen IT-Plattform für alle Akteure Auseinandersetzung mit Datennutzungsmodellen unter Berücksichtigung der Anforderungen aus Open Data und Datenschutz u.a.m.
Mobilität	Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektro-Autos im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum Einrichtung eines digitalen Parkservice in Echtzeit Bekämpfung der Parkplatznot durch Bereitstellung einer App, die die kurzzeitige Anmietung von Privatparkplätzen als Stellplatz und Ladestation für Elektro-Autos ermöglicht. u.a.m.

Quelle: Eigene Darstellung, adelphi

Im **Bereich Mobilität** wurde eine Vielzahl an Maßnahmen aufgesetzt, jeweils mit unterschiedlichen Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Wissenschaft. In der Innenstadt wurde beispielsweise das Parkraummanagement mittels App zur Anzeige freier Parkplätze digitalisiert. Zu Verbesserung der Ladeinfrastruktur für Elektroautos wurden mit NOX-Block, Parken und Laden in der Stadt (PuLS) und der bidirektionalen Schnellladeinfrastruktur drei Projekte gestartet. Durch Erschließung und Errichtung von Ladesäulen im öffentlichen, halb-öffentlichen und privaten Raum soll hier das Stadtgebiet flächendeckend mit Lademöglichkeiten ausgestattet und die Integration in lokale Energienetze erprobt werden. Zudem wird dadurch die Auslastung von Ladesäulen und Parkflächen deutlich erhöht.

Auch im **Themengebiet Energie** werden verschiedene Projekte etwa zur Straßenbeleuchtung oder effizienter Wärmeversorgung umgesetzt. Intelligente Formen der Straßenbeleuchtung werden im Projekt Golden Mile erprobt. Hier werden konventionelle Straßenlaternen zu multifunktionalen Messpunkten mit diverser Sensorik weiterentwickelt. Eine zentrale Rolle spielt dabei Technologieoffenheit, sodass zu späteren Zeitpunkten weitere Sensoren zur Datenerfassung in verschiedenen Bereichen wie Umwelt, Verkehr oder Parkraum leicht nachgerüstet werden können. Des Weiteren soll die Wärmeversorgung im Stadtgebiet dezentralisiert werden. Im Rahmen des Projektes Innovative Quartierslösungen Nahwärme sollen Wohngebiete zu geeigneten Quartieren zusammengefasst und Blockheizkraftwerke errichtet werden. Hierdurch erhöht sich die Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Senkung des CO₂-Ausstoßes. Zunächst werden einzelne kleine Quartiere außerhalb des Dortmunder Wallrings erprobt, um Feedback für anschließende weitere Projektstandorte zu gewinnen.

Mit modernen Technologien soll darüber hinaus die Lebensqualität und Pflege von Seniorinnen und Senioren verbessert werden. Im Projekt Smart Service Power sollen umfangreiche Assistenzsysteme und Sensoren verschiedene Not- und Hilfssituationen bei älteren Menschen erkennen. Ermöglicht wird durch diese Kontrolle insbesondere das selbstbestimmte und selbstständige Wohnen im eigenen Zuhause. Mit der Plattform Smart Care Service werden überdies Anbieter von Pflegeservices und Menschen mit Bedarf an solchen verbunden.

Zum effektiven Datenmanagement soll zeitnah eine städtische Datengesellschaft etabliert werden. Die im Zuge der verschiedenen Digitalisierungsmaßnahmen erhobenen Daten der Dortmunder Bürgerinnen und Bürger sollen zentral konsolidiert und verwaltet werden. Zur Optimierung von Bestandsprojekten und Erprobung weiterer Geschäftsmodelle ist geplant, die Daten interessierten Unternehmen zur Verfügung zu stellen. Dabei wird der „Fair Share“-Ansatz verfolgt: die Datenlieferanten sollen bei gewinnbringender Verarbeitung der Daten entsprechend entlohnt werden (Stadt.Land.Digital 2018). Die Verwaltung durch die städtische Datengesellschaft soll dabei die Einhaltung von datenschutzrechtlichen Standards sichern. Von Seiten der Beteiligten wurde verdeutlicht, dass dem Datenschutz höchste Priorität beigemessen wird.

3.4.2 Bedeutung von Umweltaspekten

3.4.2.1 Auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Stellenwert von Umweltaspekten in Smart-City-bezogenen Strategien und Zielen sowie in Strukturen, Prozessen und bei Akteuren

Bereits vor Beginn der Allianz Smart City hat die Stadt Dortmund langfristige Umwelt- und Klimaschutzprogramme verabschiedet.

Insbesondere wurde im Jahr 2010 das umfassende Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 verabschiedet. Hauptziel darin ist die Senkung des CO₂-Ausstoßes um 40 % bis 2020 im Vergleich zum Basisjahr 1990. Stand 2016 sank der CO₂- Ausstoß um 30 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 1990. Zudem werden 55 % Senkung bis 2030 respektive 70 % bis 2040 als nächste Meilensteine über das Handlungsprogramm 2020 hinaus angestrebt (Stadt Dortmund 2019a).

Smart-City-Maßnahmen sind nach Ansicht der Beteiligten vor allem effektiv in der schnellen und effizienten Erreichung solcher Umweltziele. In der Beschreibung der Ziele der Allianz Smart City Dortmund wird erwähnt, dass durch die „intelligente Vernetzung von Systemen und Menschen ..., Ressourcen gespart“ werden können. Auf der Webseite hervorgehobene Ziele sind dabei die Vernetzung und Digitalisierung, Kooperation, Lösungsstrategien, Stärkung des Wirtschaftsstandortes, Nutzung von Synergien, Einbindung der Bürgerschaft, Standortentwicklung sowie die Entwicklung des „Fahrplans Smart City 2025“ (Stadt Dortmund o.J.c). In dieser Aufzählung ist der urbane Umweltschutz nicht konkret als Primärziele der Allianz Smart City angeführt. Allerdings verdeutlichen die Projektauswahl, die Schwerpunktsetzung sowie auch die Etablierung von Expertenteams zu Mobilität und Logistik sowie Energie den faktischen Stellenwert des Umweltschutzes.

Verknüpfung von Smart-City-Konzepten bzw. -strategien mit weiteren umweltbezogenen Strategien, Fachplanungen und übergeordneten Zielen

Im Masterplan Energiewende, der die Smart City bereits als Leitprojekt definiert hat, wird der Wandel zu nachhaltiger Energieerzeugung und -nutzung forciert: „CO₂-Vermeidung und ein effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen beschäftigen die Menschen zunehmend. Die Energiewende spielt dabei die entscheidende Rolle, denn in ihr vereinen sich Chancen und Risiken, die alle Teile der Gesellschaft betreffen. Sei es die Einbindung Erneuerbarer Energien, CO₂-Reduktion, dezentrale Erzeugung und Speicherung, intelligente Netze oder auch kundenfreundliche Smart Home Anwendungen und Stromtarife.“ (Stadt Dortmund 2014, S. 8) Ein Schwerpunkt in der Umsetzung der Ziele soll die „fachbereichs- und branchenübergreifende Stadtentwicklung mit einem Smart City-Ansatz [sein]“ (Stadt Dortmund 2014, S. 112).

3.4.2.2 Auf Umsetzungsebene

Bewertung des Umweltentlastungspotenzials einzelner Smart-City-Anwendungen aus Sicht der Kommune

Die Projekte der Allianz Smart City befinden sich zum großen Teil in der Umsetzung, teils auch noch in der Konzeptphase. Umfangreiche Auswertungen von Langzeitdaten zur Potenzialbewertung sind aktuell noch nicht verfügbar, sodass nur qualitative Bewertungen vorgenommen werden können. Hier flossen auch Einschätzungen aus den Interviews mit ein.

Analog zu den Maßnahmen in München ist die Bewertung im Bereich Energie durch Vorher-Nachher-Vergleiche dank weniger externer Einflussfaktoren eindeutiger als im Bereich Mobilität.

Im Themenfeld **Energie** wird das Fernwärmenetz der Stadt bis 2023 komplett erneuert. Durch die Umstellung von Dampf- auf Heißwassernetz sinkt der Primärenergiefaktor bei gleichzeitiger Steigerung der Wärmeeffizienz. Zudem sollen alleine durch den Umstieg von Wärmeerzeugung im Dortmunder Gaskraftwerk auf industrielle Abwärme der Deutschen Gasrußwerke jährlich rund 45.000t CO₂ eingespart werden. Zur erhöhten Versorgungssicherheit vor allem zu Spitzenlastzeiten werden außerdem die angesprochenen Blockheizkraftwerke in den Quartieren errichtet (DEW21 o.J.).

Auch durch konventionelle Maßnahmen lassen sich hohe Einsparpotenziale realisieren. So werden momentan etwa 25.000 Leuchtköpfe von Straßenlaternen durch LEDs ersetzt. Die Einsparungen des Verbrauchs und damit der laufenden Kosten werden auf etwa 70 % geschätzt. Im Zuge des Austausches werden die Laternen bereits für die spätere Installation diverser Sensoren oder Ladestationen vorgerüstet. Weitere Einsparungen in Stromverbrauch und -kosten werden durch den Einfluss der Erkenntnisse des Projekts Golden Mile zur Erprobung intelligenter Beleuchtung erwartet.

Im Pilotprojekt bidirektionale Schnellladeinfrastruktur mit Speicher sollen Hochleistungsladesäulen und deren Versorgung mit regenerativer Energie erprobt werden. Kurze Ladedauer mit hohen Ladeleistungen sind für den Erfolg von Elektromobilität von großer Bedeutung, jedoch gleichzeitig eine Herausforderung für das Stromnetz. Im Verbund mit Lithium-Ionen-Speichern und durch die Kopplung mit Photovoltaikanlagen und lokalen Blockheizkraftwerken sollen die Schnellladesäulen unabhängig vom Stromnetz operieren und dieses nicht zusätzlich belasten. Die Gesamtkapazität des Stromnetzes muss hierfür also nicht erhöht werden, wodurch der Umstieg auf vollständig nachhaltige Stromversorgung bei Projekterfolg und -umsetzung beschleunigt werden könnte.

Im Bereich **Mobilität** ist die emissionsfreie Innenstadt das Kernprojekt zur Umweltentlastung. Projektziel ist die Reduktion von Treibhausgasen und Stickoxiden in der Innenstadt. Gleichzeitig soll die Erreichbarkeit der Stadt verbessert werden. Hierzu sind mehrere Maßnahmenswerpunkte vorgesehen. Das Schaffen von Alternativen zum verbrennungsmotorisierten Verkehr ist dabei das gemeinsame übergeordnete Ziel (Stadt Dortmund 2017a). Durch ein attraktives Fahrradwegenetz beispielsweise sollen die Bürgerinnen und Bürger zum Umstieg vom Auto auf das Fahrrad verleitet werden.

Der Masterplan Mobilität 2030 wird momentan erarbeitet, die Teilkonzepte EMoDo³ und Mobilitätsmaßnahmen zur Luftreinhaltung wurden bereits ausgearbeitet. Unter anderem ist darin vorgesehen, zur Reduzierung der Luftbelastung sämtlichen Verkehr zu elektrifizieren, sowohl Individual- und Wirtschaftsverkehr als auch den ÖPNV. Elektromobilität insgesamt ist aktuell ein Schwerpunkt der Smart City Dortmund.

Auf Projektebene wird dazu aktuell die Ladeinfrastruktur großräumig ausgebaut. Im Gegensatz zur bidirektionalen Schnellladeinfrastruktur werden bei den Projekten Parken und Laden in der Stadt (PuLS) und NOX-Block private Ladestationen erschlossen bzw. einfache, kostengünstige Stationen im Stadtgebiet errichtet. Diese flächendeckende Infrastruktur ist ebenso essenziell zur Steigerung der Attraktivität von Elektromobilität. Insbesondere für Einwohnerinnen und Einwohner ohne eigene Ladesäule besteht durch den Zugang zu einer Vielzahl lokaler Ladestationen ein erhöhter Anreiz zum Umstieg auf ein Elektroauto. Der Ausbau könnte somit ein wesentlicher Treiber für Elektromobilität im Stadtgebiet werden und zur Verbesserung der Luftqualität beitragen.

Durch das bereits implementierte Parkplatzmanagement mittels Park & Joy kann der Parksuchverkehr und somit die Verkehrsbelastung erheblich reduziert werden. Hierbei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass durch effizientes Parkraummanagement die Anreize für Autofahrten in der Stadt erhöht werden. Solange also konventionelle Verbrennungsmotoren den Großteil der Fahrzeuge in der Innenstadt antreiben, ist eine Umweltentlastung nicht zwangsläufig, sondern abhängig von der Stärke eines etwaigen Rebound-Effektes.

Beim Thema **IT-Infrastruktur** sind die Potenziale zur Umweltentlastung zumeist nur mittelbar. Der echte Mehrwert der im Rahmen der Smart City gesammelten Sensordaten entsteht erst durch gezielte Aggregation und Verknüpfung von Datenreihen. So können dann gezielte Aussagen etwa zu Verkehrsbelastung oder Luftqualität getroffen und zielgerichtete Maßnahmen eingeleitet werden.

3.4.3 Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes

Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es im Rahmen der Smart City Dortmund noch kein übergreifendes, systematisches Monitoring zur Kontrolle der Effektivität einzelner Maßnahmen. Dennoch werden Projekte ausgewertet. Aufgrund des Forschungscharakters der meisten Projekte müssen für die Ausschüttung der Fördergelder Nachweise über Projektfortschritt und -erfolg erbracht werden.

Zukünftig sollen Monitoring und Evaluation ein fester Bestandteil aller Projekte sein. Es ist geplant, aktuelle und sogar bereits abgeschlossene Projekte rückwirkend zu evaluieren. Das CIO ist hierzu bereits mit der Ausarbeitung von passenden Indikatoren beauftragt. Grundlage für die verschiedenen Kriterien sollen dabei gängige Smart City-Normen wie die ISO/IEC 30182 sein.

Durch den Einsatz von M&E und den dadurch gewonnenen Erkenntnissen sollen Maßnahmen gezielter modifiziert und skaliert werden. Zudem hat der Einsatz von M&E Signalwirkung: Rankings wie etwa der Roland Berger Smart City Strategy Index berücksichtigen M&E in ihrer Bewertung von Smart City-Initiativen. So wurde seitens der Beteiligten in Dortmund geäußert, dass man die Allianz insgesamt weiter vorne als andere Städte im Strategy Index sehe, sich dies aber auch aufgrund des fehlenden M&E noch nicht im Ranking widerspiegele. Eine vordere Platzierung und die damit verbundene Bekanntheitssteigerung sei aber sowohl für Unternehmen als auch Investoren ein Anreiz zur Teilnahme in der Allianz.

3.4.4 Zukunftsszenarien Smart City Dortmund 2030

Untersuchungsgegenstand für **Dortmund** sind Maßnahmen zur integrierten Stadtentwicklung in kommunaler Koordination sowie in Kooperation mit Unternehmen oder städtischen Töchtern durchgeführte Maßnahmen, welche digitale Technologien und Anwendungen nutzen für die technischen Infrastrukturen **Energieversorgung, Verkehrsinfrastruktur** und **Kommunikationsinfrastruktur**.

Für diesen Untersuchungsgegenstand wurden zwei narrative Szenarien erarbeitet und nachfolgend dargestellt.

3.4.4.1 Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze

Die Kluft zwischen armen und reichen Städten ist im Vergleich zu 2019 weiter gewachsen. Insbesondere Städte im Ruhrgebiet, darunter auch Dortmund, gehören im Jahr 2030 weiterhin zu den finanzschwächsten Kommunen Deutschlands. Diese Städte sind gekennzeichnet durch sich verschärfende soziale Probleme sowie knappe kommunal Kassen, unter anderem aufgrund hoher Verschuldung und niedriger Steuereinnahmen. Energieeffiziente Technologien stehen zur Verfügung, jedoch besteht weiterhin großer Forschungs- und Entwicklungsbedarf, unter anderem hinsichtlich produktionsbedingten Treibhausgasemissionen sowie genutzten Metallen und seltenen Erden im Themenfeld Elektromobilität. Im Jahr 2030 ist die Bevölkerungszahl der Stadt Dortmund moderat auf ca. 607.000 Personen gestiegen. Dabei hat insbesondere der Anteil der über 65-jährigen überproportional zugenommen. Auf Bundes- und EU-Ebene werden vereinzelt Förderprogramme angeboten, die auf die Vermeidung von Umweltbelastungen abzielen. Auf kommunaler Ebene wird teils auf nachhaltige Beschaffung gesetzt, teilweise werden zertifizierte Technologien genutzt.

Die Akteurszusammenarbeit in der Allianz Smart City funktioniert gut. Aufgrund der begrenzten personellen Ressourcen des CIO gelingt es jedoch nicht immer, alle relevanten Akteure der Allianz Smart City Dortmund angemessen zu vernetzen. Die Steuerung und Koordinierung sämtlicher Digitalisierungsaktivitäten der Stadt Dortmund ist teils durch das CIO etabliert. Eine Vielzahl lokaler Unternehmen ist weiterhin in der Allianz Smart City Dortmund präsent. Eine Herausforderung besteht jedoch darin, Geschäftsinteresse der beteiligten bzw. interessierten Unternehmen mit den Smart-City-Bestrebungen der Stadt in Einklang zu bringen und damit die Bereitschaft von Unternehmen zu stärken, sich langfristig in der Allianz Smart City einzubringen. Auch ist die Finanzierung von Projekten, die nicht durch Fördermittel abgedeckt werden, vom Engagement von Unternehmen abhängig. Eine enge Zusammenarbeit besteht mit wissenschaftlichen Einrichtungen, die viele Vorhaben wissenschaftlich begleiten. Die Stadt Dortmund dient Unternehmen als Reallabor, um verschiedene Smart-City-Lösungen zu testen. Wirtschaftliche Ziele nehmen aufgrund der kommunalen Finanzlage Dortmunds im Jahr 2030 eine zentrale Rolle in sämtlichen städtischen Zieldimensionen ein.

Im Jahr 2030 existieren in einzelnen Stadtquartieren Dortmunds Smart-City-Anwendungen, je nach verfügbaren Fördergeldern und Unternehmensinitiativen. Einige der Projekte werden durch ein erstmalig aufgesetztes Monitoring- und Evaluationssystem hinsichtlich ihrer Zielerreichung überprüft. Räumlicher Fokus liegt hierbei auf der Gebietskulisse des Projekts ‚nordwärts‘. Die Nutzung einiger Angebote ist nicht für alle Einkommensgruppen erschwinglich bzw. aufgrund der räumlichen Konzentration auf den Dortmunder Norden nicht für alle Dortmunderinnen und Dortmunder gleichermaßen zugänglich.

Im Jahr 2030 gibt es in der Dortmunder Innenstadt ein im Vergleich zu 2019 leicht besser ausgebautes Rad-, Fußwege- und Nahverkehrsnetz sowie flächendeckend Ladeinfrastruktur für Elektromobilität. Dementsprechend legen die Bürgerinnen und Bürger der Stadt Dortmund einen Teil ihrer Wege zu Fuß, per Fahrrad, mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugen zurück und verzichten so anlassbezogen teils auf die Fahrzeugnutzung mit Verbrennungsmotoren. Das Parkplatzmanagement läuft digital über eine App; dies führt jedoch dazu, dass insgesamt mehr Fahrzeuge in die Innenstadt hineinfahren und dort Parkplätze beanspruchen. An der Ausgestaltung verschiedener Maßnahmen wurde die Dortmunder Bürgerschaft in Form von öffentlichen Beteiligungsprozessen projektbezogen integriert und anschließend ihre Wünsche und Anregungen berücksichtigt. Insbesondere die

Elektromobilität nimmt im Jahr 2030 in Dortmund eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Verkehrsemissionen ein. Die Versorgung mit Ladeinfrastruktur in Form von Low Cost-Infrastruktur wurde weiter ausgebaut und ergänzt durch strategische Schnellladeinfrastruktur. Teile der kommunalen Dienstfahrzeuge, der städtische ÖPNV, sowie des Wirtschafts- und Individualverkehrs Dortmunds sind 2030 elektrifiziert. Die Erprobung und Ausbreitung anderer bis dahin (weiter-)entwickelter Antriebstechnologien wie etwa Brennstoffzellen wird durch den starken Fokus auf Elektromobilität eingeschränkt.

2030 ist das Dortmunder Wärmenetz weiter erneuert und die Wärmeversorgung in einigen Dortmunder Stadtquartieren auf dezentrale Wärmenetze umgestellt. Dafür erzeugen Blockheizkraftwerke (BHKW) in einzelnen Stadtquartieren Wärme. An einzelnen neuralgischen Punkten sind im Jahr 2030 in Dortmund intelligente LED-Straßenbeleuchtung installiert, die mit Sensoren ausgestattet sind, welche verschiedene Daten aus den Themenbereichen Umwelt, Verkehr, Parken und Sicherheit erheben. Diese Daten werden gemeinsam mit weiteren Daten im zentralen Smart City HUB & Data Center gesammelt, wo sie anschließend für Analysen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle sowie Monitoring und Evaluierung weiterverarbeitet werden können.

3.4.4.2 Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City

Im Jahr 2030 erfreut sich die Stadt einer steigenden Beliebtheit als Wirtschaftsstandort. Dazu tragen nicht zuletzt die fortwährenden Bemühungen der Allianz Smart City Dortmund bei. Energieeffiziente Technologien stehen zur Verfügung, die im Vergleich zu 2019 wesentlich weniger Ressourcen verbrauchen. Bei Elektromobilitätslösungen wurde die Umweltfreundlichkeit wesentlich verbessert (bspw. hinsichtlich produktionsbedingten Treibhausgasemissionen sowie der genutzten Metalle und seltenen Erden). Im Jahr 2030 ist die Bevölkerungszahl der Stadt Dortmund moderat auf ca. 607.000 Personen gestiegen. Dabei hat insbesondere der Anteil der über 65-jährigen überproportional zugenommen. Bundes- und EU-weit wird eine breite Palette an Förderprogrammen ausgeschrieben, welche insbesondere Projekte finanzieren, die zu positiven Umwelteffekten beitragen sollen. Auf kommunaler Ebene wird für IKT-Technologien auf nachhaltige Beschaffung gesetzt, bspw. werden ausschließlich (umwelt-)zertifizierte Technologien eingekauft.

Die Akteurszusammenarbeit in der Allianz Smart City ist etabliert, das CIO steuert und koordiniert sämtliche Digitalisierungsaktivitäten der Stadt Dortmund sowie die Vernetzung der Akteure aus Stadtgesellschaft, Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. Eine Vielzahl lokaler Unternehmen engagiert sich aktiv in der Allianz Smart City und neue Projekte werden laufend entwickelt und anschließend von den Allianzpartnern stadtweit umgesetzt. Es ist gelungen, das Geschäftsinteresse der beteiligten Unternehmen mit den Smart-City-Bestrebungen der Stadt Dortmund in Einklang zu bringen, sodass diese eine hohe Bereitschaft zeigen, sich langfristig in der Allianz Smart City einzubringen. Darüber hinaus besteht eine enge Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen, die viele Vorhaben wissenschaftlich begleiten. Durch die verbesserten städtischen Finanzen ist Dortmund aber auch unabhängiger von externen Geldern geworden. Insgesamt hat sich die Stadt Dortmund als Reallabor für Smart-City-Lösungen etabliert. Umweltaspekte nehmen im Jahr 2030 eine zentrale Rolle in sämtlichen städtischen Zieldimensionen ein und die Vermeidung von negativen Umwelteffekten wird als obligatorisch angesehen. Gleichzeitig gelingt es der Stadt, wirtschaftliche Ziele zu erreichen.

Im Jahr 2030 gibt es in ganz Dortmund eine breite Fülle an Smart-City-Anwendungen, die regelmäßig in Form eines etablierten Monitoring- und Evaluationssystems hinsichtlich ihrer Zielerreichung überprüft werden. Die Nutzung der Anwendung ist durch ihre hohe Attraktivität

sichergestellt, welche sich durch eine hohe Dichte, geringe Kosten und hohe Anpassungsfähigkeit der Anwendungen auszeichnet.

Im Jahr 2030 ist in innerstädtischen Gebieten der Stadt Dortmund ein gut ausgebautes Rad-, Fußwege- und Nahverkehrsnetz sowie Ladeinfrastruktur für Elektromobilität flächendeckend vorhanden. Dementsprechend legen die Bürgerinnen und Bürger der Stadt Dortmund einen Großteil ihrer Wege zu Fuß, per Fahrrad, mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugen zurück und verzichten zunehmend auf die Fahrzeugnutzung mit Verbrennungsmotoren. Das Parkplatzmanagement läuft digital über eine App; dieses ist verknüpft mit einem Rückbau von Parkplätzen für MIV-Nutzung. Die Ausgestaltung sämtlicher Maßnahmen berücksichtigt die Wünsche und Anregungen der Dortmunder Bürgerschaft, die sie im Rahmen von vorgeschalteten Bürgerbeteiligungsprozessen einbringen können. Insbesondere die Elektromobilität nimmt im Jahr 2030 in Dortmund eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Verkehrsemissionen ein und Dortmund ist Modellkommune für Elektromobilität. Nicht zuletzt trägt dazu die flächendeckende Versorgung mit Ladeinfrastruktur in Form von Low Cost-Infrastruktur und Schnellladeinfrastruktur bei. Sämtliche kommunale Dienstfahrzeuge, der städtische ÖPNV, sowie große Teile des Wirtschafts- und Individualverkehrs Dortmunds sind 2030 elektrifiziert.

2030 ist die Dortmunder Wärmeversorgung grundlegend erneuert und nachhaltig betrieben und wird stadtweit durch dezentrale Wärmenetze ergänzt. Dafür erzeugen zahlreiche Blockheizkraftwerke (BHKW) in den verschiedenen Stadtquartieren Wärme. Punktuell ergänzt werden diese um Solarthermie, Bio- und synthetische Gase, Holzpellets und Geothermie. Stadtweit sind im Jahr 2030 in Dortmund intelligente LED-Straßenbeleuchtung installiert, die mit Sensoren ausgestattet sind, welche verschiedene Daten aus den Themenbereichen Umwelt, Verkehr, Parken und Sicherheit erheben. Diese Daten werden gemeinsam mit weiteren Daten im zentralen Smart City HUB & Data Center gesammelt, wo sie anschließend für Analysen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle sowie Monitoring und Evaluierung weiterverarbeitet werden können.

3.4.4.3 Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte

Eine Vielzahl von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte lassen sich aus dem Vergleich der Szenarien identifizieren, an denen ein Smart-City-Konzept ansetzen muss:

- ▶ Um die Finanzierung der Maßnahmen sicherstellen zu können, ist eine Sanierung des städtischen Haushalts notwendig.
- ▶ Ein wichtiger Aspekt ist die Sicherstellung der Koordinierung der großen Allianz über den CIO
- ▶ Eine starke Abhängigkeit von Drittmitteln bedeutet einen höheren Aufwand für die Einwerbung der Mittel und Verwaltung bzw. Koordination dieser Aufgabe. Hierfür müssen ausreichend personelle und auch finanzielle Kapazitäten vorhanden sein
- ▶ Eine wichtige Stellschraube zur Erreichung positiver Umwelteffekte ist die Einbindung des Dortmunder Umweltamts in Smart-City-Prozesse; sowohl im Bereich des Monitorings und Evaluierung als auch bei der Konzeption.

- ▶ Wichtige Stellschraube stellt das *commitment* der beteiligten Unternehmen dar. Dies kann unter anderem dadurch garantiert werden, dass ihr Geschäftsinteresse abgedeckt wird. Wichtig ist es, Umweltschutz und wirtschaftliche Interessen zusammenzubringen.
- ▶ Eng damit verbunden ist die Abhängigkeit von externen Fördermitteln (v.a. Bund & EU).
- ▶ Vermeidung von lock-ins/rebounds bei der thematischen Fokussierung auf Elektromobilität, Technologische Weiterentwicklung Elektromobilität (Batterien).
- ▶ Sicherstellung der Kohärenz der Maßnahmen, z.B. Parkraummanagement vs. Radverkehr.
- ▶ Aufbau eines Monitoring- und Evaluationssystems.

3.5 Living LaB Ludwigsburg

3.5.1 Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City

3.5.1.1 Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Motivation für die Beschäftigung mit „Smart City“

Die Motivation zur Beschäftigung mit dem Thema „Smart City“ erklärt sich für Ludwigsburg unmittelbar mit der Gründung des sogenannten Living LaB¹². Zugrunde lag die Beobachtung, dass viele Unternehmen in der Region ihre Produktion teilweise ins Ausland verlagert hatten und auch Abteilungen der Forschung und Entwicklung davon betroffen waren. Daher war es das Ziel der politischen Spitze der Stadt, verbesserte Rahmenbedingungen für die Unternehmen zu schaffen und so eine aktive Sicherung des Wirtschaftsstandorts zu betreiben. Anfang des Jahres 2015 wurden verschiedene Unternehmen aus der Region, aber auch darüber hinaus, zu einem Forum eingeladen. Ziel war es gemeinsam zu diskutieren, welche Rahmenbedingungen benötigt werden, damit Forschung und Entwicklung in der Stadt verbleiben. Im Ergebnis wurde die Idee geboren für eine übergreifende Zusammenarbeit zwischen Stadt und Wirtschaft, aber auch Hochschulen und Zivilgesellschaft, ein Living LaB als Ort für Innovation zu schaffen. Das Thema der Digitalisierung oder gar der Smart City stand dabei zunächst nicht unmittelbar im Fokus.

Die zweite zentrale Motivation fußte auf der Ausrichtung des Verwaltungshandelns an den Zielen einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Diese basieren in Ludwigsburg auf dem Stadtentwicklungskonzept (SEK)¹³, das Stadtverwaltung und Gemeinderat seit 2004 in einem mehrstufigen Prozess entwickelt und seitdem unter Beteiligung der Bürgerschaft fortgeschrieben haben. Sie definierten gemeinsam Handlungsfelder, die Zukunftsfragen der Stadtgesellschaft adressieren. Diese Handlungsfelder sind über Leitsätze und strategische Ziele beschrieben. Die Bürgerbeteiligung wird im Kern über eine alle drei Jahre stattfindende Zukunftskonferenz organisiert. In diesem Rahmen wird das SEK nach seiner Ausrichtung und Umsetzung des SEK regelmäßig geprüft. 2018 wurde das Thema Digitalisierung als weiteres Handlungsfeld identifiziert und ins SEK aufgenommen (Stadt Ludwigsburg 2019a: 9).

Smart City Verständnis aus Sicht der Kommune

Eine explizite Definition der Smart City wurde in Ludwigsburg nicht entwickelt. Eine Referenz ist nicht zuletzt die Smart-City-Charta (BBSR/BMUB 2017), verabschiedet im Zuge des Berichts des Interministeriellen Arbeitskreises Nachhaltige Stadtentwicklung in nationaler und

¹² Genese, Prozess, Strukturen und Ergebnisse des Living LaB sind umfassend im Zwischenbericht 2015-2019 (Stadt Ludwigsburg 2019a) beschrieben. Zahlreiche der nachfolgenden Aussagen basieren darauf.

¹³ Vgl. https://www.ludwigsburg.de/start/stadt_buerger/Stadtentwicklungskonzept.html

internationaler Perspektive, kurz „IMA Stadt“¹⁴. Die Stadt Ludwigsburg wirkte in der Arbeitsgruppe „Smart Cities und nachhaltige Entwicklung“ mit.

Das Grundverständnis der Digitalisierung aus Perspektive der Stadt lässt sich aus der Beschreibung im Rahmen des SEK ableiten. Danach soll die Digitalisierung in erster Linie zum Nutzen der Bürgerinnen und Bürgern der Stadt erfolgen. Die Nutzung digitaler Technologie soll zugleich dem Erreichen der Ziele der nachhaltigen Stadtentwicklung dienen. So beispielsweise dort, wo in der Entwicklung von Quartieren digitale Technologie genutzt wird, um maximale Energieeffizienz zu erreichen und smarte Services an den Bedürfnissen der Bewohner zu orientieren.

Dieses Grundverständnis trägt auch die Arbeit im Living LaB sowie dem damit verbundenen Innovationsnetzwerk (siehe unten).

Strategien und Ziele der Smart City mit Fokus auf kommunale Infrastrukturen

Das im Jahr 2015 gegründete Living LaB baut auf dem SEK auf. Das Lab soll Infrastruktur und Vernetzung bieten, damit Wirtschaft und Hochschuleinrichtungen im Austausch mit der Stadtverwaltung sowie den städtischen Unternehmen neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle überlegen, testweise erproben und zur Marktreife entwickeln können. Der Austausch soll für alle Seiten gewinnbringend sein. Die Verwaltung erfährt frühzeitig, womit sich Unternehmen und Wissenschaft befassen. Letztere wiederum erhalten unmittelbare Rückmeldung, ob ihre Überlegungen und Aktivitäten für den künftigen Markt relevant sind. Gemeinsam bilden die beteiligten Einrichtungen ein Innovationsnetzwerk.

Das Living LaB wird auf die Gesamtstadt als Laborraum bezogen. Die Umsetzung von Projekten folgt einem dreistufigen Prozess. Dieser reicht von der Idee über die pilothafte Erprobung bis hin zur Skalierung. Ideengeber können die Verwaltungsspitze oder die Fachbereiche sein. Ebenso die Partner aus dem Innovationsnetzwerk. Auch die Bürgerinnen und Bürger können ihre Anregungen einbringen (Stadt Ludwigsburg 2019a: 14). Jedes Pilotvorhaben ist zwingend mit einem Masterplan¹⁵ im SEK verbunden.

Zu Beginn eines jeden Pilotvorhabens werden dessen Zielsetzung, der erwartete Nutzen, Kosten und Aufwände sowie die Anbindung an das SEK in einer Projektskizze niedergelegt. Für die Stadt ist es wichtig, dass die Inhalte der Skizze mit allen betroffenen Verwaltungsbereichen rückgekoppelt sind, bevor diese einer verwaltungsinternen Lenkungsgruppe oder einer Stabsstelle vorgestellt werden. Entscheiden sich letztere für die Umsetzung, so wird verwaltungsintern eine Leitung für das Pilotprojekt bestimmt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die personellen und finanziellen Ressourcen über die Laufzeit des Pilotvorhabens vorhanden sind. Möglich ist auch die Projektleitung im Tandem, etwa mit einem Akteur aus dem Innovationsnetzwerk. Dieses ist dann sinnvoll, wenn nicht nur die Schnittstelle in die Verwaltung, sondern etwa auch zu einem Unternehmen im Innovationsnetzwerk abgesichert sein soll. Auf diese Weise können dann beide Seiten voneinander profitieren und ihre jeweiligen Bedarfe austauschen. Insbesondere bei größeren Projekten wird zudem auf die Information der politischen Gremien oder auch der Öffentlichkeit (Presse) geachtet (Stadt Ludwigsburg 2019a: 14).

Am Ende eines Pilotvorhabens ist es Sache der Fachverwaltung zu entscheiden, ob daraus eine gesamtstädtische Lösung entwickelt oder die Idee verworfen wird. Anders formuliert: Während in der Pilotierung die Kooperation im Tandem die Regel ist, liegt spätestens bei der Skalierung

¹⁴ Vgl. https://www.innovationsplattform-zukunftsstadt.de/files/IMA-Stadt_Bericht%202017.pdf

¹⁵ Die einzelnen von der Stadt Ludwigsburg herausgegebenen Masterpläne sind abrufbar unter https://www.ludwigsburg.de/start/stadt_buerger/Stadtentwicklungskonzept.html.

die Hauptverantwortung bei der Fachabteilung. Und auch die koordinierende Rolle der Geschäftsstelle Innovationsnetzwerk (siehe unten) wird spätestens im Schritt 3 hinfällig (Stadt Ludwigsburg 2019a: 14).

Strukturen, Prozesse und Akteure der Smart City

Für ihre **Prozesssteuerung** setzt die Stadt Ludwigsburg ihr „**Kommunales Steuerung- und Informationssystem (KSIS)**“¹⁶ ein. Das KSIS wurde unabhängig vom Living LaB geschaffen, wird aber auch für die Abstimmung der Pilotprojekte genutzt. Insgesamt sind in das KISI mehr als 2000 Projekte eingepflegt, davon stammen 40 aus dem Living LaB.

Das KSIS ist ein Instrument der Verwaltung zur Steuerung und Koordinierung von Themen und Projekten. Alle Verwaltungseinheiten haben Zugriff auf das System und sorgen für dessen laufende Pflege. Die Koordination liegt beim Referat für nachhaltige Stadtentwicklung. Alle Bereiche der Stadtentwicklung werden über das System abgebildet. Das Spektrum reicht vom Städtebau über Wirtschaft und Arbeit, Klima- und Energie bis hin zu Bildung oder Gesundheit. Die Bereiche sind mit Themenfeldern und diese wiederum mit Projekten unterlegt. In das System integriert ist ein Projektmanagement, was einen reibungslosen Verlauf von Projekten sicherstellen soll.

Auch für die Bürgerinnen und Bürger stellt das KSIS vielfältige Informationen online bereit. Stadtentwicklungsaktivitäten werden darüber sichtbar und der Status und die Verantwortlichkeiten von Projekten transparent gemacht.

Zur Realisierung des Living LaB wurde bei der Stadt eine sogenannte Geschäftsstelle Innovationsnetzwerk (GS Inno) (Stadt Ludwigsburg 2019a) eingerichtet, die zugleich Schnittstelle zwischen Verwaltung sowie den im Innovationsnetzwerk versammelten mehr als 300 Akteuren ist. Am Beginn der Arbeit der Geschäftsstelle standen mehrere Strategieworkshops mit den Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Fachbereiche der Stadtverwaltung. Fixiert wurden die folgenden Ziele für die Geschäftsstelle (Stadt Ludwigsburg 2019a: 11):

1. Identifizierung zukunftsweisender innovativer Themen,
2. Unterstützung bei der Initiierung und Umsetzung von Projekten sowie
3. Organisation von Erfahrungsaustausch innerhalb der Stadt Ludwigsburg und darüber hinaus.

Mit diesen Zielen verbunden war die Aufgabe verbunden, als Impulsgeber für die Verwaltung und die städtischen Unternehmen zu fungieren.

3.5.1.2 Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene

Zentrale Maßnahmen und Projekte aus Sicht der Kommune

Tabelle 5: Maßnahmen in Ludwigsburg im Überblick

Handlungsfeld	Maßnahmen
Mobilität – vernetztes Fahren, Parken und Laden sowie integriertes Verkehrsmanagement	Priorisierung von Einsatzfahrzeugen der Feuerwehr an Lichtsignalanlagen mit dem Ziel der beschleunigten Vorfahrt Priorisierung von Fußgängern und Verlängerung der Grünphase für Menschen mit körperlichen Einschränkungen via Radarsensoren

¹⁶ Siehe <https://ksis.ludwigsburg.de/ksisonline/>

Handlungsfeld	Maßnahmen
	Umrüstung aller Lichtsignalanlagen im Stadtgebiet zur Bevorrechtigung des ÖPNV Parkraummanagement via automatischer Fahrzeugerkennung, Anzeige freier Parkplätze etc. Förderung der Elektromobilität durch Ausbau von Ladestationen inkl. Schnellladung Straßenerhaltungsmanagement via automatisierter Erfassung von Straßenzuständen u.a.m.
Energie und Klima	Minimierung von Feinstaub- und Stickoxidbelastungen durch Filtration und Messung via Mooswände Kartierung von innerstädtischen Immissionswerten in Echtzeit Immissionssensitive Steuerung des Verkehrs Bau und Anschluss einer großen Solarthermie-Anlage an ein Wärmeverbundnetz Vernetzung von Energieerzeugungsanlagen zu einem virtuellen Kraftwerk Intelligente Routenplanung in der Stadtreinigung durch digitale Füllstandsmesser für Abfallbehälter u.a.m.
Architektur	Nutzung von serieller Holzbauweise für soziale Wohneinrichtungen Realisierung des Prinzips des Cradle-to-Cradle in den Bereichen Öffentliche Gebäude (Schulen) und Wohnen (Unterkünfte für Geflüchtete) Schaffung von digitalisiertem Stadtraum durch Einsatz von vernetzter digitaler Stadtmöblierung bei der Bänke zugleich als Lade- und WLAN-Stationen dienen u.a.m.
eGovernment	Schaffung einer digitalen Online-Plattform für frei zugängliche Daten Mehrsprachiger Service-Roboter im Bürgerbüro für Erstsprache von Besuchern Digitaler Service- und Ausgabeterminal für Abholung von Ausweisen rund um die Uhr Schaffung eines digitalen Bürgerkontos als Zugang zu den Dienstleistungen der Stadt

Quelle: Eigene Darstellung, difu

Wie die Übersicht verdeutlicht, wurden im Living LaB seit 2015 zahlreiche Projekte in den Handlungsfeldern Mobilität, Klima und Energie, Architektur, sowie Government durchgeführt. Die Projekte sind dabei mit anderen baulichen oder organisatorischen Maßnahmen verknüpft, sodass der Übergang zwischen explizit smarten, also digitale Technologie nutzenden Projekten und anderen Planungen teilweise fließend sind.

Ein Schwerpunkt im **Handlungsfeld Mobilität** zielt auf Maßnahmen des fließenden motorisierten Verkehrs. Ein Beispiel ist das vernetzte Fahren, genauer gesagt die Bevorzugung von Feuerwehrfahrzeugen im Notfalleinsatz. In einem Pilotprojekt kommunizieren Fahrzeuge und Signalanlagen miteinander (sogenannte Car2X-Technik), sodass die Ampeln automatisch auf Grün schalten. Das System soll auf den ÖPNV ausgeweitet werden. Bis Ende 2019 (Stand

Sept. 2019) ist geplant, die mobilitätsbezogene Infrastruktur hiermit auszustatten. Hierfür werden auch Fördermittel des Bundes genutzt. Stadt Ludwigsburg 2019a: 23-25). Eine andere Maßnahme betrifft das Parkraummanagement. Hierbei handelt es sich um eine digitale Plattform, über die Parkplätze gebucht und Gebühren abgerechnet werden können. Das System adressiert Pendler, die entlang ihrer individuellen Nutzerprofile einen Parkplatz zugewiesen bekommen und anschließend mit einem Shuttle zu ihrem Arbeitsort gelangen. Auch hier nutzt die Stadt Ludwigsburg weitere Fördergelder, um ein vergleichbares System auch für größere Veranstaltungen zu implementieren (Ludwigsburg 2019a: 23-25).

Die Stadt Ludwigsburg ist in besonderer Weise von einem hohen Verkehrsaufkommen betroffen. Wie auch in anderen Städten entfalten Straßen im Stadtraum eine hohe Trennwirkung. Verkehrspolitisches Ziel ist es daher, durch stadtverträgliche Gestaltung und situationsgerechte Geschwindigkeitsregulierungen mehr Raum für Fußwege und städtisches Grün zu schaffen und so den öffentlichen Raum insgesamt aufzuwerten. Die geht einher mit dem Wunsch nach einer Verlagerung des Pkw-Verkehrs auf öffentliche Verkehrsmittel und der Stärkung von Fuß- und Radverkehr. So wurde ein sogenanntes Bus-Rapid-Transit (BRT) System mit eigenen Fahrstreifen und barrierefreien Haltestellen. Ähnliches gilt für das Radwegenetz, welches schnelle und damit attraktive Verbindungen auch über größere Strecken ermöglichen soll (Ludwigsburg 2019a: 24).

Im **Handlungsfeld Energie und Klima** wird sich am Ziel der CO₂ Neutralität bis zum Jahr 2050 orientiert, welches seinen Ausdruck Masterplan Energie¹⁷ findet. Neben dem Klimaschutz spielt zunehmend auch die Klimaanpassung eine Rolle. Neue Quartiere werden so geplant, dass Hitze und Starkregen mitbedacht und die Planungen dementsprechend ausgelegt werden.

Die hohe Verkehrsbelastung der Stadt Ludwigsburg hat auch Auswirkungen auf die Lärmbelastung und die Luftqualität und damit das Mikroklima. Vor diesem Hintergrund werden Pilotprojekte zur Reduzierung Lärm, Feinstaub (PM) und Stickstoffdioxid (NO₂) durchgeführt. Eine Maßnahme ist ein Projekt zur Echtzeiterfassung von Immissionswerten. Dies nicht nur an einem stationären Messpunkt wie in der Vergangenheit sondern in einem gesamtstädtischen Netzwerk. Anhand der ermittelten Daten lässt sich ein differenziertes Bild der Luftqualität abbilden. Dabei werden auch die umgebende Gebäudestruktur und vorhandene Klimadaten berücksichtigt. Die Echtzeiterfassung ermöglicht es, gezielte Maßnahmen zur Entlastung zu treffen. dies betrifft insbesondere die Verkehrslenkung, aber auch bauliche Maßnahmen in Form begrünter Lärmschutz- oder Mooswände (Ludwigsburg 2019a: 25-27).

Weitere Aktivitäten gehen von den Stadtwerken Ludwigsburg-Kornwestheim aus. Im Rahmen des Projekts „SolarHeatGrid“¹⁸ werden die vorhandenen Fernwärmenetze miteinander verbunden. Durch den Anschluss eines großen, mit einem Holzkraftwerk gekoppelten Wärmespeichers wird ist es möglich, regenerativ erzeugte Wärme in das Verbundnetz einzuspeisen. Diese ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur lokalen Wärmewende und damit der Umstellung von fossiler auf erneuerbare Wärmeversorgung mit einem hohen Maß an Energieeffizienz und CO₂-Neutralität.

Gekoppelte Infrastrukturlösungen mit digitaler Steuerung sind für die Stadtwerke das Modell der Zukunft. Hier geht es vor allem um die Verknüpfung dezentraler Erzeugungsanlagen. So werden 23 Heizkraftwerke bzw. BHKW miteinander vernetzt, sodass im Verbund mit weiteren Anlagen sukzessive ein virtuelles Kraftwerk entsteht (Ludwigsburg 2019a).

¹⁷ Vgl. https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet/get/params_E-580015390/14973798/11_Energie.pdf.

¹⁸ Vgl. <https://www.swlb.de/solar-heat-grid>.

Im **Handlungsfeld Architektur** geht es um die Verknüpfung von städtebaulicher und ökologischer Qualität in Form der Nutzung natürlicher Baustoffe und der Umsetzung von Recyclingkonzepten durch Einsatz umweltverträglicher Materialien. Im Kern handelt es sich also primär um die Realisierung ökologischen Bauens als explizit um Smart-City-Projekte. Orientiert am Prinzip des Cradle-to-Cradle sollen eingesetzten Materialien wiederverwendet werden können. Die städtebauliche Qualität drückt sich darin aus, dass Bauweisen dem Charakter der Barockstadt entsprechen und baukulturelle Aspekte beachtet werden. Ein Beirat aus Gestaltungs- und Bau-Experten berät die Stadt und achtet darauf, dass qualitative Anforderungen auch finanzierbar bleiben. Eine praktische Maßnahme ist ein Systemkonzept in Holzbauweise, das sogenannte „CUBE 11“¹⁹, welches an verschiedenen Orten der Stadt umgesetzt wird. Auch in verschiedenen Schulbauprojekten geht es darum, eine werthaltige klimafreundliche Gebäudesubstanz zu realisieren. Die Schulbauten sollen nicht nur ein gutes Raumklima aufweisen, sondern auch eine positive pädagogische Wirkung ausstrahlen. Im Sinne einer Smart Solution soll begleitend im Rahmen eines Forschungsprojekts ein digitaler Gebäudepass werden (Ludwigsburg 2019a: 27-28).

Im **Handlungsfeld eGovernment** (elektronischer Verwaltung) geht es darum, die Serviceleistungen des Bürgerbüros weitgehend zu digitalisieren, sodass die Bürgerinnen und Bürger nur noch in Ausnahmefällen die Behörde aufsuchen müssen bzw. alle Anliegen zugleich vor Ort erledigen können. Eine spielerische Idee für die Optimierung von Abläufen ist der Einsatz eines Serviceroboters. Unter dem Namen L2B2²⁰ begrüßt dieser die Besucherinnen und Besucher und führt diese mit ihren Anliegen in die zuständigen Fachabteilungen. Ein weiteres Pionierprojekt ist ein Terminal, von dem unabhängig von den Öffnungszeiten des Bürgerbüros jederzeit Ausweisdokumente abgeholt werden können. Diese ist jedoch nur ein erster Schritt des digitalen Dokumentenaustausches. Im Weiteren sollen Behördengänge ganz überwiegend digital möglich sein. Ob Formulare, Anträge oder Bescheide. Für sämtliche Dokumente soll der bidirektionale Austausch sicher und verbindlich ermöglicht werden (Ludwigsburg 2019a: 29-31).

Über diese Handlungsfelder des Living LaB hinaus sieht die Stadt das **Handlungsfeld Bildung und Digitalisierung** als zentral an. Schwerpunkte bilden die Bereiche Bildung & Familien sowie Bildung & Schulen. Es gilt die digitalen Kompetenzen der Bürger zu erweitern und in den Schulen insbesondere das Know-how des pädagogischen Personals.

Daneben wird das Konzept des Open Library für die öffentlichen Bibliotheken aufgebaut, bei dem die Bestände auch außerhalb der Öffnungszeiten bereitgestellt werden.

Nächste Schritte

Ludwigsburg hat zahlreiche Maßnahmen in die Wege geleitet und nutzt dabei vielfältige Förderprogramme. Ein wichtiges Handlungsfeld ist und bleibt die Organisation städtischer Mobilität, mit digitaler Parkleit- und Verkehrsleittechnik. Insbesondere die Verkehrsleittechnik wird weiter konsequent digitalisiert und ein 5G-Testfeld aufgebaut. Weitere perspektivische Maßnahmen sind der Aufbau einer urbanen Logistik auf der letzten Meile von stark zunehmenden Paketzustellungen durch den Einsatz von Paketboxen. Nun nennen ferner ein stationäres System für den stadtweiten Verleih von Mikro-E-Fahrzeugen samt der Bereitstellung der dafür notwendigen Ladeinfrastruktur. Ebenfalls im Themenfeld Mobilität bewegt sich die Idee des Residential Sharing i.S. stationsbasierter Mobilitätslösungen für einzelne

¹⁹ Vgl. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/wanderausstellung/nachhaltig-und-kostenorientiert-bauen-cube-11>.

²⁰ https://www.ludwigsburg.de/start/stadt_buerger/l2b2.html

Wohnquartiere. Ein weiteres Beispiel sind automatisierte Shuttledienste, die als Ergänzung zum ÖPNV erprobt werden.

Die Stadt Ludwigsburg hat im Jahr 2019 einen neuen Fachbereich „Nachhaltige Mobilität“ eingerichtet. Damit unterstreicht die Stadt den verkehrspolitischen Handlungsbedarf. Der Fachbereich wird sich auch mit der Frage von Mobilität und Digitalisierung befassen.

Über das im Handlungsfeld eGovernment eingerichtete Bürgerkonto sollen neben reinen Verwaltungsprozessen auch Angebote Dritter (etwa städtische Beteiligungsunternehmen) implementiert werden. In einer ersten Phase wird derzeit ein POC (Proof of Concept) aufgesetzt, in dem erste mögliche Anwendungsfälle definiert und pilotiert werden.

Ebenfalls als wichtig ist das Thema „Open Data“ i.S. der freien Verfügbarkeit von öffentlichen Daten erkannt, wenngleich noch nicht mit Nachdruck betrieben. Insbesondere Geodaten sollen zur Verfügung gestellt werden. Ein Beispiel sind Informationen zur Verschattung von Gebäuden als Entscheidungshilfe für die Nutzung von Solarenergie bzw. -thermie. Das Informationssystem KSIS ist ein wichtiger Baustein des Open Data.

Darüber hinaus wurden gemeinsam mit einer Anwaltskanzlei AGB für den Umgang mit Daten in der Kooperation mit Dritten entwickelt. Ziel ist es, die kommunale Datenhoheit zu sichern.

Hinzuweisen ist ferner darauf, dass zum 1. September 2019 ein Wechsel in der politischen Spitze stattgefunden hat, nachdem der bisherige Oberbürgermeister sich in der letzten Wahl nicht mehr durchsetzen konnte. Dieses ist nach 17 Jahren einerseits eine Zäsur, andererseits sind zwar Neujustierungen in der Strategie abzusehen, jedoch gehen alle Befragten davon aus, dass Ludwigsburgs Weg einer integrierten Stadtentwicklung und der Erprobung digitaler Lösungen im Netzwerk von Partnern aus Politik und Verwaltung, Wirtschaft, Hochschulen und Zivilgesellschaft fortgesetzt wird.

3.5.2 Bedeutung von Umweltaspekten

3.5.2.1 Auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Stellenwert von Umweltaspekten in Smart-City-bezogenen Strategien und Zielen sowie in Strukturen, Prozessen und bei Akteuren

Umweltaspekte besitzen in Ludwigsburg generell einen hohen Stellenwert. Über die übergeordneten Ziele der Stadtentwicklung sowie die verschiedenen Masterpläne werden umweltbezogene Zielstellungen aufgegriffen. Für Ludwigsburg ist neben dem übergeordneten Ziel der CO₂-Neutralität bis zum Jahr 2050 insbesondere die Feinstaub- und Stickoxidbelastung durch den motorisierten Verkehr von besonderer Relevanz. Dem entsprechend kommt dem Thema „Saubere Luft“ sowie dem Masterplan „Green City“ ein großes Gewicht zu. Lärm- und Luftkartierungen helfen, die Hot Spots zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten (Verkehrslenkung). Zunehmend wichtig werden auch der Erhalt und die Pflege städtischer Grünflächen.

Kommunale Motivation für Integration von Umweltaspekten auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Die kommunale Motivation für die Integration von Umweltaspekten muss differenziert beurteilt werden. Hier gibt es unterschiedliche Einschätzungen bei den befragten Akteuren. Grundsätzlich werden Umweltwirkungen gesehen, bezogen auf den Nutzen einzelner Maßnahmen, insbesondere im Handlungsfeld Mobilität werden diese jedoch unterschiedlich beurteilt. Diese unterschiedliche Beurteilung zeigt sich damit auch generell bezogen auf die digitale Steuerung. Ein Beispiel ist der digitale Ausweis der NO_x-Belastung und entsprechender Verkehrslenkung. Einerseits wird hier ein Potenzial in der Verkehrslenkung gesehen, andererseits wird bemerkt, dass die Verkehrslenkung der Stadt durch Google-Maps konterkariert würde. Ein anderes

Beispiel ist die Notfallschaltung bei den Ampeln. Hier wird einerseits darauf verwiesen, dass Rettung oft eine Sache von Sekunden sei, andererseits der tatsächliche Gewinn angezweifelt, da bisher schon Einsatzfahrzeuge bei verstopften Straßen ihre Schwierigkeiten hätten, woran auch die Vorrangschaltung nichts ändern würde.

Weitere Treiber / Erfolgsfaktoren und Barrieren für die Integration von Umweltaspekten aus kommunaler Sicht

Politik und Verwaltung der Stadt Ludwigsburg engagieren sich seit vielen Jahren für eine integrierte nachhaltige Stadtentwicklung und vor diesem Hintergrund wurde die Stadt im Jahr 2014 mit dem Deutschen Nachhaltigkeitspreis ausgezeichnet. Den Kern aller Aktivitäten bildet das Stadtentwicklungskonzept, welches stetig im Prozess mit den Bürgerinnen und Bürgern fortgeschrieben wird. Eine Maxime des städtischen Handelns ist die enge Vernetzung der verschiedenen Politikfelder, wie etwa Wirtschaftsförderung und Nachhaltige Stadtentwicklung, was sich auch in der Organisation der Verwaltungsstrukturen ausdrückt.

Darüber hinaus ist die Stadt in zahlreiche Forschungsprojekte eingebunden und vergibt auch selbst Studien. Die Ergebnisse werden innerhalb der Verwaltung weitergegeben und es zeigen sich vielfach große Lernkurven. Auf dieser Basis entscheidet der jeweilige Fachbereich im Einzelfall, welche Maßnahmen aus seiner Perspektive einen Sinn ergeben. Letztlich handelt es sich um agile Prozesse, die es der Verwaltung ermöglichen, intelligente Lösungen zu finden. Generell herrscht eine große Technologieoffenheit. Das gute Know-how in der Verwaltung wird auch von Dritten (etwa Bauträgern) abgefragt.

3.5.2.2 Auf Umsetzungsebene

Im **Handlungsfeld Mobilität** kann das Handeln der Stadt zum einen nicht losgelöst von seiner Rolle als Stadt in Automobilstandortregion begriffen werden. Zum anderen liegt die Stadt als Bestandteil des Großraum Stuttgart in einer überaus verkehrsreichen Region. Die mit dem motorisierten Verkehr verbundenen hohen Schadstoffbelastungen (etwa Stickstoffdioxid- NO_2) zwingen die Stadt zum Handeln. Der gesetzlich festgesetzte Jahresmittelwert von $40 \mu \text{NO}_2/\text{m}^3$ wird mit $51 \mu \text{NO}_2/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert deutlich überschritten. Die Stadt hat sich daher das Ziel gesetzt, die Grenzwerte schnellst möglich einzuhalten. Vor diesem Hintergrund sucht die Stadt nach Wegen, den Modal Split zugunsten von öffentlichem Verkehr sowie Rad- und Fußverkehr zu verändern. Maßnahmen wie der Ausbau des Radwegenetzes oder die Beschleunigung von Bussystemen zielen darauf. Gleiches gilt für jene Smart-City-Projekte, die Anreize zum Umstieg vom PKW hin zu anderen Mobilitätsformen schaffen sollen. Zugleich ist die Stadt bestrebt, drohende Fahrverbote zu vermeiden. Hieran knüpfen die Projekte zur Digitalisierung der Verkehrsleittechnik, zur Förderung von Elektromobilität sowie zur Minimierung der Schadstoffbelastung an. Das tatsächliche Umweltentlastungspotenzial wird vor allem in der Minimierung von zeitlichen und örtlichen Belastungsspitzen (Feinstaub, Stickstoffdioxid) gesehen. Am Grundproblem des hohen Verkehrsaufkommens sowie des viel zu langsamen Ausstiegs aus einer auf fossiler Energie basierenden Motorentechnik werden die Maßnahmen zunächst wenig ändern können. Verkehrsbelastungen werden primär auf ein den gesetzlichen Vorgaben entsprechendes Maß begrenzt.

Im **Handlungsfeld Energie** ist das Handeln der Stadt konsequent auf das zentrale Ziel der CO_2 -Neutralität bis zum Jahr 2050 hin ausgerichtet. Insofern tragen die auf die Energieinfrastruktur bezogenen Maßnahmen zur Energiewende bei. Mit Blick auf die Messung der Immissionsbelastungen schafft die gesamtstädtische Immissionskartierung in Echtzeit eine belastbarere Handlungsgrundlage, als dies bei der bisherigen zentralen stationären Maßstelle der Fall war. Sie schafft zugleich die Grundlage für eine situationsgerechte Verkehrslenkung.

Zumindest auf den kommunalen Straßen ist es so auch möglich, einzelne Abschnitte zu sperren und etwa den LKW-Verkehr aus der Innenstadt heraus zu halten.

Im **Handlungsfeld Architektur** spiegeln die einzelnen Projekte das Bemühen der Stadt Ludwigsburg wieder, verstärkt zur Nutzung umweltverträglicher Produkte beizutragen und damit „grüne Innovationen“ zu befördern.

Das **Handlungsfeld eGovernment** hat keine expliziten Umweltwirkungen zum Ziel. Konsequenterweise umgesetzt kann darüber bewirkt werden, dass Besucherwege gespart werden. Auch effizientere Verwaltungsabläufe können Ressourcen einsparen helfen, vor allem aber ist eine größere ökonomische Effizienz in den Verwaltungsprozessen zu erwarten.

3.5.3 Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes

3.5.3.1 Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche

Mit Blick auf Monitoring und Evaluation ist zwischen klassischem Projektmonitoring und umweltbezogenem Monitoring zu trennen. Das von der Stadt eingesetzte kommunale Steuerungs- und Informationssystem (KSIS) ist ein Instrument, um Projektfortschritte und Zielerreichungsgrade zu dokumentieren. Hierbei handelt es sich um klassisches Projektmonitoring, bei dem alle Fachbereiche einen Zugriff haben und so jederzeit ein für alle Beteiligten gleichermaßen gegebener Informationsstand sichergestellt ist.

Mit Blick auf ihr Handeln legt die Stadt regelmäßig Rechenschaft ab und nutzt hierfür ein Set von Indikatoren der nachhaltigen Stadtentwicklung. Sofern Projekte in Regie der Stadt entwickelt werden, findet ein Monitoring statt. Gleiches gilt für Maßnahmen im Bereich der kommunalen Gebäude.

Hingegen kann mit Blick auf die einzelnen Projekte des Innovationsnetzwerks nicht von einem umfassenden Monitoring gesprochen werden. Über die jeweiligen Masterpläne sind alle Projekte mit übergeordneten Zielstellungen verknüpft, sodass sich ihr Beitrag darüber indirekt abbildet. Hingegen wird deren jeweiliger tatsächlicher quantitativer Beitrag nicht erfasst. Dieses ist zwar grundsätzlich machbar, die Quantifizierung von Umwelteffekten jedoch ist im Einzelfall schwierig. So ist bei einem Piloten wie der Tourenoptimierung in der Stadtreinigung durch sensorgesteuerte Erfassung der Mülltonnen die Berechnung dadurch eingesparter Energie oder CO₂-Emissionen denkbar, letztlich aber zu aufwändig in Hinblick auf die entsprechende Abgrenzung. Das einzige Projekt, bei dem tatsächlich von einem Monitoring gesprochen werden kann, ist die Immissionslandkarte.

3.5.4 Zukunftsszenarien Smart City Ludwigsburg 2030

3.5.4.1 Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze

Die in der Stadt Ludwigsburg ausgeprägte Kultur der integrieren Stadtentwicklung wird auch im Jahr 2030 weitergelebt. Das 2018 ins Stadtentwicklungskonzept aufgenommene Handlungsfeld „Digitalisierung“ wird über alle Fachbereiche hinweg aufgegriffen. Digitalisierung ist nicht allein Sache des CDO, vielmehr wird in allen Politikfeldern stets gefragt, ob und welche smarten Lösungen vorhanden sind und wo Digitalisierung ggf. auch kontraproduktiv wirkt. In diesem Sinne kann in Ludwigsburg von einem ganzheitlichen Ansatz im Kontext von Digitalisierung und Smart City gesprochen werden. Dieses zeigt sich auch daran, dass in allen Masterplänen explizit auch digitale Ziele und Maßnahmen formuliert sind.

Auch die Arbeit im Innovationsnetzwerk hat sich fortgesetzt. Es gibt eine ausgeprägte Kultur des Austausches zwischen CDO/GS Inno und den Fachbereichen. Gemeinsames Ziel ist die aktive

Förderung von Wirtschaft und Innovation in der Region. Der ko-kreative Ansatz von GS Inno und dem LivingLab konnte weiter verstärkt und gefestigt werden. Dies hat auch nicht nur vielfältige Impulse in der Verwaltung gegeben, sondern auch dazu geführt, dass die privaten Partner sich stark mit der Stadt und den kommunalen Belangen identifizieren. Wechselseitiges Vertrauen wurde aufgebaut, sodass die Partner im Innovationsnetzwerk immer öfter auch Kooperationen beim Betrieb der smarten Infrastrukturen eingehen. Für die im Innovationsnetzwerk angestoßenen Projekte gilt seit Jahren, dass diese dezidiert mit operativen Schritten zur Umsetzung unterlegt sind. So ist in jeder Phase deutlich, wer wann wo wie welche Verantwortung hat. Längst hat die Stadt auch eine Blaupause für sich und andere Städte geschaffen, wie Projekte der Digitalisierung erfolgreich umgesetzt werden können. Zu leistende Schritte und mögliche Stolpersteine sind benannt. Ludwigsburg ist mit einigen anderen Städten in Deutschland längst zur Referenzkommune geworden.

Darüber hinaus hat die Stadt erkannt, dass das systematische Lernen in agilen Prozessen und digitaler Technologien ein Beitrag dazu sind, die Stadt als Arbeitgeber interessant zu machen. Der vielerorts zu verzeichnende Fachkräftemangel macht sich in Ludwigsburg deutlich weniger bemerkbar. Digitale Kompetenzen und Offenheit für smarte Technologien ist in der Kommune Ludwigsburg überdurchschnittlich ausgeprägt.

Die Stadt hat für sich eine konsequente Open-Data-Strategie entwickelt, bei der Transparenz und Offenheit oberste Maximen sind. Die Entscheidungsträger sind sich darüber bewusst, dass eine lebendige lokale Demokratie nicht zuletzt vom Wissen und der Mündigkeit ihrer Bürgerinnen und Bürger abhängig ist. Die Stadt legt offen, wieweit Daten von der Verwaltung und den öffentlichen Beteiligungen erfasst und Informationen bereitgestellt werden. Ebenso wird dargelegt, zu welchem Zweck Daten interpretiert werden und wie die Verarbeitung erfolgt. Datensicherheit wird allgemein als hohes Gut begriffen. Für alle Projekte mit privaten Partnern gilt, dass die Datenhoheit in kommunaler Hand bleibt.

Die im Living LaB adressierten Handlungsfelder wurden vertieft. Zugleich ist das Spektrum breiter geworden. Das Ziel der vollständig digitalisierten Verkehrsleittechnik wurde realisiert. Die Attraktivität des ÖPNV ist aufgrund erhöhter Bequemlichkeit (schnellere Verbindungen, engere Takte, intermodale Anschlussmobilität sowie umfassende digitale Information und Kommunikation) gewachsen, was auch Ausstrahlungseffekte in die Region hat. Der dennoch weiterhin sehr hohe Individualverkehr erfolgt inzwischen zu knapp 50% auf Basis von Elektrofahrzeugen. Obwohl der Roll out des 5G-Netzes abgeschlossen werden konnte, hat dies nicht zu einer flächendeckenden Einführung automatisierter Fahrzeuge geführt. Automatisiertes Fahren im Bereich der Lieferverkehre wie im Individualverkehr endet vor der Innenstadt. Im kommunalen Fuhrpark wird vollständig auf mit fossilen Brennstoffen betriebene Fahrzeuge verzichtet. Feinstaub und Stickstoffdioxidbelastungen haben deutlich abgenommen, wenngleich immer noch zu viele Diesel-PKW, wenngleich überwiegend auf Basis scharfer EURO-Normen die Umgebungsluft belasten. Problematisch bleibt die Situation in der Verteilung der unterschiedlichen Verkehre auf den Straßen. Die in der Region ausgeprägte Autoaffinität steht im Spannungsverhältnis zum Wunsch nach mehr Platz für Fuß- und Radverkehr, die inzwischen vielfältigen großen und kleinen elektrischen Fahrzeuge (inkl. der inzwischen gut ausgebauten Sharing-Systeme) sowie dem notwendigen Platz für Abhol- und Lieferdienste.

Der Green City Masterplan ebenso wie der Masterplan Energie wurden fortgeschrieben und die Stadt bewegt sich in Hinblick auf sein Ziel der CO₂-Neutralität – abgesehen vom Verkehr - im Zielkorridor.

3.5.4.2 Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City

Die in der Stadt Ludwigsburg ausgeprägte Kultur der integrieren Stadtentwicklung wird auch im Jahr 2030 weiter gelebt. Das 2018 ins Stadtentwicklungskonzept aufgenommene Handlungsfeld „Digitalisierung“ wird über alle Fachbereiche hinweg aufgegriffen. In allen Politikfeldern wird regelmäßig geprüft, ob und welche smarten Lösungen vorhanden sind und wo Digitalisierung ggf. auch kontraproduktiv wirkt. In diesem Sinne kann in Ludwigsburg von einem ganzheitlichen Ansatz im Kontext von Digitalisierung und Smart City gesprochen werden. Dieses zeigt sich auch daran, dass in allen Masterplänen explizit auch digitale Ziele und Maßnahmen formuliert sind.

Die Stadt hat in Ergänzung ihres Stadtentwicklungskonzepts und auf Basis von Szenarioanalysen klare Ziele und Maßnahmen in Hinblick auf die Digitalisierung formuliert. Im Ergebnis hat es Ludwigsburg geschafft, von der punktuellen Erprobung smarter Lösungen zu konsistenten Strategien in einzelnen Handlungsfeldern zu kommen, also Szenarien, wo die Stadt mit dem Thema Smart City hin will. In Bezug auf ihre Infrastrukturen hat es sich die Stadt zum Ziel gesetzt, keine Maßnahmen zu ergreifen, die nicht nachhaltige infrastrukturpolitische Pfade fortschreiben.

Von zentraler Bedeutung ist hier das Handlungsfeld Mobilität, welches lange Zeit im Widerspruch zu den stadtentwicklungspolitischen Zielen von Lebensqualität und CO₂-Neutralität stand. Nachhaltige Mobilität in Ludwigsburg im Jahr 2030 bedeutet das konsequente Heraushalten des Individualverkehrs aus weiten Teilen der Stadt. Stattdessen sind Carsharing-Betreiber sowie Mitfahr- und Lieferdienste in der Innenstadt unterwegs. Der Radverkehr konnte um 30 Prozent gesteigert werden. Elektromobilität in Ludwigsburg heißt E-Bikes, E-Trikes, E-Roller und vieles andere mehr. Ganze Straßenzüge haben eine neue Aufteilung erfahren, um den unterschiedlichen Fortbewegungsformen gerecht zu werden.

Im Zuge eines umfassenden 5G-Feldversuchs ist es gelungen, die Servicequalität und Bequemlichkeit im öffentlichen Verkehr deutlich auszubauen. Autonome Fahrzeuge und Shuttlebusse machen bereits 40% der Flotte aus. Die zeitlichen Takte konnten verkürzt und damit die Fahrpläne verdichtet werden. Autonome öffentlicher Verkehr wird immer weiter in die Region hinein entwickelt, um auch den Modal-Split bei den Pendlerverkehren zu verbessern.

Dieses verkehrspolitische Bekenntnis wird inzwischen auch von der regionalen Automobilindustrie getragen, die erkannt hat, dass das Geschäftsmodell des automatisierten Individualverkehrs eher ein Luxus, denn ein Massensegment ist. Daher wurden und werden gerade über das Living LaB unterschiedliche Mobilitätsdienstleistungen weiter erprobt und verbessert. Zumeist sind die Partner aus der Industrie auch die Betreiber der neuen Mobilitätsdienstleistungen. Insgesamt ist die Mobilität in der Stadt sehr vielfältig geworden. Um Unübersichtlichkeit zu vermeiden und die Zugänglichkeit zu allen Services zu ermöglichen, haben sich die verschiedenen Betreiber auf eine gemeinsame Plattform verständigt, über die Leistungen eingesehen, abgerufen und abgerechnet werden können. Für die Stadt ist all das auch finanziell interessant, da alle privaten Dienstleister seit 2027 Konzessionsabgaben für die Nutzung öffentlicher Verkehrswege zahlen und aus diesen Einnahmen heraus stetig in die Verkehrsnetze reinvestiert werden kann.

Die individuellen Kosten der Bürgerinnen und Bürger für ihre Mobilität sind konstant geblieben. Die hohe Servicequalität geht mit fairen Löhnen bei den Mobilitätsdienstleistern einher. Nachhaltige Mobilität und soziale Verträglichkeit stehen in Ludwigsburg nicht im Widerspruch. Zugleich gehören Feinstaub und Stickstoffdioxidbelastungen der Vergangenheit an. Die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum hat sich spürbar gebessert und der Verkehrslärm hat deutlich abgenommen. Vor allem aber: das Ziel der CO₂-Neutralität scheint auch im

Handlungsfeld Mobilität endlich erreichbar. Die lange Zeit kritische Deutsche Umwelthilfe hat die Mobilitätspolitik in Ludwigsburg längst als Vorzeigemodell herausgestellt.

Die Förderung von Wirtschaft und Innovation über das Innovationsnetzwerk heißt gleichermaßen Förderung nachhaltiger Stadtentwicklung wie nachhaltiger Produktion und Dienstleistung. Ludwigsburg befindet sich auf einem guten Weg, neue digitale Technologien zu nutzen, ohne neue Energie- und Ressourcenverbräuche zu generieren. All dieses wäre ohne das systematische Lernen in agilen Prozessen nicht möglich gewesen und bestätigt den vor rund 15 Jahren eingeschlagenen Weg.

3.5.4.3 Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte

Aus dem Vergleich der Szenarien lassen sich Stellschrauben und Rahmenbedingungen für die Verbesserung von Umwelteffekten bei Smart-City-Konzepten ableiten:

- ▶ Es bedarf einer ganzheitlichen Digitalisierungsstrategie über alle Politikfelder und Handlungsbereiche hinweg.
- ▶ Die Ziele der Nachhaltigen Stadtentwicklung bilden die normative Orientierung für den Einsatz digitaler Technologien. Technologie ist kein Selbstzweck.
- ▶ Nachhaltige Lösungen lassen sich am besten in agilen und ko-kreativen Lernprozessen finden. Politik und Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft können gleichermaßen davon profitieren. In der operativen Umsetzung ist auf die Zuweisung von Verantwortung zu achten.
- ▶ Der Ausbau von smarten Infrastrukturen und Dienstleistungen sollte Widerspruchsfrei erfolgen. Es sollte konsequent auf Maßnahmen verzichtet werden, die nicht nachhaltige infrastrukturpolitische Pfade fortführen.
- ▶ So wie heute bereits die Energiewende gesellschaftliche Selbstverständlichkeit ist muss dieses auch für die Verkehrswende gelten. Automatisiertes Fahren in Städten heißt vor allem automatisierter öffentlicher Verkehr.
- ▶ Einfache Zugänglichkeit heterogener Leistungen erhöht die Akzeptanz. Gemeinsame Online-Plattformen und Apps schaffen regionale Identität.
- ▶ Sämtliche für die Steuerung städtischer Systeme gesammelten und bereitgestellten Daten gehören in hoheitliche Verantwortung. Bei der Kooperation mit öffentlichen und privaten Dienstleistern sind entsprechende Verträge zu schließen.

3.6 Innovation City Ruhr (Bottrop)

3.6.1 Entwicklung, Strukturen und Prozesse der Smart City

3.6.1.1 Aktueller Stand und nächste Schritte auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Motivation für die Beschäftigung mit „Smart City“

Das Projekt „InnovationCity Ruhr“²¹ geht auf einen Städtewettbewerb zurück. Im Frühjahr des Jahres 2010 startete der sogenannte „Initiativkreis Ruhr“²², ein Bündnis führender Unternehmen aus dem gesamten Ruhrgebiet, den Wettbewerb „Klimastadt der Zukunft“. Ziel des Wettbewerbs war es, in einem typischen Areal des Ruhrgebiets prototypische Lösungen zu entwickeln, die auch für andere Ruhrgebietsstädte beispielgebend sind. Bottrop ging als Sieger aus diesem Wettbewerb hervor und wurde zum Pilotprojekt für die InnovationCity Ruhr ernannt. Ausgewählt wurden sieben Modellquartiere in Bottrop mit insgesamt knapp 70.000 Einwohnern, knapp 15.000 Gebäuden, über 22.000 Arbeitsplätzen und 2.463 ha – in der Innenstadt sowie in verschiedenen Stadtteilen. Zusammen umfassen die Stadtteile fast die gesamte innere Stadt.

Im Fokus steht das Thema des klimagerechten Stadtumbaus im Zusammenspiel mit der energetischen Modernisierung. Die Umsetzung soll zu mehr Lebensqualität beitragen und dabei so erfolgen, dass zugleich ein Beitrag zur Weiterentwicklung von Bottrop als Industriestandort geleistet wird. Seit Ende 2010 werden Maßnahmen mit dem Ziel der Minderung von CO₂-Emissionen umgesetzt.

Bottrop versteht seinen Ansatz auch als lokale bottom up-Energiewende. Energetische Gebäudesanierung erfolgt in Kombination mit der Nutzung von Erneuerbare-Energien-Anlagen, in Form von Photovoltaik, Stromspeicher und Wärmepumpen. Das Energiemanagement ist dabei so organisiert, dass gewonnene Energie auf umliegende Gebäude verteilt wird, sofern diese über keine ausreichende Eigenversorgung verfügen. Durch diese Vernetzung bis hin zur Ebene ganzer Stadtteile wird erreicht, dass Energieautarkie auf der Ebene von Stadtteilen herrscht. Durch die Kombination von Gebäudesanierung und lokale Energieerzeugung sinkt der individuelle Energieverbrauch und die Struktur der Energieerzeugung wird dezentral.

Klimagerechter Stadtumbau heißt in Bottrop auch, den Individual- ebenso wie den Wirtschaftsverkehr zu minimieren und zu verlagern. Im Fokus stehen die Vermeidung von Wegen und der Umstieg auf emissionsarme Verkehrsmittel. Dadurch lassen sich zugleich positive Effekte in Hinblick auf die Flächennutzung generieren. Öffentlicher Raum und Grünstrukturen können so ausgebaut werden (Innovation City Management GmbH o.J.:2).

Auch wenn die InnovationCity Ruhr als Beispiel für einen klimagerechten Stadtumbau kein explizites Smart-City-Konzept darstellt, so kann es über den Ansatz der intelligenten Steuerung von Energieerzeugung und verbrauch dennoch als ein solches verstanden werden. Dies wird so auch von der InnovationCity Management GmbH betont. Der Ansatz macht deutlich, dass sich konzeptionell beide Zugänge kaum systematisch voneinander abgrenzen lassen. Die energetische Modernisierung, die smarte Optimierung von Energieflüssen sowie die Stärkung der dezentralen Versorgung stehen gleichermaßen im Fokus. Gleiches gilt für die Art und Weise der Umsetzung. Hier setzt die InnovationCity auf die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger, der Energieversorger, der Immobilieneigentümer sowie der Stadtverwaltung von Beginn an. D.h., sämtliche Maßnahmen werden im aktiven Zusammenspiel der Akteure umgesetzt.

Über die InnovationCity Ruhr hinaus verfolgt die Stadt Bottrop weitere Ansätze, um smarte Lösungen umzusetzen. Im Fokus steht dabei die Verwaltungsdigitalisierung und damit verbunden eine intelligente Verknüpfung der Serverstruktur sowie das E-Government für die Verbesserung von Bürgerservices. Ein entsprechendes digitales Portal soll aufgebaut werden. Ferner die grafische Informationsverarbeitung und Geodateninfrastruktur. Exemplarisch hierfür steht das Bottroper 3D Stadtmodell²³, welches laufend aktualisiert und ergänzt wird. So können im Jahresvergleich Veränderungen, etwa im Bereich von Fassaden und Dächern sichtbar

²¹ <https://www.bottrop.de/innovationcity/index.php>

²² <https://i-r.de/>

²³ <https://www.bottrop.de/daten-karten/karten/3d-stadtmodell.php>

gemacht und Kartenanwendungen mit verschiedenen Funktionen bereit gestellt werden, was Planungsprozesse erleichtert.²⁴ Ein 5-G-Testbed ist in Vorbereitung

Von einer Smart-City-Strategie kann jedoch derzeit noch nicht gesprochen werden. Die Stadt steht erst am Beginn einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Thema.

Smart City Verständnis aus Sicht der Kommune

Eine explizite Definition einer Smart City wurde in Bottrop bisher nicht entwickelt. Smart City heißt in Bottrop primär die „vernetzte Stadt“ mit Aktivitäten in den Themenfeldern Energie, öffentliche Gebäude, intelligente Verwaltung sowie City Logistik. Mit der InnovationCity wurde ein hoher Anspruch formuliert und die mit smarter Technologie verbundenen Projekte sollen das Erreichen der gesteckten Ziele unterstützen helfen.

Strategien und Ziele der Smart City mit Fokus auf kommunale Infrastrukturen

Der Masterplan Klimagerechter Stadtumbau²⁵ setzt die Ziele. In einem Prozess von anderthalb Jahren wurden die Pilotgebiete zunächst in Hinblick auf deren baulichen, sozialen und energietechnischen Strukturen analysiert. Die Menschen im Quartier wurden angesprochen und ihre energiebezogenen Bedürfnisse und Handlungsspielräume im Rahmen von Bürger- und Planungswerkstätten erfragt. Darauf basierend wurden anschließend Ideen zur Verbesserung der öffentlichen wie privaten Gebäude im Quartier generiert und Maßnahmenpakete geschnürt. Der Masterplan beinhaltet auf dieser Basis mehr als 300, vielfach bereits initiierte Einzelprojekte in verschiedenen Handlungsfeldern und definiert die Umsetzungsschritte.

Strukturen, Prozesse und Akteure der Smart City

Für die Organisation des Gesamtprozesses wurde im Jahr 2010 die Innovation City Management GmbH (ICM)²⁶ gegründet. Das Team der ICM ist ressortübergreifend aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Stadt sowie der lokalen Wirtschaft zusammengesetzt. Die umfassende Vernetzung in die Region hinein wird so sichergestellt. Über einen Industriebeirat werden Themen bespielt. Die Vernetzung zeigt sich auch über den regelmäßig organisierten Projektstisch, an dem sich neben der ICM und der Stadtverwaltung auch Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft versammeln, um sich über den Stand einzelner Maßnahmen auszutauschen (Innovation City Management GmbH 2015).

Der Leiter des Amts für Informationsverarbeitung ist zugleich der Chief Digital Officer (CDO) der Stadt Bottrop. Als CDO ist es seine Aufgabe, die digitalen Projekte der Stadt zu steuern und darauf zu achten, dass diese zueinander passen bzw. aufeinander aufbauen. Er vertritt die Stadt in Sachen Digitalisierung nach außen.

Nächste Schritte

Die Erfahrungen werden in einem sogenannten Innovationshandbuch gesammelt. Der Leitfaden ist strukturiert anhand von Leitfragen, die so oder in ähnlicher Form bei jedem größeren Vorhaben des klimagerechten Stadtumbaus auftauchen. Er enthält Empfehlungen zur Organisation, Planung und Umsetzung von Vorhaben des klimagerechten Stadtumbaus, die so auch in anderen Städten genutzt werden können.²⁷

²⁴

https://www.bottrop.de/guiapplications/newsdesk/publications/Stadt_Bottrop/113010100000202928.php?p=165621%2C170315%2C%2Fpresseportal%2Fpressemeldungen.php%2C202928

²⁵ <https://icm.de/produkte/innovationcity-masterplan>

²⁶ Vgl. <https://icm.de>

²⁷ Vgl. <http://www.icruhr.de/index.php?id=427>

3.6.1.2 Aktueller Stand und nächste Schritte auf Umsetzungsebene

Zentrale Maßnahmen und Projekte aus Sicht der Kommune

Die InnovationCity Ruhr hat zahlreiche Maßnahmen und Projekte angestoßen.²⁸ Einige von diesen sowie weitere sind nachfolgend exemplarisch benannt.

Tabelle 6: Maßnahmen in der Innovation City Ruhr im Überblick

Handlungsfeld	Maßnahmen
Wohnen – energetische Sanierung	Zukunftshäuser+ als Leuchtturmprojekte Energetische Quartierssanierung Batenbrock-Nord: Maßnahmenkombination mit integraler Betrachtung von Belangen des Städtebaus, der Denkmalpflege und der Wohnungswirtschaft sowie unter Beachtung sozialer Belange u.a.m.
Arbeiten –Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe	Intelligente Vernetzung von Unternehmen zur Versorgung benachbarter Quartiere und Betriebe mit produktionsbedingten Energieüberschüssen am Beispiel der Welheimer Mark Energieautarke Produktion im Metallbau durch Errichtung einer Photovoltaikanlage und Nutzung nachwachsender Rohstoffe u.a.m.
Energie	Optimierung der Energieerzeugung durch 100 KWK-Anlagen Intelligente Vernetzung von Erzeugung und Nachfrage als Dual Demand Side Management u.a.m.
Mobilität	Internetbasierter Warenverkehr und Logistik Verleih von elektrisch betriebenen zwei- und vierrädrigen Fahrzeugen zum Abbau von Hemmnissen in der Nutzung von Elektromobilität Senkung des innerstädtischen Verkehrsaufkommens mittels stadtverträglichen LKW-Routing u.a.m.
Stadt	Aufbau eines E-Government-Portals LED-Straßenbeleuchtung Regenwassersammlung zur Betankung der städtischen Kehrmaschinen Aufwertung innerstädtischer Freiräume und Pflanzenbewässerung mittels Sensorik u.a.m.
Aktivierung	Einrichtung eines Zentrums für Beratung und Mehrstufiges Konzept der individuellen Beratung von Immobilieeigentümern zu Fragen energetischer Sanierung Einbeziehung lokaler Akteure aus den Bereichen Architektur und Handwerk sowie von Energieberatern Thematisierung und Sensibilisierung von Belangen des Klimaschutzes in Kindergärten und Schulen u.a.m.

Quelle: Eigene Darstellung, difu

²⁸ Vgl. <http://www.icruhr.de/index.php?id=29>

Wie die Übersicht deutlich macht, werden im Rahmen der InnovationCity Ruhr zahlreiche Einzelprojekte in den Handlungsfeldern Wohnen, Arbeiten, Mobilität, Energie und Stadt durchgeführt. Besonders hervorzuheben sind die Maßnahmen zur Aktivierung und Beratung der Bevölkerung. Hierauf hat die politische Spitze der Stadt von Beginn an besonderes Augenmerk gelegt, um die Akzeptanz der Sanierungsmaßnahmen sicherzustellen.

Das **Handlungsfeld Wohnen** zielt auf die energetische Quartierssanierung. Die Stadt verfolgt im Handlungsfeld die Philosophie der „low hanging fruits“. Es muss demnach nicht gleich die teure Generalsanierung von Gebäuden sein. Für den Klimaschutz sei es schon nützlich, wenn ein Haus dem Passivhausstandard nahekommte. Daher empfehlen die Energieberater der InnovationCity Management GmbH auch kleine Maßnahmen, die sich nicht erst in Jahrzehnten amortisieren, wie beispielsweise ein neuer Heizkessel oder die Dämmung des Daches bzw. der Kellerdecke. Das Handlungsfeld steht in enger Wechselwirkung mit den Handlungsfeldern Energie sowie Aktivierung (siehe unten). Ein prominentes Projekt ist ein Mehrfamilienhaus – sechs Parteien, sozialer Wohnungsbau – das den Plus-Energie-Standard erfüllt. Bauherr und Eigentümer ist die städtische Baugesellschaft (GBB), die bei dem Projekt von Innovation City und dem Land unterstützt wurde.

Das **Handlungsfeld Arbeiten** zielt auf die Einbindung von Industrie und Gewerbe in die Umbaustrategie und die Nutzung von überschüssiger Energie aus den Industriebetrieben für angrenzende Wohngebiete. Demonstrationsprojekt ist die Welheimer Mark. Zudem geht es auch um die Energieautarkie auf der Ebene des einzelnen Produktionsbetriebes. Beispielgebend ist das Engagement eines Metallbauunternehmens, welches konsequent auf die Nutzung erneuerbarer Energie auf dem Betriebsgelände setzt.

Im **Handlungsfeld Energie** liegt der Fokus auf der Installation und intelligenten Vernetzung von Mikro-KWK-Anlagen auf Basis von Erdgas. In einem Modellprojekt gemeinsam mit lokalen Hochschulen wurde ein entsprechendes Modellprojekt durchgeführt. Die Anlagen decken den Wärme- und Strombedarf der Häuser. Überschüssiger Strom wird zudem in das lokale Verteilnetz eingespeist, was zur Netzstabilität beiträgt. Dies umso mehr, als die Anlagen auch unabhängig vom Wärmebedarf Strom produzieren können. Hierbei erfolgt die Steuerung der Anlagen durch den Netzbetreiber, indem die Daten der einzelnen Anlagen systemisch zusammengeführt und laufend mit dem Zustand des Verteilnetzes abgeglichen werden. Netzstabilität ohne Einschränkung des Strom- und Wärmekomforts in den Gebäuden ist das doppelte Ziel dieser Pilotmaßnahme, die ohne smartes Metering nicht möglich wäre.²⁹

Die Projekte der InnovationCity Ruhr sind vielfach politisch getrieben. Themen und Projekte dienen dazu, Dinge auszuprobieren und zu pilotieren, um dann Anschlussanwendungen zu finden. Exemplarisch steht hierfür das Projekt „SUSTAIN: Sanierung eines Stadtquartiers mit einer integrierten Netzinfrastuktur“. Das Projekt sollte beispielhaft den Prozess der Sanierung eines Stadtquartiers mit dem Aufbau eines stabilen Energiesystems mit dezentralen Energieerzeugern und einer steigenden Einbeziehung erneuerbarer Integration von erneuerbaren Energien demonstrieren, das noch unterschiedliche Entwicklungswege zulässt. Dass das Projekt am Ende nicht erfolgreich war, lag an den Rahmenbedingungen, also vor allem der fehlenden Vergütung privater Energieerzeuger.

Exemplarisch für das **Handlungsfeld Mobilität und Logistik** steht das am 1. Oktober 2018 gestartete Forschungsvorhaben "LOUISE - LOGistik Und Innovative SERVICES für urbane Regionen am Beispiel der Emscher-Lippe-Region"³⁰. Hintergrund des Projekts sind zum einen steigende Paketaufkommen infolge des florierenden Online-Handels und damit zusätzlicher

²⁹ Vgl. <https://www.designetz.de/blaupause-und-bausteine/demand-side-management/energie-wabe-innovationcity>

³⁰ Vgl. www.luise-bottrop.de

innerstädtischer Lieferverkehr, zum anderen die Einbrüche im Umsatz des stationären Einzelhandels. Das Projekt greift damit Probleme auf, wie sie sich in vielen Städten zeigen und sucht zugleich nach einer innovativen Lösung für Logistikdienste, die den lokalen Handel und das Gewerbe unterstützen. Die mit LOUISE verbundene Citylogistik basiert auf einem Plattformmodell, das stationären Einzelhandel, private Haushalte und Zulieferer miteinander vernetzt. Der Vertrieb von Waren erfolgt über sogenannte LOUISE-Points. Hierbei handelt es sich um Kioske, Tankstellen o.ä. als zentral gelegene Anlaufstellen. Ergänzt wird dieses System über Mikro-Hubs in Form von Paketboxen, die rund um die Uhr zugänglich sind über einen Zugangscode geöffnet werden können. Auf die Lieferung an die eigene Haustür ist möglich (vgl. Zwanzig 2019).

Das Projekt bietet das Potenzial, Lieferverkehre und damit verbundene Emissionen zu reduzieren. Es trägt dazu bei, die Waren der lokalen Wirtschaft den Wünschen der Kundinnen und Kunden entsprechend anzuliefern. Das Konzept der Plattform ist so angelegt, dass es auch übertragbar auf andere Städte und Regionen ist.

LOUISE ist ein weiteres Beispiel für die Kooperation von Kommune, Wirtschaft und Wissenschaft in Bottrop. Dies in Verbindung mit dem aktiven Einwerben von Fördergeldern (Zwanzig 2019).

Das **Handlungsfeld Stadt** steht für die planerischen Aktivitäten der Stadt, hier ergänzt um Projekte, die dem Amt für Informationsverarbeitung zuzurechnen sind. Exemplarisch zu nennen sind Beispielanlagen zur LED-Straßenbeleuchtung, wobei vor Ort das tatsächliche Einsparpotential, die Beleuchtungsqualität sowie die Zustimmung in der Bevölkerung eruiert werden. Künftig diesem Handlungsfeld zuzurechnen sind die dem CDO zuzurechnenden Projekte.

Das **Handlungsfeld Aktivierung** ist nach Ansicht der Bottroper Akteure elementar und bildet quasi das Erfolgsrezept. Denn entscheidend für Erreichung des Zieles der Halbierung der CO₂-Emissionen ist die Einbeziehung und Aktivierung vieler Bürgerinnen und Bürger. Adressiert werden Mieter, Eigenheimbesitzer und Unternehmen im Sinne einer „Energiewende von unten“. Für Investitionen in die energetische Gebäudesanierung wird daher viel Überzeugungsarbeit geleistet. Dies geschieht nicht zuletzt Zentrum für Information und Beratung (ZIB) der Innovation City GmbH.³¹ Hier erfahren die Akteure nicht nur eine kostenlose Erstberatung sondern bekommen auch Hinweise zu geeigneten Fachleuten aus Architektur, Handwerk oder Energieberatung.

Ein Projekt für die Aktivierung der ressortübergreifenden Zusammenarbeit ist das InnovationCity Ruhr Informationssystem (ICRIS).³² In diesem System web-basierter Kartenanwendung werden raum- und projektbezogene Informationen zu Gebäuden zusammengeführt und präsentiert. ICRIS liefert nicht nur Geodateninfrastruktur für die Stadt Bottrop und ist damit die Grundlage für eine themenübergreifende Kartenanwendung, sondern das System hilft auch Gebäudeeigentümern mit Hinweisen zur Steigerung der Energieeffizienz des eigenen Hauses und damit verbunden Informationen zur Fördermöglichkeiten. Einen finanziellen Anreiz für Einzelmaßnahmen der Sanierung gibt auch die Stadt Bottrop selbst, in dem ein Zuschuss von bis zu 25 Prozent aus Mitteln der Städtebauförderung ermöglicht wird. Auch die NRW.Bank ist ein wichtiger Partner rund um das Thema passfähiger Fördermittel.

Nächste Schritte

³¹ <https://www.bottrop.de/wohnen-umwelt-verkehr/quartiersentwicklung/Anlaufstellen/ZIB-am-Suedringcenter.php>

³² <https://www.bottrop.de/daten-karten/karten/innovationcity/icris.php>

Die InnovationCity Bottrop hatte eine Förderdauer bis 2020. Erfahrungen und Erkenntnisse im „Labor Bottrop“ dienen seit März 2016 im Projekt InnovationCity roll out als „Blaupause“ klimagerechten Stadtumbaus in weiteren Quartieren des Ruhrgebiets. Damit sollen dort der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen reduziert und die Lebensqualität erhöht werden. Um dies zu erreichen, erarbeitet die ICM mit verschiedenen Partnern integrierte energetische Quartierskonzepte, um in 20 Wohnquartieren im Ruhrgebiet den klimagerechten Stadtumbau voranzutreiben. Die Ausarbeitung der Quartierskonzepte ist in ein übergreifendes Maßnahmenbündel eingebettet, welches die Akzeptanz und die spätere Umsetzung konkreter Projekte unterstützen soll. Zu den Maßnahmen zählen unter anderem die Bildung von Akteursnetzwerken, die Implementierung des „Projekttsch Ruhr“ und der regionale Wissenstransfer (vgl. Innovation City Management GmbH 2019). Auf diese Weise sollen die Erfahrungen auch über die Laufzeit des Projekts hinaus im Ruhrgebiet verbreitet werden.

3.6.2 Bedeutung von Umweltaspekten

3.6.2.1 Auf strategisch-konzeptioneller Ebene

Umweltaspekte sind für Bottrop die zentrale Motivation. Die mit der InnovationCity verbundene Energiewende von unten zielt auf dezentralere Versorgungsstrukturen und die Nutzung erneuerbarer Energien bei einem hohen Maß an Energieeffizienz. Bottrop ist Referenzbeispiel für das Revier. Letztlich wird sich die Energiewende für das Ruhrgebiet nur in der regionalen Vernetzung realisieren lassen. Im Kern geht es der Stadt bei ihrem Handeln um die Fortführung und Weiterentwicklung dessen, was auch heute bereits bei einzelnen Umweltmedien getan wird, also etwa der digitale Umweltleitplan oder die digital einsehbare Biotopkartierung.

Ein weiterer Erfolgsfaktor für das Gelingen der Innovation City und der Integration von Umweltaspekten ist der Oberbürgermeister, der in Bottrop vieles vorantreibt und national wie international vernetzt ist. Ebenso verfügt er über ein gutes Gespür für die Wirkungen einzelner Maßnahmen. In Bottrop stimmen sich die Fachabteilungen über eine Fachrunde regelmäßig ab, sodass auch die Projekte der InnovationCity stark durch die Stadt strukturiert werden. Die InnovationCity Management GmbH ist wiederum Ideengeber und Vermittler und pusht das Thema Klimaschutz.

Neben der InnovationCity ist als weiterer Treiber das Projekt „Wasser in der Stadt von morgen“³³ zu nennen. Hierbei handelt es sich um ein regionales Projekt zum Umgang mit dem Klimawandel. Die Kommunen, die Emschergenossenschaft und das Land Nordrhein-Westfalen interagieren hier gemeinsam im Sinne einer wassersensiblen und damit klimaangepassten Entwicklung in der Emscherregion. Im Mai 2014 haben sie eine entsprechende Absichtserklärung unterzeichnet.

Zudem hat der Rat der Stadt Bottrop am 2. Juli 2019 den Klimanotstand ausgerufen. Dies ermöglicht es der Stadtplanung, mehr Augenmerk auf die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung zu richten. Die InnovationCity ist über den Masterplan klimagerechter Stadtumbau mit allen relevanten Konzepten verknüpft.

Ein Hemmnis für die InnovationCity stellt der Personalmangel dar, unter dem Bottrop wie viele andere Städte leidet. Daher ist die Stadt gezwungen bei jedem Vorhaben zu schauen, ob sich darüber auch Personal finanzieren lässt.

³³ Vgl. <http://www.wasser-in-der-stadt.de/>

3.6.2.2 Auf Umsetzungsebene

Insgesamt gilt für die InnovationCity, dass die CO₂-Einsparungen für sämtliche Projekte berechnet werden. Dementsprechend zielt auch das Umweltentlastungspotenzial vor allem auf die Halbierung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 und im Vergleich zu 2010. Sämtliche Handlungsfelder, also **Wohnen, Arbeiten, Mobilität, Energie, Stadt und Aktivierung** leisten hierbei einen Beitrag. Die Halbzeitbilanz hat deutlich gemacht, dass dieses Ziel aller Voraussicht nach erreicht werden kann (vgl. 2.4.3.3).

Im **Handlungsfeld Mobilität** stellt sich nach Ansicht der städtischen Akteure die Umsetzung derzeit noch als schwierig dar. Es wird viel darüber nachgedacht, z.B. den Modal Split zu verbessern, eine wirkliche Mobilitätswende ist derzeit aber nicht gegeben. Ein Dutzend Einzelmaßnahmen wurden ergriffen, um die innerstädtischen Belastungen (Lärm, Luft) zu minimieren. Letztlich liegt das Problem vor allem auch in der Struktur des Reviers begründet. Es gibt vielfältige Pendlerverkehre, die vielfach mit dem Pkw-Erfolgen, da die Verbindungen im ÖPNV nicht schnell und bequem genug angesehen werden. Es bedarf daher einer Mobilitätswende für das gesamte Revier.

3.6.3 Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation (M&E) des Smart-City-Ansatzes

3.6.3.1 Ziele und Aufgaben des M&E sowie erfasste Umweltbereiche

Aufgrund des allenfalls im Ansatz vorhandenen Smart-City-Konzepts gibt es bisher auch kein diesbezügliches Monitoring und oder gar eine Evaluation.

Mit Blick auf die Projekte der InnovationCity stehen vor allem die CO₂-Einsparungen im Fokus. Diese werden über die Projektliste der InnovationCity Management GmbH für jedes Projekt einzeln berechnet. Diese Liste bildete auch die Grundlage für die Halbzeitbilanz der InnovationCity (siehe 2.4.3.3).

3.6.3.2 Verwendete Methoden im M&E (bspw. Wirkmodell, Kriterien, Indikatoren)

Die Fortschreibung der durch die Projekte der InnovationCity bis 2020 zu erwartenden CO₂-Einsparungen erfolgt unter der Überlegung, dass eine einmal angegangene Maßnahme im Verlauf der Jahre stets die gleichen Einsparungen an Energie-/ CO₂ in Relation zu einem Ausgangszeitpunkt mit sich bringt (etwa im Fall der energetischen Sanierung eines Gebäudes). Diese Fortschreibung von erzielten Einsparungen wird nur dort nicht vorgenommen bzw. durch eine jährlich erneute Berechnung ersetzt, wo der Verbrauch verbrauchsabhängig stark schwankt (etwa Pkw-Nutzung nach km). Ebenfalls jährlich erfasst werden zyklisch wiederkehrende Maßnahmen. Für jedes neue Projekt wird eigens ein Steckbrief erfasst und nachfolgend je nach Maßnahme mit immer der gleichen methodischen Vorgehensweise die erzielte Einsparung erfasst (vgl. InnovationCity Management GmbH 2015).

3.6.3.3 Durchführung des M&E (intern / extern) und Transfer der Ergebnisse

Die Projekte der InnovationCity werden am sogenannten Projektstisch (vgl. 2.4.1.1) verfolgt und Verantwortlichkeiten festgelegt. Wechselseitige Lernprozesse werden so angestoßen. Die Beteiligten werden im Rahmen eines Controllings der Zielerreichung über den jeweiligen Stand der Umsetzung informiert (InnovationCity Management GmbH 2015).

Mit Blick auf die InnovationCity hat der wissenschaftliche Beirat unter Leitung des Wuppertal Instituts 2015 in einer Halbzeitbilanz die bis dahin angestoßenen Projekte und vorliegende Ergebnisse (InnovationCity Ruhr 2015) evaluiert. Die Erstellung der Zwischenbilanz diente der Überprüfung der Zielerreichung des Gesamtprojekts.

Die Evaluation ergab, dass im sechsten Jahr in Folge demnach die energetische Modernisierungsrate bei bestehenden Wohngebäuden in der InnovationCity Bottrop über drei Prozent lag, was deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegt. Insbesondere über die zahlreichen Informationsveranstaltungen und Einzelberatungen sind viele Bürgerinnen und Bürger erreicht worden. Die 50%ige Reduktion der CO₂-Emissionen (im Vergleich zu 2010) gilt als gesichert. Die eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen kommen zu einem großen Anteil auch der lokalen Wirtschaft zugute, die Aufträge erhält, was Wertschöpfung und Arbeitsplätze sichert. Zugleich wird auch der Beitrag der Wirtschaft in der Umsetzung der InnovationCity positiv hervorgehoben (InnovationCity Management GmbH 2015). Das Prozessdesign wird als übertragbar, wenngleich als zu personalintensiv beurteilt. Insgesamt ist die Abhängigkeit von Fördermitteln hoch. Entscheidend für Bottrop erscheinen die mit der InnovationCity verbundenen sozialen Innovationen, weniger die technischen Konzepte.

3.6.4 Zukunftsszenarien Innovation City Ruhr 2030

3.6.4.1 Zukunftsszenario 1: Fortschreibung bestehender Ansätze

Ganz Bottrop ist 2030 zur InnovationCity 2.0 geworden. Es ist gelungen, die Klimaaoffensive über 2020 hinaus fortzusetzen. Schritt für Schritt wurden weitere Stadtteile einbezogen.

Das 2021 verabschiedete Konzept „Digitale Stadt Bottrop“ hat inzwischen seine Fortschreibung erfahren. Die digitale Verwaltung und umfassende digitale Services über das Bürgerbüro sind im Selbstverständnis der Stadt verankert. Im Fokus der Digitalisierungsstrategien steht der weitere Ausbau digitaler Kompetenzen in allen Fachbereichen, die klare Orientierung an den Zielen der nachhaltigen Stadtentwicklung, die Nutzung digitaler Services nicht nur in Bereichen technischer Infrastruktur, sondern auch in Bereichen sozialer Daseinsvorsorge sowie Einbindung der Bevölkerung bei der Umsetzung.

Die Digitalisierungsstrategie zielt des Weiteren auf Bottrop als Innovationsstandort für intelligente Systemlösungen, nicht zuletzt im Bereich Energie. Das Netzwerk aus Stadt, Industrie und Hochschulen, wie es bereits in den ersten 10 Jahren der InnovationCity Bestand hatte, ist inzwischen zu einem Innovationsnetzwerk geworden, im Rahmen dessen Unternehmen aus der Region smarte Anwendungen in Bottrop erproben und erfolgreiche Piloten in die Breitenanwendung bringen.

Die Integrierte Stadtentwicklung, InnovationCity und Digitale Stadt Bottrop sind konzeptionell eng miteinander verschmolzen. Die vielfältigen Prozess Erfahrungen der InnovationCity haben sich weiter positiv auf die fachübergreifende Zusammenarbeit ausgewirkt. Zugleich herrscht in der Stadt eine große Technologieoffenheit. Systematisch wird der mögliche Beitrag smarter Technologien zum Erreichen der Ziele der nachhaltigen Stadt Bottrop geprüft. Der Technologie wird eine klar dienende Funktion zugewiesen. Bottrop steht hierbei auch im engen Erfahrungsaustausch mit anderen Städten aus dem Revier sowie bundesweit.

Im Zuge des 5G-Testbeds ist es gelungen, viele Konzeptideen aus dem SUSTAIN-Projekt weiterzuentwickeln. Das Stromnetz wird intelligent gesteuert, um die notwendige Aufnahmekapazität für den Zuwachs an erneuerbaren Energien erbringen zu können. Die Steuerung der Infrastruktur wird gestützt durch die laufende Ermittlung von Verbrauchs- und Einspeisewerten sowie Prognosen in Hinblick auf Wetter, Verbrauch etc.). Hierzu ist sie mit intelligenten Messsystemen ausgerüstet. Sukzessive entsteht so die Struktur eines virtuellen Kraftwerks, welches Erzeugung, Speicherung und Verbrauch systemisch abstimmt.

3.6.4.2 Zukunftsszenario 2: Sehr umweltfreundliche Smart City

Ganz Bottrop ist 2030 zur InnovationCity 2.0 geworden. Es ist gelungen, die Klimaoffensive über 2020 hinaus fortsetzen. Schritt für Schritt wurden weitere Stadtteile einbezogen.

Die Integrierte Stadtentwicklung, InnovationCity und Digitale Stadt Bottrop sind konzeptionell eng miteinander verschmolzen. Die vielfältigen Prozess Erfahrungen der InnovationCity haben sich weiter positiv auf die fachübergreifende Zusammenarbeit ausgewirkt. Zugleich herrscht in der Stadt eine große Technologieoffenheit. Systematisch wird der mögliche Beitrag smarter Technologien zum Erreichen der Ziele der nachhaltigen Stadt Bottrop geprüft. Der Technologie wird eine klar dienende Funktion zugewiesen. Bottrop steht hierbei auch im engen Erfahrungsaustausch mit anderen Städten aus dem Revier sowie bundesweit.

Die globalen Klimaschutzvereinbarungen wurden infolge weltweiter Extremwetterereignisse weiter verschärft. Längst ist klar, dass sich die nationale Energiewende und das Ziel der Klimaneutralität in den Ballungsräumen entscheiden wird. Hier kommt es nicht allein auf den Umbau des Energiesystems an. Ohne eine drastische Verkehrswende lässt sich die Transformation nicht erreichen. Bottrop hat sich aufgrund seiner vielfältigen Prozess Erfahrungen und infolge des InnovationCity Roll out mit anderen Ruhrgebietsstädten zu einer regionalen Strategie einer vollständigen Neuorganisation der Mobilität zusammengeschlossen. Im Fokus ist zum einen der weitere Ausbau eines schnellen, bequemen und komfortablen öffentlichen Verkehrs sowie die Organisation komfortabler intermodaler Übergänge. Dies unter Nutzung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologie sowie stadtverträglicher Fahrzeugtechnologie. Flankiert wird dies durch planerische Maßnahmen der erhöhten Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum, des Ausbaus von Fahrradschnellwegen sowie der Installation von Schnellbussystemen in Verbindung mit dem Rück- und Umbau vorhandener Straßenverkehrsinfrastruktur. Zum anderen geht es um eine andere regionale Logistik mit hocheffizienter Routen- und Transportplanung. Flächendeckend werden Verkehrsströme in Echtzeit erfasst und gesteuert. Die großen Datenströme lassen sich durch den konsequenten Ausbau von 5G-Netzen problemlos managen. An den Rändern des Reviers sind Umschlagplätze für den Waren- und Güterverkehr entstanden. Kein fossil betriebenes Transportfahrzeug durchquert mehr die Städte. Die regionale Distribution erfolgt leise und sauber auf e-mobiler Basis. Die Bedienung der Wohnquartiere ist durch die smarte City-Logistik sichergestellt. Das Projekt LOUISE ist längst in ein regionales Vertriebssystem überführt worden.

Die Stadt Bottrop treibt zudem ihren energetischen Umbau weiter voran. Die städtische Baugesellschaft errichtet neue Gebäude nur noch im Plus-Energie-Standard. Darüber hinaus ist die dezentrale KWK in nahezu allen Stadtteilen Realität geworden.

3.6.4.3 Vergleich der Szenarien und Ableitung von Stellschrauben und Rahmenbedingungen für positive Umwelteffekte

Aus dem Vergleich dieser Szenarien lassen sich Stellschrauben und Rahmenbedingungen für die Verbesserung von Umwelteffekten bei Smart-City-Konzepten ableiten:

- Das Digitalisierungskonzept bedarf einer konsequenten Einordnung in übergeordnete Strategien integrierter und nachhaltiger Stadtentwicklung.
- Der Nutzen digitaler Technologie entscheidet sich über den jeweiligen Beitrag zu den Zielen nachhaltiger Stadtentwicklung.

- ▶ Vorhandene Innovationsnetzwerke zwischen Kommune, lokaler Wirtschaft und Hochschulen bilden eine gute Basis für die Erprobung smarter Technologien.
- ▶ Smart City heißt vor allem auch smarte Prozesse wechselseitigen voneinander Lernens.
- ▶ Die Verkehrswende wird zentral für die Frage sein, ob sich die Städte in Richtung smart und nachhaltig werden entwickeln lassen. Entscheidendes Moment ist zum einen die Bequemlichkeit im Umweltverbund. Zum anderen gilt es die Waren- und Güterverkehrsströme vollständig neu zu organisieren.
- ▶ Energiewende, Verkehrswende und digitale Transformation lassen sich im Ballungsraum schlüssig nur als regionale Strategien umsetzen.
- ▶ Der Roll out von 5G-Netzen bietet gleichermaßen Chancen wie Risiken für die Verkehrswende. Daher bedarf es einer verkehrspolitischen Flankierung, die sich klar an den Zielen stadtverträglicher Mobilität orientiert.

3.7 Queranalyse der Fallstudien

3.7.1 Bedeutung von Umweltaspekten auf Umsetzungs- und strategisch-konzeptioneller Ebene

Auf **strategisch-konzeptioneller Ebene** kommt dem urbanen Umweltschutz in allen vier Fallstädten hohe Bedeutung zu. Dabei zeigen sich Unterschiede in den vier Fallstudien. Im Projekt Smarter Together München wird der Stellenwert des urbanen Umweltschutzes stark von der Projektlogik beeinflusst. In Smarter Together ist zentrales Ziel die Einsparung von Treibhausgasemissionen und Energieverbräuchen; dieses Ziel war durch die Förderung der Europäischen Union bereits vorgegeben. Außerdem wird in der gesamtstädtischen, strategischen Leitlinie „aktive und verantwortungsbewusste digitale Transformation“ nachhaltige Entwicklung aufgegriffen und es werden verschiedene umweltbezogene Zielvorstellungen genannt, wie zum Beispiel die Nutzung von Technologien zur Reduktion des ökologischen Fußabdruckes, Ressourceneffizienz und CO₂-Neutralität. In Dortmund verdeutlichen die Projektauswahl, die Schwerpunktsetzung sowie auch die Etablierung von Expertenteams zu Mobilität und Logistik sowie Energie den faktischen Stellenwert des urbanen Umweltschutzes. In Ludwigsburg lässt sich ein generell hoher Stellenwert des urbanen Umweltschutzes feststellen. Projekte im Living LaB müssen zwingend mit dem Stadtentwicklungskonzept bzw. Masterplänen gekoppelt sein, wodurch auch Umweltaspekte zum Tragen kommen. Allerdings spielen Umweltaspekte nicht bei jeder Maßnahme eine zentrale Rolle. In Bottrop ist Maßstab der klimagerechte Stadtumbau in Verbindung mit einer Neudefinition der Stadt als Industrie- und Gewerbestandort. Die neue Identität bildet die Basis für weitergehende Maßnahmen. Die Minimierung der CO₂-Emissionen steht dabei im Fokus.

Auf **Umsetzungsebene** zeigen sich stärkere Unterschiede zwischen den vier Fallstudienstädten; Maßnahmen haben stärkeren und schwächeren Umweltbezug. In München hat der urbane Umweltschutz auch bei den zentralen Maßnahmen einen hohen Stellenwert. Im Bereich Mobilität ist es bspw. Ziel, Anreize für den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den Umweltverbund zu setzen. Im Bereich Energie wird die energetische Sanierung gefördert und durch weitere infrastrukturelle Maßnahmen, wie Sanierungsberatung, die Installation von Photovoltaik-Anlagen, den Anschluss des Quartiers an das Fernwärmenetz, die Integration eines virtuellen Kraftwerks sowie von Smart-Home-Elementen, sollen

Energieverbräuche reduziert werden. Im Bereich Technologie sollen die Lichtmasten durch Einbau von LEDs Energie einsparen; ebenso wurden Umweltsensoren in den Lichtmasten verbaut, um zu erproben, wie praxistauglich die wesentlich kostengünstigeren Sensoren sind.

In Dortmund soll im Bereich Mobilität durch eine Vielzahl an Teilprojekten der Umstieg auf Elektromobilität weiter unterstützt und der Anteil des Umweltverbundes ausgebaut werden. Im Themengebiet Energie ist bis 2050 die CO₂-neutrale Wärmeversorgung geplant. Dies soll durch die Modernisierung und Dezentralisierung des Wärmenetzes mit Blockheizkraftwerken erreicht werden. Darüber hinaus wird momentan das Handlungsprogramm Klima-Luft erarbeitet. Dieses soll die Themen Klima, Luft und Lärm in einem Programm und einer städtischen Abteilung bündeln. In Ludwigsburg spielen im Bereich Mobilität Verkehrslenkung sowie Veränderungen im Modal Split eine zentrale Rolle. Feinstaub und NO_x-Belastungen sollen vorrangig gesenkt und Fahrverbote vermieden werden. Im Handlungsfeld Klima und Energie wird ebenfalls daran angeknüpft. Maßnahmen sollen Immissionsbelastungen senken. Darüber hinaus soll die Stadt bis 2050 CO₂-neutral sein. Andere Handlungsfelder wie Architektur sowie eGovernment haben nicht explizit Umweltaspekte im Fokus. Die InnovationCity zielt auf Halbierung der CO₂-Emissionen. In allen Handlungsfeldern der InnovationCity werden die CO₂-einsparungen zum Maßstab genommen. In den Handlungsfeldern Energie, Wohnen und Aktivierung geht es gleichermaßen um die energetische Gebäudesanierung, den energetischen Quartiersumbau sowie die Installation intelligenter Energienetze.

3.7.2 Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation der Smart-City-Ansätze

Umweltbezogenes Monitoring und Evaluation ist eine wichtige Grundlage für die Bewertung von Smart-City-Ansätzen. Dementsprechend wurde in den Fallstudien auch betrachtet, inwieweit die einzelnen Städte in diesem Bereich aktiv sind. In München ist bereits ein umweltbezogenes Monitoring und Evaluationssystem etabliert. In den anderen Fallstudienstädten bestehen erste Ansätze bzw. wird ein Monitoring und Evaluationssystem angestrebt.

In **München** wird aufgrund der EU-Vorgaben eine systematische impact Evaluation durchgeführt. Die Projektlogik zielt vor allem auf Einsparungen von TGH-Emissionen und Energieverbräuchen ab. M&E berücksichtigt diese Aspekte dementsprechend. In Smarter Together wird auf die folgenden Bereiche fokussiert: übergreifende Impacts, Energie Impacts, Mobilitätsimpacts, Dataplattformen, Bürger, Governance sowie weiterführende soziale und ökonomische Benefits. Erfasste Umweltbereiche betreffen Energieverbräuche und THG-Emissionsreduzierung. Es sind sowohl übergreifende als auch Handlungsfeld-spezifische Indikatoren integriert. Übergreifende Indikatoren betreffen bspw. die Anzahl der Bewohner im Projektgebiet und die sanierte Fläche (sozialer Wohnungsbau und privater Wohnungsbau). Handlungsfeldspezifische Indikatoren gehen hierüber hinaus. Im Handlungsfeld Energie werden unter anderem Energieeinsparungen durch energetische Sanierung betrachtet, außerdem Energieeffizienzsteigerungen der Gebäude, Treibhausgasemissionsreduzierung durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen und erzeugte Energie aus regenerativen Quellen. Im Handlungsfeld Mobilität wird die Anzahl der Mobilitätsstationen und gefahrenen Kilometer mit E-Fahrzeugen und Treibhausgaseinsparungen durch Mobilitätsmaßnahmen in den Blick genommen. Im Handlungsfeld Technologie wird u. a. Nachfrage und Nutzung der smarten Dienste aufgegriffen. Im Handlungsfeld Bürgerbeteiligung wird u. a. die Anzahl der gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern erarbeiteten Lösungen fokussiert sowie die Anzahl der involvierten Bürger. Weitere Ziele betreffen u.a. die durchschnittliche Energiekosteneinsparung.

In **Dortmund** ist ein systematisches M&E noch nicht eingeführt. Das Potenzial zur Optimierung von Projekten und die hiermit verbundene Signalwirkung wurde erkannt. Die Entwicklung läuft aktuell beim CIO, eine rückwirkende Anwendung ist geplant. In **Ludwigsburg** ist das

fachbereichsübergreifende Projektmanagement sehr ausgeprägt. Hingegen existiert kein explizites Monitoring der Umweltwirkungen im Living LaB. Die Stadt legt in Hinblick auf stadtentwicklungspolitische Zielstellungen regelmäßig Rechenschaft ab. Grundlage bildet ein eigenes Set an Indikatoren. In **Bottrop** ist die Kooperation zwischen Fachbereichen der Stadt sowie der InnovationCity Management GmbH gut entwickelt. CO₂-Einsparungen werden für jedes Projekt im Rahmen der InnovationCity berechnet. Bisher gibt es aber noch kein Monitoring von Smart-City-Aktivitäten.

3.7.3 Identifizierte übergreifende Stellschrauben und Rahmenbedingungen für eine umweltfreundlichere Smart City

In den Fallstudien wurden verschiedene Stellschrauben für eine umweltfreundliche Ausgestaltung von Smart Cities identifiziert. Die Bearbeitung der Stellschrauben fällt teils in den Kompetenzbereich der Kommune, teils in den Kompetenzbereich des Bundes. Weiterhin lassen sich allgemeine Stellschrauben für kommunale Innovation / Innovation in Kommunen von Smart-City-bezogenen Stellschrauben unterscheiden.

Kommunale Stellschrauben

Entscheidende Stellschraube in kommunaler Verantwortung ist die **klare Ausrichtung von Smart-City-Konzepten und Maßnahmen am urbanen Umweltschutz**. Wie die Fallstudien verdeutlichen, ist es zentral, dass Konzepte und Maßnahmen rückgebunden werden an Masterpläne und die städtischen Ziele zum Umwelt- und Klimaschutz. Hierdurch wird sichergestellt, dass sich einzelne Maßnahmen nicht widersprechen und insgesamt die Smart-City-Entwicklung kohärent bleibt zur ökologisch nachhaltigen Stadtentwicklung. Hierzu gehören bspw. auch die nachhaltige Beschaffung von IKT-Infrastruktur sowie der Aufbau eines möglichst stadtweiten Monitorings- und Evaluationssystems. Auch die sinnvolle Verknüpfung von smarten Konzepten mit bestehenden Infrastrukturen erscheint wichtig. Leitend sollte dabei die Frage sein: Benötigen wir eine technologische Lösung für ein bestehendes städtisches Umweltproblem und wie dient diese eigenen Umwelt- und Klimazielen?

Eine zweite wichtige Stellschraube betrifft die **Tragfähigkeit der Verwaltungs- und Organisationsstruktur**. Diese muss so gestaltet sein, dass die Akteurszusammenarbeit mit Kommunen sowie mit externen Akteuren gelingt. Durch die Einbindung des Umweltamtes kann ein starker Fürsprecher für urbanen Umweltschutz in die Smart-City-Konzipierung und Umsetzung integriert werden. Auch eine durchsetzungsstarke politische Spitze, die zugleich stellvertretend für das Konzept steht und den urbanen Umweltschutz als Querschnittsthema aufgreift, erscheint wichtig, um für den Prozess einer umweltfreundlichen Smart-City-Konzipierung und Umsetzung einen gewichtigen Fürsprecher zu haben. Hinsichtlich der Zusammenarbeit mit externen Unternehmen ist es zentral, einerseits nicht in Abhängigkeit zu geraten, andererseits Innovation und Zusammenarbeit zu ermöglichen. Gerade finanzschwächere Kommunen sind auf Impulse von Unternehmen angewiesen; ebenso sind viele der Maßnahmen nur in Kooperation mit Unternehmen möglich.

Mit der Organisationsstruktur eng verbunden ist die **angemessene Ressourcenausstattung** umweltfreundlicher Konzepte und Maßnahmen. Diese spielt eine wichtige Rolle hinsichtlich der Umsetzung. Bei den untersuchten Kommunen zeigen sich dabei Unterschiede bei den verfügbaren kommunalen Mitteln; bei finanzschwächeren Kommunen müssen umfangreiche Fördermittel eingeworben werden und muss die Zusammenarbeit mit externen Akteuren stark vorangetrieben werden. Bei finanzstärkeren Kommunen können Maßnahmen auch stärker in Eigenregie umgesetzt werden.

Stellschrauben auf Ebene des Bundes

Neben der kommunalen Ebene wurden in den Fallstudien auch Stellschrauben auf Ebene des Bundes identifiziert. Von den Expertinnen und Experten wurde dabei insbesondere die Stellschrauben **Regulierung, Förderung, Vernetzung** sowie **Bereitstellung von Tools** hervorgehoben.

Bei der **Regulierung** ist eine Stellschraube die Schaffung von Experimentierräumen für ökologisch ausgerichtete smarte Projekte und Maßnahmen.

Hinsichtlich der **Förderung** von Smart-City-Projekten und Maßnahmen wurden von den befragten Expertinnen und Experten verschiedene Punkte angesprochen. Notwendig sei unter anderem die Förderung von Sanierungsberatung, insbesondere Initialberatung; die bessere Verteilung der Fördermittel zwischen finanzschwachen und bereits stark geförderten Kommunen; die Entbürokratisierung von Programmen, welche teils zu hohe Anforderungen in der Antragsstellung aufweisen; die finanzielle Unterstützung für Bürgerbildungsangebote (Stichwort Überwachung und Datensicherheit); sowie auch die Förderung von Klimaschutzmanagern, Smart City Managern, Strukturwandelmanagern, Technologie-Scouts.

Vernetzung wurde in den Fallstudien ebenso hervorgehoben. Hier könnte der Bund unterstützend tätig werden, indem zusätzlich zu bereits bestehenden Angeboten eine Plattform für Austausch und Kommunikation zu umweltfreundlichen Konzepten und Maßnahmen geschaffen wird. Außerdem sollten bestehende Netzwerke bzw. Möglichkeiten zum Austausch weiter beworben werden (bspw. Smart Country Convention).

Auch die **Bereitstellung von Tools** könnte bei der umweltfreundlichen Gestaltung von Smart Cities unterstützen. Beispiele sind die Bereitstellung eines Handbuchs für nachhaltige Smart Cities sowie die Bereitstellung von Leitfäden (z.B. auch zum Datenschutz). Diese sollten möglichst nutzerfreundlich und praxisorientiert ausgestaltet sein und möglichst ergänzend zu bereits bestehenden Angeboten ausgestaltet sein.

3.8 Fazit

In diesem Abschnitt wurden für vier ausgewählte Kommunen Entwicklung, Strukturen und Prozesse des jeweiligen Smart-City-Ansatzes, Bedeutung von Umweltaspekten und umweltbezogenes Monitoring und Evaluation dargestellt. Außerdem wurden Zukunftsszenarien erarbeitet und miteinander verglichen, um übergreifende Stellschrauben und Rahmenbedingungen für umweltfreundliche Smart Cities zu identifizieren.

Der Quervergleich verdeutlicht dabei, dass der urbane Umweltschutz teils schon mit der Entwicklung intelligenter, urbaner Infrastrukturen zusammengebracht wird. Insbesondere Klimaschutz, Klimaanpassung, Ressourcenschutz, Energieeffizienz sind dabei häufig aufgegriffene Zielsetzungen. Die erprobten Maßnahmen haben dabei durchaus das Potenzial zu Umweltentlastungen beizutragen. Allerdings müssen hierfür auch die richtigen Stellschrauben und Rahmenbedingungen angegangen werden.

Auf nationaler Ebene muss durch Vorgaben zu nachhaltiger Beschaffung sichergestellt werden, dass beim IKT-Ausbau auch möglichst umweltfreundliche Technologien zum Einsatz kommen. Kommunen und Bund haben hierbei auch eine Vorbildfunktion. Hiermit verbindet sich auch ein Förderauftrag – nachhaltige Digitalisierung erfordert Erforschung ressourceneffizienter Technologien.

Außerdem braucht es standardisierte Monitoring und Evaluationsprozesse auf kommunaler Ebene zu Smart-City-Maßnahmen. Hier ist auch der Bund gefragt, bspw. Austausch zwischen den Horizon 2020 Städten in Deutschland zu unterstützen und Forschungsförderung hierauf zu richten.

Bei der Akteurszusammenarbeit ist augenscheinlich, dass zwar einerseits durch die Ausgestaltung von Smart-City-Maßnahmen verschiedene Referate zusammengeführt werden. Hier gilt es aber auch, dass noch weitere Schritte gegangen werden müssen – sowohl von Seiten der kommunalen Umweltreferate als auch von Seiten der durchführenden Stabsstellen und weitere Referate.

Insgesamt erscheint es wichtig zu kommunizieren, dass umweltfreundliche Smart Cities sich wirtschaftlich lohnen, dass sie der Regionalentwicklung und ebenso der Lebensqualität vor Ort dienen.

4 Standardisierung und rechtlicher Rahmen

4.1 Einleitung

4.1.1 Hintergrund und Zielstellung

Städte und Kommunen entwickeln zunehmend „smarte“ Konzepte und Lösungen, die auf Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz abzielen. Nicht selten wird dabei eine Vision einer Smart City als Schlüssel zu nachhaltigeren Städten gezeichnet. Dabei gibt es bislang allerdings keine einheitliche Mustervorlage für die Smart City. Zunehmend werden gleichzeitig aber Smart City-Dienstleistungen und -Technologien international standardisiert.

Vor diesem Hintergrund können Normen und Standards eine wichtige Rolle bei der Umsetzung „smarter Ansätze“ in Städte und Kommunen einnehmen, sowohl als förderlicher Faktor für die Verbreitung der Ansätze, aber auch als Barriere bei der Umsetzung innovativer und umweltförderlicher Smart City-Ansätze. Unklar bleibt daher, wie dieser Prozess aus Nachhaltigkeits- und Umweltsicht zu bewerten ist.

Seit vielen Jahrzehnten leisten Normung und Standardisierung einen Beitrag dazu, „freien Handel zu fördern [und] kosteneffiziente Massenmärkte zu schaffen“ (Birner et al. 2017, S. 14). Dabei tragen sie zur Interoperabilität bei und unterstützen so Innovationen bei gleichzeitiger Berücksichtigung staatlicher und gesellschaftlicher Anforderungen (Birner et al. 2017, S. 14). Hierzu gehört insbesondere auch der wesentliche Beitrag zum Erreichen und Überprüfen von Schutzziele in Bereichen von übergeordneter gesellschaftlicher Relevanz, wie z.B. dem Umweltschutz. Der Bedarf an Normung und Standardisierung steigt aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung von immer mehr Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen mit ihren Abhängigkeiten von funktionierenden und sicheren Netzwerkstrukturen und Interoperabilität weiterhin schnell an (Birner et al. 2017, S. 14). Dies gilt insbesondere auch für „Smart Cities“, in denen Themen wie „vernetztes (autonomes) Fahren, Industrie 4.0, Smart Grids, [aber auch das] Internet der Dinge“ eine immer größere Rolle spielen (Birner et al. 2017, S. 14).

Aufgrund der Einbettung in den Kontext der – schnelllebigen – Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) führt dies gleichzeitig aber vor allem zu einer Zunahme der Bedeutung von Konsortialstandardisierung, wohingegen die Normung aufgrund ihrer längeren Erarbeitungszeiten im Bereich IKT eine deutlich geringere Bedeutung hat als beispielsweise in traditionellen Branchen wie dem Bauwesen oder dem Maschinenbau. Dadurch nimmt die Komplexität der ohnehin schon komplexen Landschaft der an der Normung und Standardisierung beteiligten Organisationen und Gremien weiter zu (Birner et al. 2017, S. 14). Zudem ist die Konsortialstandardisierung anders als die Normung nicht an die Einhaltung der Kriterien der Welthandelsorganisation (WTO) gebunden (Birner et al. 2017, S. 46), sodass bei Nichteinhaltung oder nur teilweiser Einhaltung wichtiger WTO-Kriterien wie „Offenheit“, „Konsens“, „Ausgewogenheit“, „Verfügbarkeit“, „Relevanz“, „Neutralität & Stabilität“ oder „Qualität“ das Risiko besteht, dass Akteure aus dem Bereich Umweltschutz nicht ausreichend beteiligt werden und Anforderungen des Umweltschutzes keinen ausreichenden Eingang in die Standardisierung finden. Es ist jedoch gerade bei neuen Technologien wichtig, Themen von übergeordneter gesellschaftlicher Bedeutung – unter dem Stichwort der staatsentlastenden Wirkung von Normung – frühzeitig in Normung und Standardisierung einzubringen, um eine einseitige Fokussierung auf Technologien ohne Berücksichtigung der Implikationen ihres weitreichenden Einsatzes auszuschließen.

4.1.2 Vorgehen und Aufbau des Abschnitts

Insgesamt erfolgt die Beantwortung der genannten Fragestellung in vier aufeinander folgenden Arbeitsschritten, wobei insbesondere die Schritte eins bis drei stark aufeinander aufbauen. Dabei werden zunächst die Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen sowie die Wirkweisen von Normen und Standards dargestellt, und aufbauend darauf die Anwendung internationaler Standards vor dem Hintergrund regionaler Anwendbarkeit betrachtet. Diese Erkenntnisse fließen wiederum ein in die Betrachtung der Fallstudienregionen, in denen diese aufbauend auf den im zweiten Arbeitspaket durchgeführten Fallstudien hinsichtlich der Bedeutung von Normen und Standards untersucht werden, um darauf Rückschlüsse für die internationale Standardisierungsdiskussion zu ziehen. Abschließend wird noch ein Überblick über den Rechtsrahmen zu Smart City in Deutschland gegeben. Dabei kommt jeweils ein Mix aus verschiedenen Methoden zur Anwendung, insbesondere Desktop-Research und Interviews mit Fachleuten.

Zuerst wird in einem **ersten Schritt** die Bedeutung von Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen beschrieben und die bislang kaum erforschten Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung auf der einen Seite und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen auf der anderen Seite näher betrachtet (Kapitel 4.2). Ein weiterer Schwerpunkt liegt auch auf einer strukturelle Akteursanalyse.

Damit legt dieser Schritt die Grundlagen und den Rahmen für die Beantwortung der übergeordneten Fragestellung in diesem Abschnitt, wie Normung bzw. Standardisierung auf die Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen wirkt, d. h. wie Normen/ Standards auf regionaler Ebene wirken und welche Akteure hinter der Erstellung von Normen und Standards stehen sowie der Frage, wie bzw. an welcher Stelle des Normungs- und Standardisierungsprozesses das BMU und das UBA sinnvoll tätig werden können, um die Umsetzung von nachhaltigen und umweltförderlichen Ansätzen zu unterstützen

Hierzu wird zunächst eine Beschreibung der Wirkweisen und Zusammenhänge von Normen und Standards bei der Anwendung anhand eines (weitestgehend) allgemeingültigen Strukturmodells vorgenommen. Um diese Wirkweisen näher charakterisieren zu können und mögliche förderliche Wirkungen, aber insbesondere auch eine mögliche Barrierewirkung darstellen zu können, wurden anschließend Indikatoren für die hinderliche / förderliche Wirkung von Normen und Standards bei der Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen beschrieben. Weiterhin wurde eine Analyse des Akteursumfeldes zentraler Normungsgremien im Bereich Smart Cities auf internationaler Ebene durchgeführt.

Das Vorgehen umfasst zunächst eine Literaturrecherche und -analyse zu Wirkweisen von Normen und Standards sowie verfügbaren Modellen allgemein bzw. mit Bezug zu Smart Cities & Nachhaltigkeit. Darauf aufbauend erfolgt eine Modellbildung zur Ableitung von geeigneten Anforderungen und Kriterien eines Strukturmodells zur Beschreibung der Wirkweisen. Anschließend erfolgt die Entwicklung von Kriterien zur Ableitung von limitierenden und förderlichen Faktoren. Abschließend wird eine Analyse des Akteursumfeldes durchgeführt.

Im **zweiten Schritt** wird eine Einschätzung zur Anwendung internationaler Normen und Standards im Kontext deutscher Städte und Kommunen gegeben (Kapitel 4.3). Grundlage für diese Einschätzung bilden die Erkenntnisse zu den Zusammenhängen von Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen, die Akteursanalyse aus dem ersten Arbeitsschritt sowie eine Experteneinschätzung.

Um eine fundierte Einschätzung zu bekommen, wird zunächst ein Kriterienkatalog entwickelt, der Grundlage für die Leitfragen der Experteneinschätzung darstellt, und der eine Einschätzung

internationaler Normen und Standards in Hinblick auf die Anwendbarkeit in Städten und Kommunen in Deutschland ermöglichen soll. Grundsätzlich erfolgt die Entwicklung des Kriterienkatalogs der im ersten Schritt gewonnenen Erkenntnissen sowie der Logik des darin entwickelten Strukturmodells. Hinsichtlich der Einschätzung der Anwendbarkeit internationaler Standards im regionalen Kontext sind daher die dort verwendeten Dimensionen zu berücksichtigen. Im Fokus stehen dabei die im Rahmen des Strukturmodells (vgl. Kapitel 4.2.2) beschriebene Zieldimension (Welche Elemente werden in Normen und Standards adressiert bzw. können standardisiert werden?) und der Erarbeitungskontext (Wer hat mitgewirkt?, Wessen Interessen sind in den Normen / Standards vertreten?), also der Prozess der Normung bzw. Standardisierung.

Daraus ergibt sich ein Schema, mit dem die Betrachtung der Anwendung von Normen jeweils aus der „Top-Down“- sowie aus der „Bottom-Up“-Perspektive erfolgt. In der *Top-Down-Perspektive* steht insbesondere die Frage im Vordergrund, was als Gegenstand von Normung und Standardisierung geeignet ist, und wo Grenzen bei den in Normen und Standards definierten Mindestanforderungen in Hinblick auf die Anwendung in Städten liegen. In der *Bottom-Up-Perspektive* steht die Frage im Vordergrund, welche Interessen und Ziele in die Normen und Standards „eingeschrieben“ werden und welche Voraussetzungen zur Durchsetzung nationaler Schutzziele bestehen. Dabei wird keine Grundlagendiskussion des Normungsprozesses vorgenommen³⁴, sondern es werden in Bezug auf die Thematik der Studie besonders relevante Punkte hervorgehoben.

Beide Perspektiven werden zur Vertiefung der Aussagen weiter ergänzt. Dabei wurden verallgemeinerbare Ansätze recherchiert, die eine vergleichende Betrachtung von Smart Cities ermöglichen und die als Grundlage für die Einordnung regionaler Spezifika dienen. Es gibt verschiedene Ansätze, um Städte und Kommunen vergleichbar zu machen. Hierzu zählen beispielsweise Instrumente wie die raumordnerische Gliederung oder das Zentrale-Orte-Konzept. Beide sind hier allerdings nur bedingt geeignet, da sie einer gewissen Dynamik unterliegen und u. a. bundesweit unterschiedlich angewandt werden³⁵. Daher wird auf Basis von Literaturrecherchen, ebenso wie im Anschluss an das Strukturmodell im ersten Arbeitsschritt, entlang der typischen Gestaltungsebenen einer Smart City eine Übersicht an möglichen Kriterien erstellt, die für die Betrachtung des Systems „Stadt“ allgemein relevant sind. Diese Kriterien wurden anschließend hinsichtlich regionaler Ausprägungen spezifiziert, d. h. hinsichtlich Spezifika, die z. B. durch lokale, soziokulturelle oder historische Begebenheiten beeinflusst werden und die sich daher regional unterscheiden können. Beispielsweise haben viele Städte umweltrelevante Zielstellungen, die sich z. B. in Umweltplänen wiederfinden. Welche konkreten Zielsetzungen, wie z. B. CO₂-Standards, dort festgeschrieben sind, ist wiederum von Stadt zu Stadt unterschiedlich. Normen bzw. Standards, die sich etwa auf niedrige Zielstellungen beziehen, unterhöhlen somit die selbstgesetzten und demokratisch legitimierten Zielstellungen. Diese Spezifikation orientiert sich an den im ersten Schritt im Rahmen des Strukturmodells definierten Gestaltungsebenen der Stadt (vgl. Kapitel 4.2.1). Hinsichtlich dieser regionalen Einordnung wird jeweils geprüft, inwiefern in Normen und Standards auf die zuvor genannten Kriterien Bezug genommen wird, inwiefern Handlungsspielräume vorhanden sind oder ob diesbezüglich konkrete Vorgaben gemacht werden, die auf lokaler Ebene einschränkend wirken können.

³⁴ Siehe hierzu beispielsweise Birner et al. 2017. In Hinblick auf Umwelt und Normung bzw. Smart Cities und Normung wird an dieser Stelle auf zwei Studien des Umweltbundesamtes verwiesen, die sich eingehender mit der Thematik auseinandergesetzt haben, darunter die Vorgängerstudie « Smarte umweltrelevante Infrastrukturen ». Beide Studien sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie noch nicht erschienen. In die Vorab-Ergebnisse konnte aber Einblick genommen werden.

³⁵ Zur Kritik am zentrale Orte Konzept und möglichen Reformansätzen siehe: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR] 2017, S. 43.

Um die auf internationaler Ebene erarbeiteten Normen und Standards einordnen und aggregierte Aussagen treffen zu können, werden diese sofern möglich in Anlehnung an das Schema von Lea (Lea 2017)³⁶ in zwei Gruppen eingeordnet, welches sich an den Schwerpunkten der Arbeitsergebnisse zentraler Smart City-Normungs-/Standardisierungsgremien orientiert:

- eher technisch orientiert
- eher prozessorientiert bzw. eher strategisch orientiert

Um die Aussagen ggf. weiter zu vertiefen, wird wenn nötig eine weitere Spezifizierung z. B. hinsichtlich typischer Ziele und Funktionen von Normen und Standards (z. B. Terminologien, Kompatibilität und Schnittstellen) (Blind 2009; Jänchen 2008; vgl. auch Kapitel 4.2) vorgenommen.

Da die konkreten Prozesse der Normung und Standardisierung sowie die Gremienzusammensetzungen für Außenstehende nur schwer zu erfassen sind, wird auf Basis des erarbeiteten Kriterienkatalogs eine Einschätzung internationaler Normen und Standards durch Experten hinsichtlich der Anwendbarkeit in deutschen Städten und Kommunen vorgenommen. Um ein möglichst konkretes Bild zu möglichen Herausforderungen und Bedarfen in Hinblick auf kommunale und umweltrelevante Interessen bei der Anwendung von internationalen Normen und Standards zu bekommen, wurden hierfür Fachleute befragt, die sowohl Erfahrung in der internationalen Normung und Standardisierung haben (z. B. durch Teilnahme an der Gremienarbeit) als auch die Perspektive deutscher Kommunen und Städte einnehmen können. Um sich dem Thema Smart City in ganzheitlicher Weise zu nähern, losgelöst von spezifischen Herausforderungen einzelner Anwendungsfeldern, wurden darüber hinaus Fachleute aus den im ersten Arbeitsschritt identifizierten, zentralen Smart City-Gremien einbezogen. Dabei wurden sie auch gebeten, aus dieser Perspektive sowie aus den Erfahrungen in diesen Gremien heraus eine Einschätzung zur gesamten Normungs- und Standardisierungslandschaft zu geben. Die Aussagen aus den Interviews wurden schließlich zu zusammenhängenden Themenclustern zusammengefasst und entsprechend dem zuvor beschriebenen Schema der Top-Down- bzw. der Bottom-Up-Perspektive zugeordnet. Insgesamt wurden sechs Experten befragt.

Im **dritten Schritt** (Kapitel 4.4) geht es darum, auf Basis der Ergebnisse aus den ersten beiden Arbeitsschritten Rückschlüsse aus den Fallstudien zu bilden und daraus Handlungsempfehlungen für Bund und Kommunen hinsichtlich der internationalen Normungs- und Standardisierungsdiskussion abzuleiten. Dazu werden die Ergebnisse der Fallstudien in Bezug auf die Zweckmäßigkeit einer internationalen Normung und Standardisierung von Dienstleistungen und Technologien für Smart Cities untersucht.

Hierzu werden zunächst die vorliegenden Fallstudien in Hinblick auf die Rolle von Normen und Standards in der Umsetzung der jeweiligen Smart City-Projekte allgemein sowie die Rolle von Normen und Standards in Hinblick auf die in den Fallstudien identifizierten Stellschrauben untersucht. Um die Ergebnisse aus den Fallstudien weiter zu vertiefen, wurden außerdem mit verschiedenen Akteuren aus den Fallstudienregionen Experteninterviews geführt. Bereits im Rahmen der Fallstudienanalyse sind den befragten Personen Fragen zum Thema Normung und Standardisierung gestellt worden, um eine erste Voreinschätzung zur Relevanz des Themas zu bekommen und um mögliche Gesprächspartner zu identifizieren. Diese Fäden wurden in diesem Arbeitsschritt wiederaufgenommen und, sofern vorhanden, im Rahmen der

³⁶ Lea orientiert sich am Modell des British Standards Instituts und ordnet die Smart City-relevanten, internationalen Normungsgremien anhand der genannten Dimensionen ein.

Fallstudieninterviews identifizierte Expertinnen und Experten zum Thema Normung und Standardisierung in Kommunen befragt. Da es hier nur geringe Rückläufe gab, wurden in den Fallstudienregionen weitere Personen identifiziert, die als potenzielle Interviewpartner geeignet erschienen. Dabei ging es darum, einerseits Akteure zu identifizieren, die sowohl eine strategische Funktion bei den Smart City-Aktivitäten der Städte innehaben und in dieser Funktion eine Rolle als Fokuspunkt für Diskurse und Probleme zum Thema Normung und Standardisierung im Rahmen der Umsetzung von Smart City-Ansätzen anzunehmen ist. Zum anderen ging es darum, Akteure zu identifizieren, die einen starken Umsetzungsbezug haben, um auch einen Einblick in die praktische Anwendung von Normen und Standards zu bekommen. Im Fokus standen daher Personen, die einen Überblick über Smart City-relevante-Prozesse oder Projekte der betrachteten Städte haben, aber auch durchaus potenzielle „Anwender“ von Normen und Standards sind, wie z. B.

- CIO/Digitalisierungs-/Smart City Beauftragte o. ä. (für strategische-konzeptionelle Ebene),
- (nachhaltige) Beschaffung oder alternativ Planung sowie
- „Umsetzer“ aus der Praxis, d. h. von Smart City-relevanten Ansätzen (z. B. Vertreter der Stadtwerke, Akteure aus Smart City-Projekten).

Die Ergebnisse der Experteninterviews wurden im Anschluss kritisch unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den ersten beiden Arbeitsschritten betrachtet und Handlungsempfehlungen für Bund und Kommunen abgeleitet. Insgesamt wurden elf Expertinnen und Experten befragt.

Im **vierten Schritt** (Kapitel 4.5) werden die für Smart City-Ansätze relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen aufgezeigt. Ziel dieses Schritts ist es, anhand von typischen Smart City-Ansätzen einen Überblick über aktuell geltende Rechtsvorschriften zu schaffen, die für das Thema Smart City relevant sind. Dabei steht die Schaffung eines Überblicks der jeweiligen rechtlichen Rahmenbedingungen im Vordergrund und keine detaillierte juristische Auseinandersetzung mit den einzelnen Rechtsvorschriften. Ebenfalls nicht im Fokus stehen dabei allgemeine, übergeordnete Rechtsvorschriften, wie z. B. das Strafgesetzbuch oder allgemeine, umweltbezogene Rechtsvorschriften, sofern nicht ein expliziter Bezug zu einem der identifizierten Smart City-Ansätze gegeben ist.

Hierfür ist es zunächst notwendig, den Rahmen der relevanten Smart City-Ansätze einzugrenzen. Grundlage bilden daher die in Arbeitspaket 1 für das Projektvorhaben definierten Anwendungsfelder einer Smart City, insbesondere Energie und Klima, Mobilität und Verkehr, Industrie und Wirtschaft, Gebäude und Wohnen sowie technische Infrastrukturen. Letztere beinhalten auch übergreifende Themen wie z. B. Daten und Plattformen.

Aufbauend auf diesen Anwendungsfeldern werden typische Smart City-Ansätze recherchiert und näher bestimmt. Um einen engen Bezug zur Analyse der Fallstudien und den dort entwickelten Lösungsansätzen herzustellen, bilden für die Bestimmung der relevanten Smart City-Ansätze daher insb. die in Arbeitspaket 2 vorgestellten Ansätze aus den Fallstudienregionen eine wichtige Grundlage. Um einen möglichst umfassenden Blick zu bekommen, wird diese Übersicht abgeglichen und ergänzt durch Smart City-Ansätze, die im Rahmen der Studie „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen“³⁷ identifiziert und betrachtet wurden sowie ggf. durch weitere Recherchen.

³⁷ Vorabergebnisse der Studie, ebenfalls im Auftrag des Umweltbundesamtes, wurden den Forschungsnehmern zur Verfügung gestellt.

Die Ansätze werden dabei den zuvor genannten Anwendungsfeldern zugeordnet. Wenn ähnliche Ansätze aus unterschiedlichen Fallstudienregionen jeweils verschiedenen Anwendungsfeldern zugeordnet wurden, werden hier Angleichungen vorgenommen. Weiterhin werden Ansätze nicht berücksichtigt, die keinen direkten Digitalisierungsbezug haben (z. B. „Energetische Sanierung“), die auf strategisch-konzeptioneller Ebene anzusiedeln sind (z. B. „Erstellung Nachhaltigkeitsstrategie“), die einem anderen Anwendungsfeld (z. B. energieautarke Produktion) oder einem in dieser Studie nicht näher betrachteten Anwendungsfeld zuzuordnen sind (z. B. „Mehrsprachiger Serviceroboter im Bürgerbüro“ in Ludwigsburg, welcher unter das Anwendungsfeld Verwaltung fällt) oder wenn sie im Vergleich mit der internationalen Smart City-Diskussion eher eine Ausnahme darstellen.

Die identifizierten Ansätze je Anwendungsfeld werden inhaltlich geclustert und zu übergeordneten Kategorien zusammengefasst. Weiterhin werden anhand dieser Ansätze direkte Synergiepotenziale zu anderen Anwendungsfeldern aufgezeigt, um dem übergreifenden und vernetzenden Charakter von Smart City-Ansätzen Rechnung zu tragen. Dabei werden in der Praxis relevante Schnittstellen mit anderen Anwendungsfeldern und mit direkter Steuerungs- bzw. Hebelwirkung dargestellt. Zum Beispiel können autonome Fahrzeuge die Nutzung von Elektrofahrzeugen als Speicher in dezentralen Stromnetzen optimieren, indem sie bei Bedarf automatisch eine Lademöglichkeit ansteuern – und diese auch wieder automatisch verlassen, wenn kein Bedarf mehr besteht. Dennoch liegt keine direkte Synergie im hier betrachteten Sinne vor, da nicht die autonomen Fahrfunktionen für die Nutzung der Synergiepotenziale ausschlaggebend sind, sondern die Nutzungsmöglichkeit der Batterie als Speicher. Diese Schnittstellen werden demzufolge hier nicht betrachtet.

Die übergeordneten Kategorien der Smart City-Ansätze stellen die Grundlage für die Recherche und Auswertung der wesentlichen, relevanten Rechtsvorschriften dar, die auf Basis verfügbarer Literatur, wie etwa relevante Publikationen und verfügbare Gesetzeskarten (z. B. NOW GmbH 2019; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] 2018) sowie durch Auswertung juristischer Datenbanken (z. B. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] 2019) durchgeführt wird.

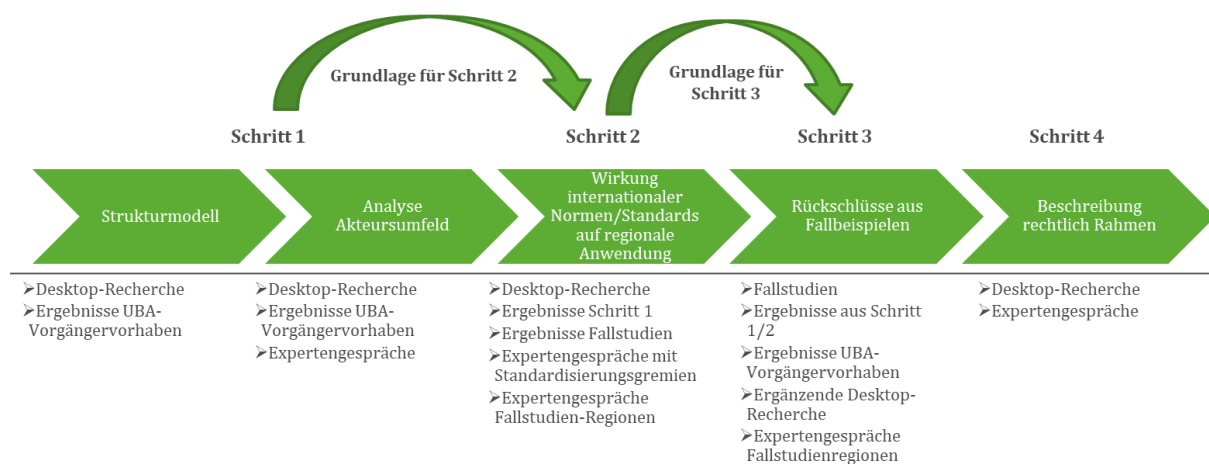
Die anhand der geclusterten Smart City-Ansätze identifizierten gängigen, geltenden Rechtsvorschriften werden in einer tabellarischen Übersicht dargestellt, je Anwendungsfeld nach

- Ebene des Ursprungs (EU, Bund, Länder),
- Ebene der Wirkung, d. h. das intendierte Ziel der Rechtsvorschrift,
- Thematische Abdeckung (betroffene Smart City-Ansätze).

Im Bedarfsfall werden weitere Informationen wie z. B. vorhandene Experimentierklauseln ergänzt. Dabei wird ggf. auch auf Rechtsvorschriften hingewiesen, die in Hinblick auf identifizierte Schnittstellen relevant für die Hebung der Synergiepotenziale sind. Im Ergebnis entsteht somit eine Übersicht zu gültigen Rechtsvorschriften mit Smart City-Relevanz je Anwendungsfeld.

Abbildung 3 fasst die Struktur und die Methodik nochmals zusammen. Abschließend wird unter Berücksichtigung aller Arbeitsschritte ein zusammenfassendes Fazit sowie übergreifende Handlungsempfehlungen gegeben.

Abbildung 3: Aufbau des Kapitels anhand des Ablaufs der einzelnen Arbeitsschritte



Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

4.2 Beschreibung der Bedeutung von Normen für die Umsetzung von Smart-City-Lösungen anhand eines Strukturmodells

4.2.1 Grundlegende Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen

Insgesamt sind die Wirkzusammenhänge zwischen der Anwendung von Normen und Standards sowie der aktiven Beteiligung an Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen nach wie vor kaum untersucht. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf die Erzielung von Nachhaltigkeits- und Umwelteffekten. Bislang gibt es nur wenig Studien zu dem Thema (z. B. Thielen et al. 2015a, 2015b).³⁸ In der Literatur stehen primär ökonomische Effekte (betriebs-/volkswirtschaftlich) von Normen und Standards im Fokus (vgl. z. B. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2000; Jänchen 2008). Die hier dargestellten Wirkmodelle beziehen sich daher vor allem auf Unternehmen und volkswirtschaftlichen Nutzen im Zusammenhang mit Innovationen.

In diesem Kapitel wird der Fokus auf die Wirkung von Normen und Standards auf die Umsetzung gerichtet. Daher ist für die folgenden Betrachtungen zunächst die Differenzierung zwischen den Begriffen Normung und Standardisierung und Norm und Standard grundlegend: Normung bzw. Standardisierung beschreibt den Prozess der Erarbeitung von Normen und Standards, wohingegen Normen bzw. Standards das Ergebnis dieses Prozesses darstellen³⁹. Normen und Standards stellen somit das Ergebnis eines regulierten Aushandlungsprozesses dar, zumindest auf Ebene der offiziellen Normungs- und Standardisierungsorganisationen, wie z. B. dem Internationalen Institut für Normung (ISO), dem DIN Deutschen Institut für Normung (DIN) oder dem Europäischen Komitee für Normung (CEN). In diesem Prozess werden die erarbeiteten Regeln und Orientierungsmuster gewissermaßen inskribiert.

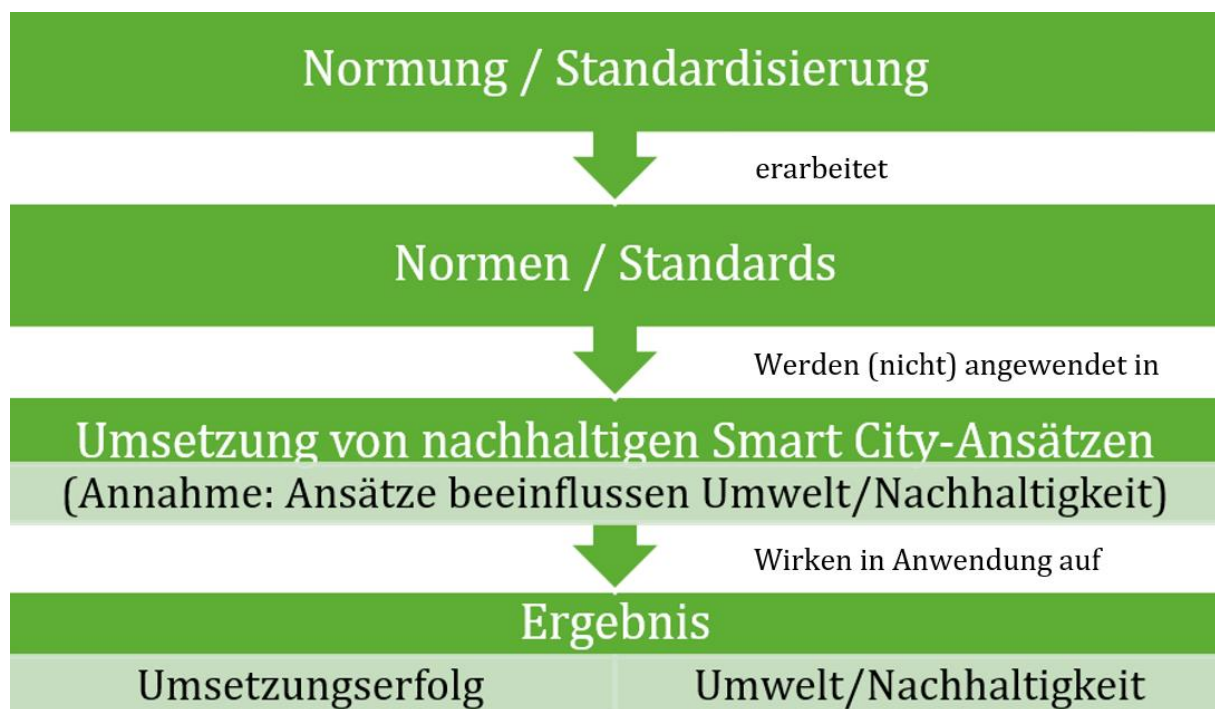
³⁸ Siehe hierzu auch die Studie „Smarte, umweltrelevante Umwelteffekte“ im Auftrag des Umweltbundesamtes.

³⁹ Eine detaillierte Erläuterung des allgemeinen Normungs- bzw. Standardisierungsprozesses findet sich bereits an anderer Stelle (z. B. Birner et al. 2017) und wird daher hier nicht vorgenommen. Übersichten zur Normung und Standardisierung finden sich für Deutschland hier: www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/basiswissen und für die ISO hier www.iso.org/developing-standards.html, letzter Zugriff am 02.12.2019

Aufgrund des geschilderten Zusammenhangs hat der Normungs- und Standardisierungsprozess Einfluss auf die Anwendung von Normen/Standards (z. B. durch Verzögerungen bei Normerarbeitung, aber etwa auch durch die Festlegung von Anwendungsregeln). Daher sind diese beiden Phasen nicht separat zu betrachten, und muss im Rahmen des Strukturmodells mitbetrachtet werden muss.

Der Beginn der Erstellung des Strukturmodells und der Betrachtung der Wirkzusammenhänge stellt daher folgende, in Abbildung 4 dargestellte Ausgangsthese dar: Durch die im Prozess der Normung bzw. Standardisierung erarbeiteten Normen und Standards werden in der Anwendung eben dieser Normen und Standards Regeln ausgeführt, die so auf das Ergebnis, etwa die Gestaltung eines Produkts oder Prozesses wirken. So erzielen sie "Wirkung", etwa auf den Umsetzungserfolg oder die Umwelt und Nachhaltigkeit eines Produkts. Dies bedeutet, dass positive bzw. negative Umwelteffekte nicht direkt durch Normen und Standards erbracht werden, sondern z. B. durch Smart City-Ansätze, bei deren Gestaltung Normen und Standards angewendet wurden.

Abbildung 4: Ausgangsthese zum zentralen Wirkzusammenhang



Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

Normen und Standards definieren grundsätzlich Mindestanforderungen. Sie können dabei viele verschiedene Ziele verfolgen bzw. Aufgaben wahrnehmen. Im Wesentlichen lassen sich anhand der Ziele und Aufgaben aber folgende Arten von Normen und Standards identifizieren (Blind 2009; Jänchen 2008, S. 45ff.):

- ▶ Definition von Terminologien und Klassifikationen,
- ▶ Überprüfen und Erreichen von Schutzziele, z. B. Umweltschutz,
- ▶ Definition von Schnittstellen und Kompatibilitätsanforderungen,
- ▶ Beschreibung von Produkten,
- ▶ Beschreibung von Prozessen.

Obwohl Normen und Standards in der tatsächlichen Praxis nicht immer trennscharf danach auseinander zu halten sind, lassen sie sich dennoch oftmals eher der einen oder der anderen Gruppe zuordnen. Somit stellt diese Klassifikation eine gute Orientierung dar.

Normen und Standards „wirken“, wie bereits erläutert, durch ihre Anwendung. Das folgende Zitat beschreibt diesen Sachverhalt: „Dabei bringen sie [Normen] selbst nicht unbedingt Innovationen im engeren Sinn hervor. Normen beschleunigen nicht nur die Markteinführung von Innovationen und innovativen Technologien, sondern ermöglichen in erster Linie ihre Vermarktung, indem sie z. B. für die Bildung kritischer Massen sorgen bzw. die Unterstützung aller relevanten Interessengruppen auf sich vereinen. Sie tragen auch zur schnelleren Diffusion von Innovationen bei.“ (Blind 2009). Normen und Standards stellen daher „Katalysatoren“ von Innovationen dar (Blind 2009).

In der Regel werden Normen und Standards vor allem in Hinblick auf ihre ökonomischen Wirkungen für Unternehmen oder die Volkswirtschaft betrachtet. Im Kontext der Stadtentwicklung existiert aber ein Spannungsfeld zwischen wirtschaftlich-technisch geprägter Normung/Standardisierung und „Smart Cities“ als komplexen sozialen, räumlichen und politischen Systemen. In Bezug auf die Anwendung von Normen und Standards in der Umsetzung von Smart City-Ansätzen müssen daher weitere Dimensionen berücksichtigt werden. Denn zum einen sind von der Umsetzung verschiedene Akteursgruppen mit unterschiedlichen Interessen, Wertvorstellungen und Bedürfnissen betroffen, die von den stadtverantwortlichen Akteuren berücksichtigt werden müssen und die nicht normierbar sind (Thielen et al. 2015a, S. 17ff.). Hier entfaltet sich vor allem ein Spannungsfeld zwischen öffentlichen und privaten Interessen, also vor allem denen von Unternehmen. Darüber hinaus fehlt den im Normungs- und Standardisierungsprozess erarbeiteten Normen und Standards die demokratische Legitimation, was vor allem vom Deutschen Städtetag heftig kritisiert wird: „Von „interessierten Kreisen“ initiierte Normungsverfahren und der damit verbundene Aushandlungsprozess zu Normen und Standards, die das öffentliche Leben, das Handeln der Städte und auch den Einsatz öffentlicher Mittel nachhaltig beeinflussen werden, entsprechen einem [demokratisch legitimierten] Verfahren nur sehr bedingt.“ (von Lojewski und Munzinger 2013).

Insofern sind Normen und Standards nicht „neutral“ in Hinblick auf Innovationen. Denn wie das Zitat auch deutlich macht, sollen Normen und Standards zwar die Adaption von Innovation durch die Abstimmung von Anforderungen verschiedener Interessensgruppen aufeinander abstimmen. Also diejenigen, die Innovationen entwickeln, aber auch jene, die sie später anwenden sollen. Dies kann, insbesondere bei Produkt- und Prozessnormen und -standards, problematisch werden. Denn gerade die Anwendung von Produkten und Prozessen ist in der Regel stark von ihrem jeweiligen Anwendungskontext abhängig, d. h. von bestimmten Nutzungsroutinen, Werten, sozioökonomischen Voraussetzungen usw. Betrifft dies den Bereich der öffentlichen Daseinsvorsorge, wenn beispielsweise eine Norm vorschreibt, dass bestimmte Daten der öffentlichen Verwaltung in einer Cloud gespeichert werden müssen, hier aber keine entsprechende Infrastruktur vorhanden ist, betrifft dies nicht nur die finanzielle Dimension, sondern auch rechtliche und soziale Aspekte. Je stärker sich diese Kontexte unterscheiden, desto problematischer kann die Anwendung von Produkten und Prozessen werden, die unter anderen Voraussetzungen definiert worden sind. Dies mag angesichts einer globalisierten Welt zunächst wie ein Widerspruch wirken. Aber Nutzer in den Vereinigten Staaten agieren in anderen Anwendungskontexten als Nutzer in Europa oder in Asien und entwickeln so dementsprechend auch andere Nutzungsgewohnheiten oder Vorlieben. Wenn ein Konsumprodukt aufgrund bestimmter, in einer Norm oder einem Standard definierter Anforderungen in einem Land keinen Absatz findet, ist dies vor allem für den Hersteller ökonomisch ein Problem.

Dabei ist die Anwendung von Normen und Standards grundsätzlich erst einmal freiwillig. Ausnahmen bestehen aber, wenn eine Rechtsverbindlichkeit besteht und z. B. in Verträgen auf sie Bezug genommen wird (beispielsweise bei Ausschreibungsverfahren, um den Stand der Technik zu garantieren), oder durch Verweis auf Normen und Standards in Gesetzen bzw. Rechtsvorschriften (Hallscheidt et al. 2016, S. 32f.). Normen und Standards können aber auch dadurch „wirken“, dass sie nicht angewendet werden oder fehlen, etwa bei der Herstellung von Produkten oder der Koordination von Prozessen. Sie wirken in diesem Fall dadurch, dass etwa eine Koordination verschiedener Akteure oder die Adaption eines Produktes an vorhandene technologische Anlagen erschwert wird.

Normen und Standards, die auf internationaler Ebene erarbeitet wurden, etwa bei ISO oder der International Electrotechnical Commission (IEC), sind dabei nicht unmittelbar als nationale Ebene als Norm „gültig“. Das heißt für den Fall, dass es eine nationale Norm (z. B. von DIN) gibt, die einer internationalen Norm widerspricht, existiert diese nationale Norm zunächst weiterhin. Damit internationale Normen und Standards auf nationaler Ebene „Gültigkeit“ erlangen, ist eine Übernahme in das deutsche Normenwerk notwendig. Im Gegensatz zur Übernahme von Normen, die auf europäischer Ebene erarbeitet wurden, ist die Übernahme aus dem internationalen Normenwerk freiwillig (Hallscheidt et al. 2016). Über die Übernahme entscheidet auf nationaler Ebene ein sogenanntes Spiegelgremium bei DIN oder der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE).⁴⁰⁴¹ Damit müssen nationale Normen, die einer ISO-Norm entgegenstehen, zunächst nicht ohne weiteres zurückgezogen werden, sofern keine der genannten Bedingungen zutrifft, und es ist möglich, dass beide Normen parallel existieren. Es gibt hier allerdings einige Besonderheiten. Beispielsweise wird durch Übernahmevereinbarungen wie dem Wiener oder Dresdener Abkommen zwischen ISO und CEN bzw. der IEC und dem Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (CEN CENELEC) geregelt, dass Normungsaktivitäten durch geeigneten Abstimmungsverfahren nur auf einer Ebene (International oder europäisch) durchgeführt werden sollen, um Doppelarbeit zu vermeiden und die Anerkennung der Norm zeitgleich auf beiden Ebenen herbeizuführen (Birner et al. 2017, S. 26). Auch bei Rechtsstreitigkeiten, bei denen der „Stand der Technik“ und keine konkrete Norm als Maßstab vorausgesetzt wird, ist es zumindest denkbar, dass eine ISO oder IEC-Norm als Referenz dienen kann, wenn sie neuer als die entsprechende DIN oder DKE-Norm ist.

Etwas Anderes ist der Fall, wenn beispielsweise Produkte durch ihre große Marktverbreitung einen eigenen Standard als „de facto“ Standard definieren oder Standards in Standardisierungskonsortien erarbeitet werden, die nicht an die Regeln der Welthandelsorganisation gebunden sind und in denen überwiegend international tätige Unternehmen vertreten sind (vgl. Birner et al. 2017). Hier ist keine offizielle Übernahme dieses Standards nötig oder gar möglich, da in diesem Fall praktisch die Regeln des Marktes für die Übernahme sorgen.

Die Zusammenhänge der Anwendung von Normen und Standards auf die Umsetzung von nachhaltigen und umweltverträglichen Smart City-Ansätzen und deren Wirkweisen sollen wie bereits erläutert in einem Strukturmodell dargestellt werden, um die Rolle von Normen und Standards in der Umsetzung von Smart City-Ansätzen untersuchen zu können und die Grundlage eines Erklärungsmodells zur förderlichen / limitierender Wirkung von Normen / Standards auf

⁴⁰ Eine konkretere Übersicht zur Normungs- und Standardisierungslandschaft im Bereich Smart City findet sich in Kapitel 4.2.3.

⁴¹ Dennoch ist es natürlich prinzipiell möglich, dass sich gerade international agierende Unternehmen bereits an diesen Normen und Standards orientieren, insbesondere wenn die entsprechende Norm bzw. der entsprechende Standard bereits im eigenen Land ins internationale Normenwerk übernommen wurde. Somit können bereits Produkte in Konformität mit diesen Normen und Standards entwickelt werden.

deren Umsetzung zu liefern. Dabei folgt die Entwicklung des Modells der folgenden Logik: Einordnung der Zusammenhänge und Darstellung der Wirkweisen von Normen/Standards sowie Bewertung/Einschätzung der Wirkweisen. Weiterhin ist es für die Modellerstellung wichtig, den Abstraktionsgrad des Modells zu definieren. Ziel dieses Arbeitspakets ist keine umfassende, empirische Detailuntersuchung aller Zusammenhänge, sondern vor allem eine (weitestgehend allgemeingültige) Darstellung und Beschreibung der wesentlichen Zusammenhänge. Der Abstraktionsgrad muss daher ausreichend abstrakt sein, um die verschiedenen Anwendungsfelder und Handlungsebenen einer Smart City zu berücksichtigen, aber auch konkret genug, um Wechselwirkungen zwischen Normen/Standards und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen darstellen zu können. Wichtig sind insbesondere die Zusammenhänge zwischen Normung/Standardisierung und der Anwendung von Normen/Standards sowie die mögliche Wirkung auf Umsetzungserfolg und Berücksichtigung von Umweltschutzziele (hier vor allem im Sinne städtischer Anforderungen).

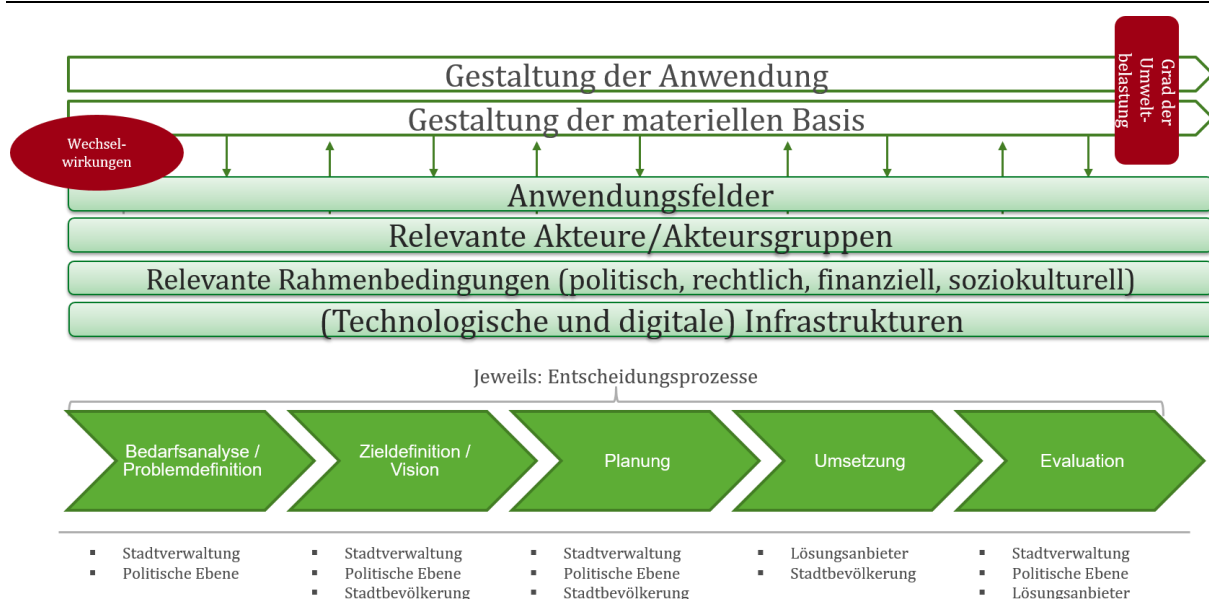
Um die Wirkweisen beschreiben zu können, ist es notwendig, zunächst den Gegenstand einzugrenzen. Grundsätzlich wird dabei angenommen, dass es sich bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen um einen Prozess handelt, in dem diese Ansätze gestaltet werden. Dabei orientiert sich dieses Verständnis an dem Verständnis von Smart City-Ansätzen im Projekt (vgl. Arbeitspaket 1), welches sowohl die materielle als auch die Anwendungsebene von Smart City-Lösungen in den verschiedenen Anwendungsfeldern einer Smart City betrachtet. Daher wird "Umsetzung von Smart City-Ansätzen" verstanden als zielgerichteter und intendierter Prozess zur Lösung städtischer Probleme durch Implementierung innovativer, digital gestützter Ansätze/Maßnahmen, d. h. durch Gestaltung der materiellen Ebene ebenso wie der Anwendungsebene, der auf vielfältige Anwendungen und Dienstleistungen abzielen kann. Dabei kann es sich um vielfältige Prozesse handeln, wie beispielsweise um einen Innovationsprozess, die Beschaffung von Produkten, aber auch um eine Kombination von beidem (z. B. in Form von Innovationspartnerschaften).

Dieser Prozess läuft unter Berücksichtigung städtischer Voraussetzungen und Gestaltungsebenen ab wie z. B. städtischer Rahmenbedingungen (auf rechtlicher, politischer, sozioökonomischer Ebene), verfügbarer technologischer und digitaler Infrastrukturen sowie lokaler Akteursstrukturen und Stakeholderkreise (z. B. Stadtbevölkerung, Stadtverwaltung, kommunale Betriebe, Unternehmen). Diese stellen die wesentlichen Analyseebenen für die Betrachtung des Umsetzungsprozesses auf Ebene der Stadt dar. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass sich je nach Anwendungsfeld auch Unterschiede ergeben können (z. B. unterschiedliche Rechtsgrundlagen, wie das Energierecht). Dabei gibt es auch Wechselwirkungen zwischen den Aktivitäten der verschiedenen Stakeholderkreise und diesen Rahmenbedingungen, welche sich auf die Gestaltung, im Endeffekt aber auch auf die Anwendung von Normen und Standards auswirken.

Um die Bandbreite an verschiedenen Prozessen erfassen zu können, wird weiterhin ein vereinfachtes Prozessmodell den weiteren Analysen zu Grunde gelegt. So wird angenommen, dass sich Umsetzungsprozesse in verschiedene, typische Phasen unterteilen lassen. Der Umsetzungsprozess ist dabei nicht als rein linearer Prozess zu verstehen. Vielmehr stellen diese Phasen, wie auch die zuvor beschriebenen Analyseebenen eine analytische Trennung dar, da dadurch ermöglicht werden soll, die Wirkweisen von Normen und Standards, die an verschiedene Phasen der Umsetzung „andocken“ können, darzustellen. In der Praxis müssen die verschiedenen Phasen, etwa durch verschiedene Reflexionsschleifen zwischen verschiedenen Akteursgruppen, in der Regel nicht trennscharf sein. Intendierte Umsetzungsprozesse, wie sie hier betrachtet werden sollen, basieren in der Regel aber auf einem methodischen Vorgehen. Dabei lassen sich häufig in der Praxis als kleinster gemeinsamer Nenner Prozessabschnitte

identifizieren, die auf einem ähnlichen Muster basieren („Plan-Do-Check-Act“). Für das Modell ist es dabei auch unerheblich, ob diese in der Umsetzung von den Akteuren explizit so bezeichnet werden oder ob die verschiedenen Aktivitäten beispielsweise in der Retrospektive zugeordnet werden können. Für das Strukturmodell wird dabei von den Schritten Bedarfsanalyse bzw. Problemdefinition, Zieldefinition bzw. Beschreibung der Vision, Planung, Umsetzung und Evaluation ausgegangen. In jedem dieser Phasen lassen sich dabei typische Akteursgruppen benennen, die hier eine Rolle spielen. Der Grad der Beteiligung dieser Akteursgruppen ist aber auch abhängig davon, welche Art der Lösung umgesetzt werden soll bzw. vom Betroffenheitsgrad der Bevölkerung (z. B. ob es sich um eine Quartierssanierung zu einem „smarten Quartier“ handelt oder die Einführung eines Verkehrsmanagement-Systems). Abbildung 5 fasst die betrachteten Analyseebenen und den Umsetzungsprozess grafisch zusammen.

Abbildung 5: Darstellung eines typisierten Umsetzungsprozesses untergliedert in die einzelnen Phasen des Prozesses und der Analyseebenen



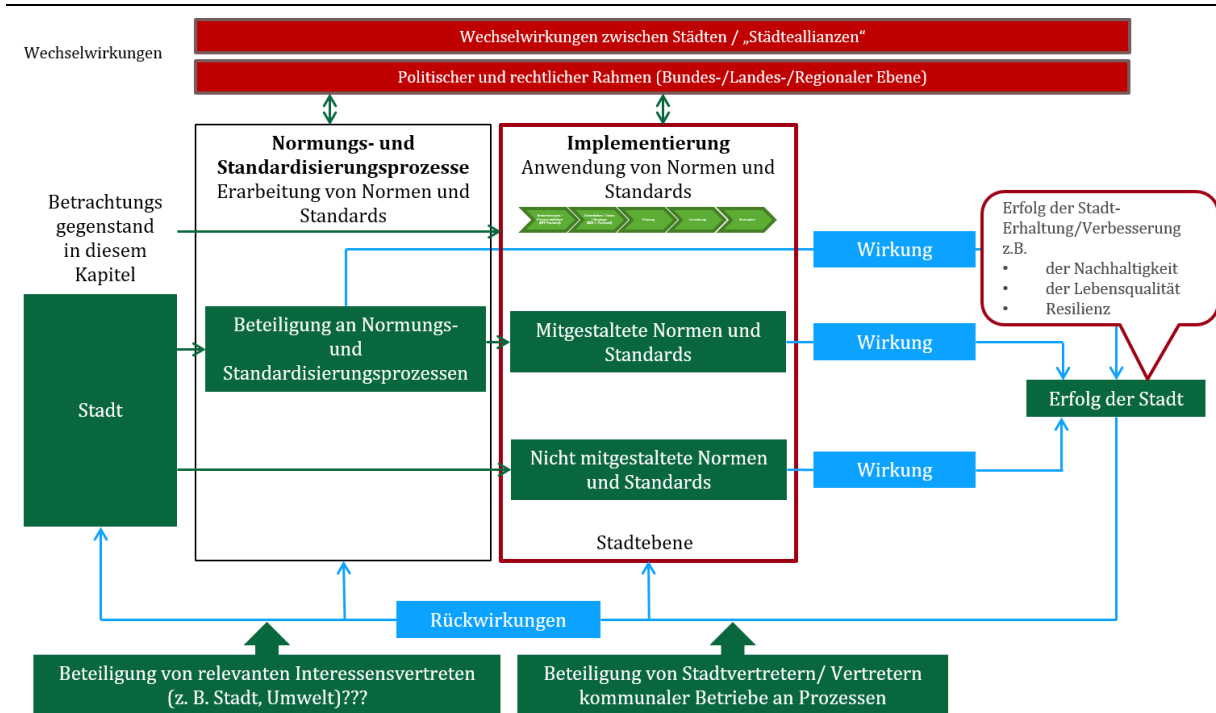
Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

Die Betrachtung der Anwendung von Normen und Standards muss wie bereits erläutert immer nicht nur den Anwendungskontext, sondern auch den Entstehungskontext (d. h. Normung und Standardisierung) berücksichtigen. Dafür ist eine Betrachtung der Zusammenhänge auf einer übergeordneten Ebene notwendig. Hierfür wird sich an das etablierte Strukturmodell des Deutschen Normenpanels angelehnt (Blind und Heß 2018) (siehe Abbildung 6). Dieses stellt die Zusammenhänge zwischen Normung und Standardisierung, der Implementierung, d. h. der Anwendung von Normen und Standards sowie deren Auswirkung⁴², dar. Weiterhin veranschaulicht es die unterschiedlichen Möglichkeiten der Wirkung, die sich aus Sicht des „Anwenders“, hier also der Stadt, im Zusammenhang mit der Beteiligung bzw. Nicht-Beteiligung an der Erarbeitung von Normen und Standards ergeben können. Hier gibt es hauptsächlich drei verschiedene Fälle. So ist zu unterscheiden zwischen der Wirkung durch die Anwendung von mitgestalteten und von nicht-mitgestalteten Normen und Standards. Das betrifft vor allem die

⁴² Das Deutsche Normenpanel wendet das Modell auf Unternehmen an. Es betrachtet somit die Wirkung der Implementierung auf den Unternehmenserfolg. Da die wesentlichen Zusammenhänge aber übertragbar sind, wurde das Modell für diese Studie adaptiert. Der „Erfolg“ einer Stadt bemisst sich, anders als bei Unternehmen, aber nicht allein an ökonomisch-messbaren Faktoren. Vielmehr sind Kategorien wie Lebensqualität, Nachhaltigkeit, Umwelt-/Ressourcenschonung, aber auch Wohlstand der Bevölkerung wichtig.

Frage, inwiefern eigene Interessen in den Normen berücksichtigt werden. Als dritter Fall ergibt sich die Möglichkeit, dass andere Akteure, deren Produkte man beispielsweise nutzen möchte oder nutzen muss, (mitgestaltete) Normen und Standards anwenden und sich daraus eine Wirkung auf den „Erfolg“ der Stadt ergibt. Dieser Fall berücksichtigt somit vor allem die Ebene des Wettbewerbs.

Abbildung 6: Darstellung der Zusammenhänge zwischen Normung/Standardisierung und Umsetzung in Anlehnung an das Modell des Deutschen Normenpanels



Quelle: Eigene Darstellung nach Blind und Heß 2018, Institut für Innovation und Technik

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass es zwischen der Phase der Normung und Standardisierung und der Implementierung weitere Wechselwirkungen geben kann, die diese Wirkungen beeinflussen. Ähnlich gelagert wie der drittgenannte Fall ist daher die Ebene des übergeordneten politisch-rechtlichen Rahmens (insbesondere auf Bundes- und Landesebene) sowie die Ebene der Zusammenarbeit anderer Städte bzw. von „Städteallianzen“⁴³, insbesondere im Rahmen europäischer Initiativen wie der European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (EIP-SCC). In denen besteht die Möglichkeit, dass Smart City-relevante Technologien entwickelt und als De facto-Standard gesetzt werden können⁴⁴. Zwar agieren hier verschiedene Städte quasi als Entwickler von Standards, und stellen damit zumindest theoretisch sicher, dass städtische Anforderungen in Normen bzw. Standards berücksichtigt und auf andere Städte übertragen werden können. Dennoch besteht aufgrund der unterschiedlichen Charakteristika von Städten nach wie vor in vielen Bereichen auch hier immer die Möglichkeit, dass bestimmte städtische Anforderungen nicht übertragbar sind. In Bezug auf den Rechtsrahmen besteht beispielsweise die Gefahr, dass Normen und Standards in Rechtsvorschriften übernommen werden, deren Anwendung für Städte negative Folgen haben können, da Technologien berücksichtigt werden müssen, die mit vorhandenen, städtischen

⁴³ In diesem Zusammenhang kann auch die Orientierung an Best Practice-Beispielen genannt werden.

⁴⁴ Im Rahmen solcher Aktivitäten sind z. B. verschiedene DIN SPECS für Smart City-Technologien entstanden. Zwar sind diese DIN SPEC nicht in einem formellen Normungsprozess entstanden und dementsprechend noch keine nationale bzw. internationale Norm. Eine Übernahme in nationales bzw. internationales Normenwerk ist aber möglich.

Infrastrukturen nicht kompatibel sind, und die demzufolge einen großen finanziellen Aufwand für eine Systemumstellung nach sich ziehen können. Somit stellt sich in Hinblick auf die Anwendung von Normen und mögliche Barrierewirkungen grundsätzlich immer die Frage, wer Normen und Standards erarbeitet hat. Vor allem in Bezug auf die Mitwirkung von Städten im Rahmen von „Städteallianzen“ wäre eine große, empirische Untersuchung, etwa im Rahmen einer Panel-Studie, sinnvoll, um mögliche Wechselwirkungen und Motivationslagen genauer charakterisieren zu können. Dies ist im Rahmen dieser Studie allerdings nicht leistbar und kann daher hier nur angedeutet werden.

Damit sind die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Anwendung von Normen und Standards auf die Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen unter Berücksichtigung des Entstehungskontextes auf Modellebene beschrieben. Insgesamt wird damit ein Framework beschrieben, was zum einen die Grundlage für die folgende Betrachtung der Wirkweisen, zum anderen auch für die weiteren Arbeitspakete legt.

4.2.2 Beschreibung der Wirkweisen

Normen und Standards wirken nicht direkt, sondern durch Anwendung. Die Anwendung ist dabei grundsätzlich freiwillig; sie kann etwa in verschiedenen Situationen sinnvoll sein, um Anforderungen zu definieren. In bestimmten Fällen, bei Verweis auf Normen in Gesetzen oder in Verträgen, ist die Anwendung allerdings notwendig.

Eine generelle förderliche oder hinderliche Wirkung von Normen und Standards bei der Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen kann nicht abgeleitet werden. Sie ist vielmehr immer abhängig vom konkreten Fall. Auf Basis des Strukturmodells und den zuvor erfolgten Erläuterungen können somit aber mögliche Indikatoren aufgezeigt werden, um die Wirkung jeweils (qualitativ) zu bestimmen. Dabei spielen nicht nur die Ebenen der Erarbeitung und Anwendung, sondern auch jeweils die unterschiedlichen Perspektiven und Motivationslagen der Anwender von Normen und Standards eine Rolle⁴⁵. Somit lassen sich insgesamt vier Dimensionen in Hinblick auf eine Bewertung der Wirkweisen ableiten (vgl. Abbildung 7).

⁴⁵ Aus Vereinfachungsgründen wird im Folgenden, wie auch bereits bei den vorherigen Erläuterungen, von zwei hauptsächlich relevanten Perspektiven ausgegangen: Der der „Anwender“, also städtischer Akteure sowie der von Lösungsanbietern.

Abbildung 7: Dimensionen zur Beschreibung der Wirkweisen von Normen und Standards



Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

Ausgehend von der Ausgangsfrage, dass Normen und Standards angewendet werden, um über die Gestaltung von z. B. Technologien, Produkten oder Prozessen eine Wirkung auf den Umsetzungserfolg oder auf Umwelt und Nachhaltigkeit zu erzielen, ist zunächst der **Anwendungskontext** relevant: Wer hat Normen/Standards angewandt, also Anwender oder Anbieter, und warum bzw. in welchem Kontext wurden sie angewandt? Fand die Anwendung also freiwillig statt, um aus Sicht des Anwenders günstige Anforderungen etwa in Hinblick auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit zu definieren oder erfolgte sie aufgrund rechtlicher oder vertraglicher Voraussetzungen? Diese Dimension zielt also vor allem auf die Motivationslage bzw. die städtischen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen (vgl. Strukturmodell), unter denen die Anwendung erfolgt. Eine weitere Dimension ist die **Zieldimension**, also die Frage, was mit der Anwendung erreicht werden soll. Damit wird vor allem die Ebene des (erwarteten bzw. intendierten) Ergebnisses angesprochen. Insbesondere an dieser Stelle spielt die Frage nach den Schutzziele und die möglichen erwarteten Auswirkungen z. B. auf chemische und physikalische Belastungen oder Ressourceninanspruchnahme eine Rolle (vgl. das auf dem VERUM-Modell basierende Bewertungsmodell für Smart City-Ansätze aus AP 1). Weiterhin ist der Aspekt der städtischen Voraussetzungen für die Bestimmung der förderlichen bzw. der Barrierewirkung wichtig. Also kann das intendierte Ziel unter den gegebenen, städtischen Voraussetzungen (d. h. politisch-rechtliche und sozioökonomische Rahmenbedingungen und vorhandene technologische bzw. digitale Infrastrukturen) erreicht werden? So kann sich eine Barrierewirkung in Hinblick auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit beispielsweise dadurch ergeben, wenn im Rahmen eines Ausschreibungsprozesses mit veralteten Normen und Standards Anforderungen vorgegeben werden, die in Bezug auf die Erreichung positiver

Umwelteffekte Technologien oder Anwendungen forcieren, die weniger effizient sind. Die dritte Dimension zur Beschreibung der Wirkweisen stellt der **Erarbeitungskontext** dar. Wie schon erwähnt, spielt hier eine Rolle, wessen Interessen (z. B. städtischer/kommunaler Akteure, umweltrelevante Akteure oder Interessen von Unternehmen) im Zuge der Normung bzw. Standardisierung in die Norm bzw. den Standard fließen. Dabei ist wie zuvor schon angedeutet auch zu berücksichtigen, inwiefern etwas normierbar ist. Also, ob z. B. etwas nach naturwissenschaftlich-technischen Kriterien genormt wird, oder inwiefern z. B. bestimmte Wertvorstellungen oder Leitbilder in die Norm einfließen, die ein eher ökonomisch gelagertes Interesse widerspiegeln oder die lokal nicht adaptierbar sind. Ein Beispiel hierfür ist die Kontroverse um den Begriff Nachhaltigkeit im Vergleich zum Begriff „Smart“ (vgl. Butscher 2012). Wertvorstellungen und Leitbilder sind naturgemäß eher weniger operationalisierbar und nach Anwendungskontext sehr unterschiedlich bzw. nur eingeschränkt vergleichbar, sodass eine Berücksichtigung in Normen und Standards problematisch ist. Diese Problematik ist vor allem bei Normen und Standards zu erwarten, die weniger konkrete, technische Bedingungen definieren, wie z. B. Kompatibilitäts- und Schnittstellennormen, sondern eher Managementgrundsätze, Produkte oder Prozesse definieren. Hierzu gehören vor allem Normen, die im Gremium International Organization for Standardization (ISO)/Technical Committee (TC)⁴⁶ 268 erarbeitet werden (vgl. Lea 2017). Eine weitere, in den bisherigen Erläuterungen eher implizit erwähnte, Dimension ist die Dimension der **Verfügbarkeit**. Normungsprozesse sind sehr zeitaufwändig und können z. T. über mehrere Jahre gehen. Gerade vor dem Hintergrund der rasant voranschreitenden technologischen Entwicklungen, vor allem im Bereich digitaler Technologien, ist dies ein grundsätzliches Problem der Normung. Das Fehlen entsprechender Normen und Standards kann dazu führen, dass es hier zu einem prozessbedingten, zeitlichen Versatz kommt, der die Einführung neuer Technologien verhindern kann. Etwa, wenn z. B. Unsicherheiten bzgl. des Stands der Technik existieren oder wenn Unsicherheiten dahingehend vorherrschen, welcher Standard bzw. welche Technologie sich durchsetzt, sodass Investitionen in eine möglicherweise sinnvolle Technologie, bzw. Anwendung nicht getätigt werden. Gerade zu Beginn der Entwicklung von Innovationen stehen unter Umständen, abhängig vom Innovationsgrad, keine geeigneten Normen und Standards zur Verfügung. Sie müssen dann erst erarbeitet werden. So sind zu Beginn der Entwicklung einer Innovation, also noch im „Laborstadium“, häufig Terminologie-Normen wichtig. Erst später, wenn es darum geht, eine Lösung in der realen Umgebung zu erproben, werden Schnittstellen- und Kompatibilitätsnormen und -standards relevant (Gabler 2018). Dies trifft insbesondere auch auf innovative und digital gestützte Smart City-Ansätze zu, mit denen möglicherweise umweltentlastende Effekte erzielt werden können. Somit kann das Fehlen von Normen und Standards eine Barrierewirkung darstellen. Umgekehrt kann das Fehlen von Normen und Standards auch in gewissem Grad einen „Experimentierraum“ schaffen, mit dem das Erproben neuer Technologien unabhängig von Normen und Standards unter spezifischen, städtischen Voraussetzungen getestet werden können. Dies ist aber immer mit einem gewissen Risiko verbunden (im schlimmsten Fall Haftungsfolgen bei Unglücken, aber auch dem Risiko einer Fehlinvestition, wenn sich eine andere Lösung in Form von Normen und Standards durchsetzt). Bezüglich der Verfügbarkeit spielt auch eine Rolle, inwiefern Normen und Standards bereits in nationale Regelwerke übernommen wurden.

Wie bereits erwähnt, ist die Anwendung von Normen und Standards grundsätzlich erst einmal freiwillig. Sie kann in verschiedenen Situationen z. B. sinnvoll sein, um Anforderungen zu definieren. In bestimmten Fällen, bei Verweis auf Normen in Gesetzen oder in Verträgen, ist die Anwendung allerdings notwendig. Die Anwendung von Normen und Standards kann daher

⁴⁶ TC bezeichnet ein Technisches Committee, also ein Gremium, in dem Normen erarbeitet werden.

prinzipiell in jeder der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Umsetzungsphasen erfolgen (vgl. Abbildung 5), sowohl durch die „Anwender“, also städtische Akteure, als auch Anbieter von innovativen Lösungen. Ein typischer Anwendungsfall ist etwa die Phase der Planung, in der die Stadtverwaltung, und hier in der Regel das Beschaffungsamt, mit Normen und Standards den Beschaffungsprozess unterstützen kann, um Anforderungen nach „Stand der Technik“ an bestimmte Produkte oder Dienstleistungen zu definieren. Hier kann auch der Rechtsrahmen eine wichtige Rolle spielen, der für die Umsetzung bestimmter Rechtsvorschriften die Anwendung bestimmter Normen und Standards für ein Produkt verlangt (vgl. hierzu auch Kapitel 4.5.2). Ebenso können Normen und Standards bereits im Vorfeld der Planung verwendet werden, um ein gemeinsames Begriffsverständnis für alle beteiligten Akteure zu etablieren und um so bezüglich der Bedarfsanalyse oder der Zieldefinition einen Rahmen für die spätere Umsetzung festzulegen. In der Phase der Evaluation von Maßnahmen können Normen und Standards als Referenz im Sinne einer Indikatorik genommen werden, um zu prüfen, ob festgelegte Ziele erreicht wurden. Aber auch Anbieter von innovativen Lösungen, können Normen und Standards für ihre Lösungen anwenden, um sich frühzeitig einen breiten Marktzugang zu sichern. Die Gründe für die Anwendung von Normen und Standards sind somit vielfältig, wie die Verpflichtung der Anwendung (Rechtsverbindlichkeit), die Absicherung nach „Stand der Technik“, oder die Umsetzung von Schutzzielen oder Effizienzversprechen (bei der Koordination von Schnittstellen). Städtische Akteure werden Normen und Standards daher häufig verwenden, um die für sie günstigen Anforderungen zu definieren oder um eine Überprüfung von Leistungen zu ermöglichen, weshalb die Anwendung von Normen und Standards hier in allen Phasen außer der eigentlichen Umsetzungsphase sinnvoll sein kann. Risiken für die Umsetzung nachhaltigkeitsförderlicher Ansätze bestehen aber beispielsweise immer dann, wenn die Anwendung von Normen und Standards nicht mehr freiwillig erfolgt bzw. erfolgen kann, und die notwendigen Normen und Standards nicht den spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen, wie vorhandenen technischen und baulichen Infrastrukturen, aber auch Prozessen und Governance-Strukturen, einer Stadt entsprechen. Dies kann dann etwa zu hohen Kosten bei der Umsetzung aufgrund von Umbaumaßnahmen führen, oder aber dazu, dass aus der Umwelt- und Nachhaltigkeitsperspektive sinnvolle Ansätze nicht umgesetzt werden können, da veraltete Normen und Standards als Referenz für eine Technologie als „Stand der Technik“ genommen werden. Dahingegen haben Lösungsanbieter in der Regel ein großes Interesse daran, sich über die Anwendung von Normen und Standards einen breiten Marktzugang zu sichern oder sich vor Haftungsansprüchen durch Befolgung des Standes der Technik abzusichern. Obwohl die Anwendung von Normen und Standards hier bereits in der eigentlichen Produktentwicklung bzw. bei der Herstellung erfolgt, sind Normen und Standards hier eher in der Phase der Umsetzung und der Evaluation relevant. Insgesamt ist die Beantwortung der Frage nach den Gründen für die Anwendung von Normen und Standards im Umsetzungsprozess aber nicht pauschal beantwortbar und abhängig von der Perspektive der jeweiligen Akteure und den Motivationslagen, z. B. wann ist die Nutzung von Normen und Standards möglich, wann verpflichtend, wann freiwillig / nutzbringend?

Zusammenfassend lässt sich insgesamt feststellen, dass Barrierewirkungen immer am konkreten Fall zu bestimmen sind. Es ist aber davon auszugehen, dass die größtmögliche förderliche Wirkung von Normen und Standards dann zu erwarten ist, wenn darüber Anforderungen definiert werden, die sowohl die Interessen des Anwenders („Stadt“) als auch des Lösungsanbieters widerspiegeln. Dies lässt sich über eine aktive Mitarbeit in der Normung und Standardisierung sicherstellen. Gleichzeitig ist die größtmögliche Barrierewirkung bei der Anwendung von Normen und Standards dann zu erwarten, wenn Normen und Standards inkompatibel zu städtischen Voraussetzungen sind und die damit definierten Mindestanforderungen nicht den Anforderungen der Stadt entsprechen. So können durch die

Anwendung aufgrund der städtischen Voraussetzungen (insbesondere vorhandener technischer und digitaler Infrastrukturen) z. B. Folgekosten für eine Systemumstellung notwendig werden, da diese z. B. inkompatible Schnittstellen aufweisen. Kritisch wird es außerdem immer dann, wenn der Aspekt der „Freiwilligkeit“ der Anwendung „unterwandert“ wird, entweder durch rechtlich-politische Rahmenbedingungen oder dadurch, dass Lösungsanbieter ihre Produkte für einen breiten Marktzugang nach auf internationaler Ebene erarbeiteten Normen und Standards gestalten oder in Verträgen darauf bestehen („Marktmacht“). In diesem Fall werden die Möglichkeiten zur kommunalen Selbstverwaltung bzw. Souveränität eingeschränkt. Dadurch können Barrierewirkungen erzeugt werden. Dies ist etwa der Fall, wenn sich z. B. Lösungsanbieter auf bestimmte Standards berufen und die Stadt gezwungen ist, nachzuziehen. Dadurch können Lock-In-Effekte erzeugt werden. Ein Beispiel ist die Kontroverse um die Verwendung von Microsoft Windows und Office in der Verwaltung. Dadurch wird ein proprietärer Standard in der Verwaltung eingeführt, der zu immensen Kosten führen kann, wenn das System umgestellt werden soll. Bei der Nutzung alternativer Angebote besteht allerdings die Gefahr, dass Nutzungsroutinen in einem langfristigen Prozess angepasst werden müssen (Stichwort: Bedienbarkeit) sowie die Gefahr fehlender Kompatibilität mit Fachanwendungen, wenn sich diese z. B. am Marktführer orientieren⁴⁷. Darüber hinaus kann durch Lock-In-Effekte außerdem auch die Umsetzung innovativer und nachhaltigkeitsfördernder Smart City-Ansätze verhindert werden. Denn gerade innovative Ansätze zeichnen sich dadurch aus, dass sie aufgrund ihres Innovationsgrades noch nicht oder nur sehr wenig standardisiert sind⁴⁸.

4.2.3 Akteursanalyse

Wie bereits beschrieben, ist für die Betrachtung der möglichen Wirkungen von Normen und Standards der Entstehungskontext, d. h. die Normung und Standardisierung, wichtig. Diese findet auf internationaler Ebene in verschiedenen Normungs- und Standardisierungsorganisationen statt. Um den Entstehungskontext von wesentlichen Normen und Standards im Bereich Smart City näher zu beleuchten, wurde eine Akteursanalyse durchgeführt, um wesentliche Akteure zu identifizieren, die an der Erarbeitung von Normen und Standards beteiligt sind und auf diesen Prozess Einfluss nehmen. Diese Akteursanalyse soll erste Anhaltspunkte für mögliche Interventionen durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und das Umweltbundesamt (UBA) geben. Weiterhin bildet sie die Grundlage für die Analysen in den Schritten zwei und drei. In die Akteursanalyse flossen darüber hinaus Erkenntnisse aus Expertengesprächen ein, die im Rahmen von Veranstaltungen zu themenverwandten UBA-Projekten geführt wurden. Im Rahmen dieser Studie steht dabei vor allem die internationale Ebene der Normung und Standardisierung im Vordergrund (sowie die entsprechenden Spiegelgremien auf nationaler Ebene) und nicht die europäische Ebene⁴⁹. Sofern aber sinnvolle Akteure bzw. inhaltliche Schnittmengen identifiziert werden, wird auf diese Ebene Bezug genommen.

Um die Zusammenhänge zu verstehen, welche Akteure an der Erarbeitung teilnehmen und so potenziell ihre Interessen in Normen und Standards einbringen können, werden in einem

⁴⁷ Ein prominentes Beispiel hierfür ist die Stadt München, vgl. www.heise.de/newsticker/meldung/Linux-Befuerworter-Muenchner-Rueckkehr-zu-Microsoft-wird-die-Verwaltung-jahrelang-laehmen-3887855.html und www.heise.de/newsticker/meldung/Rueckkehr-zu-Microsoft-Stadt-Muenchen-verbannt-LiMux-von-ihrer-Website-3846634.html, zuletzt Abgerufen am 02.12.2019.

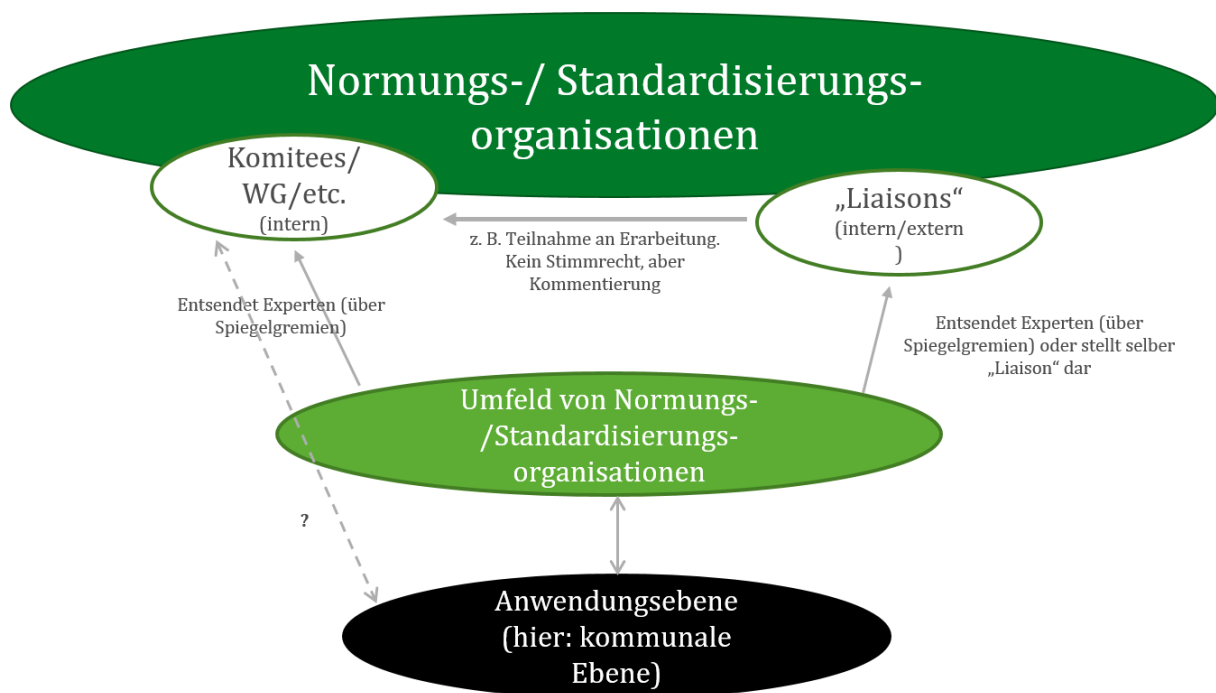
⁴⁸ Siehe hierzu die Einordnung verschiedener Typen von Normen und Standards in unterschiedlichen Phasen des Innovationsprozesses (Gabler 2018).

⁴⁹ Siehe für Normung zu Smart City auf europäischer Ebene die Ergebnisse des Vorgängervorhabens „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen“.

vereinfachten Modell die Zusammenhänge zwischen den relevanten Akteursgruppen aufgezeigt⁵⁰. Insgesamt sind drei wesentliche Akteursgruppen zu unterscheiden.

Wesentliche Akteursgruppen für die Erarbeitung von Normen und Standards sind dabei zunächst insbesondere die *Normungs- und Standardisierungsgremien* selbst. Neben den Gremien gehören dazu weiterhin „Liaisons“, also andere Gremien oder auch Organisationen, die mit den jeweiligen Gremien der offiziellen Normungs- und Standardisierungsorganisationen auf internationaler Ebene zusammenarbeiten⁵¹. Weiterhin zu nennen sind assoziierte Akteure aus dem *Umfeld* von Normungsorganisationen, d. h. Akteure, die z. B. dabei unterstützen, „interessierte Kreise“ in Normungsgremien zu entsenden oder diese beraten. Dazu gehören in der Regel überwiegend Mitglieder aus Unternehmen. Außerdem sind die *Anwender* zu nennen, in diesem Fall kommunale bzw. städtische Akteure. Abbildung 8 gibt einen allgemeinen Überblick über die Akteursstrukturen und ihre Zusammenhänge.

Abbildung 8: Zusammenhänge zwischen den betrachteten Akteursgruppen



Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

Das Thema Smart City umfasst aufgrund der Themenbreite und der Konvergenzfunktion digitaler Technologien verschiedene Aspekte und Querschnittsbereiche. Daher sind auch zahlreiche, unterschiedliche Normungs- und Standardisierungsgremien mit diesen Aspekten befasst, die nicht explizit das Thema Smart City betreffen.⁵² Darüber hinaus gibt es aber auf internationaler Ebene auch Gremien (sowie nationaler Ebene entsprechende Spiegelgremien), die das Thema Smart City explizit in ihrer Arbeit berücksichtigen und in diesem Sinne auch Schnittstellen- und Orientierungsfunktion für andere Gremien besitzen. Diese werden sowohl in den deutschen Normungsroadmaps vom DIN Deutschen Institut für Normung und der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE) aufgegriffen als auch in der nationalen und

⁵⁰ Der konkrete Ablauf der Normung und Standardisierung wird wie in Kapitel 4.1.2 erwähnt bereits an anderer Stelle ausführlicher erläutert, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

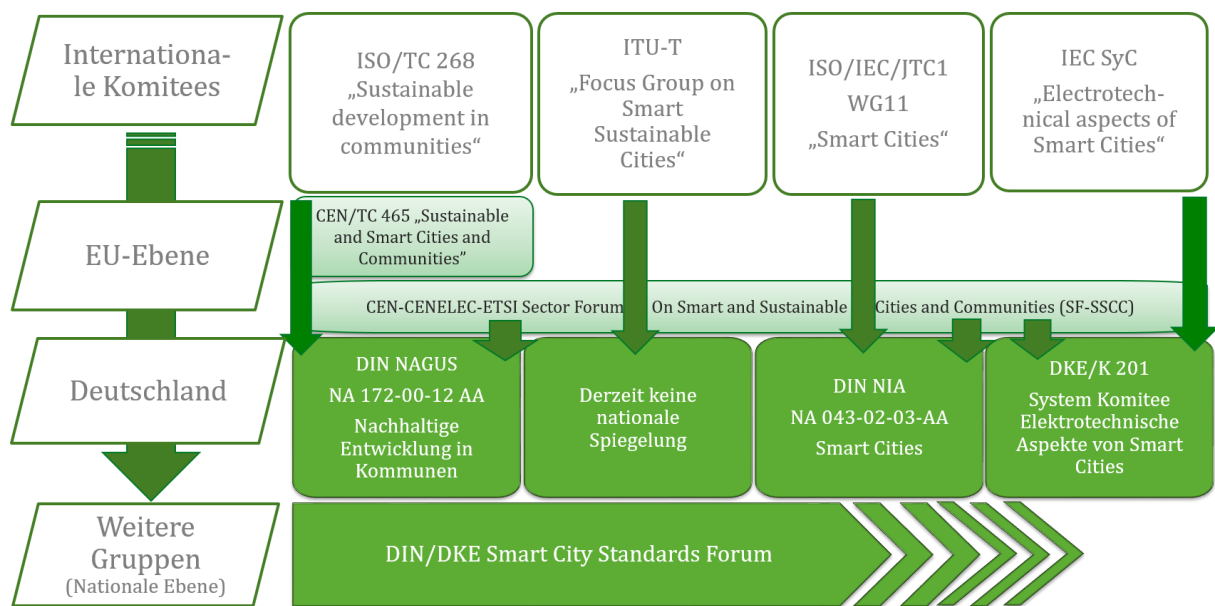
⁵¹ Siehe hierzu International Organization for Standardization [ISO] 2013.

⁵² Einen Überblick für relevante Normungsgremien auf europäischer Ebene liefert das Vorgängervorhaben „Smart, umweltrelevante Infrastrukturen“.

internationalen Diskussion immer wieder hervorgehoben (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. et al. 2014; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik 2015; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2017; Müller 2017).

Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Normungsgremien auf internationaler Ebene sowie deren jeweilige Spiegelgremien auf nationaler Ebene. Um hinsichtlich des Themas Smart City zu fokussierteren Aussagen zu kommen, stehen daher in Absprache mit dem Auftraggeber in dieser Studie insbesondere diese letztgenannte Kategorie von Normungs- und Standardisierungsgremien im Fokus.

Abbildung 9: Überblick über die Normungslandschaft zum Thema Smart Cities



Quelle: Eigene Darstellung nach DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik 2020, Institut für Innovation und Technik

Ausgehend von dieser thematischen und strukturellen Eingrenzung wurden folgende Akteure identifiziert. Als Normungs- bzw. Standardisierungsorganisationen auf internationaler Ebene sind das ISO, die International Electrotechnical Commission (IEC) und die International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) zu nennen, und hier insbesondere die in Abbildung 9 aufgeführten Gremien. Demgegenüber stehen auf nationaler Ebene die jeweiligen Spiegelgremien. Einige dieser Gremien heben in diesem Zusammenhang das Thema Nachhaltigkeit hervor. Insbesondere das ISO/TC 268 verfügt dabei über eine zentrale Stellung (vgl. z. B. Müller 2017)⁵³. Denn dieses fokussiert als einziges der Gremien auf internationaler Ebene zentral auf das Thema „Nachhaltigkeit“ (bzw. „Sustainability“)⁵⁴. Obwohl dies zunächst nicht als Beleg für die tatsächliche Bedeutung dieses Gremiums für die Entwicklung nachhaltiger Smart City-Ansätze gewertet werden kann, deutet es doch auf die besondere Rolle für das Thema Nachhaltigkeit im städtischen Kontext hin (siehe hierzu auch Kapitel 4.3).

⁵³ Obwohl in dieser Studie vor allem die internationale Ebene im Vordergrund steht, sei darauf hingewiesen, dass im Oktober 2019 auch bei CEN ein offizielles Gremium zum Thema Smart Cities eingerichtet wurde, das CEN/TC 465 (CEN CENELEC 2019). Dieses fungiert als Spiegelgremium zum ISO/TC 268 auf europäischer Ebene. Abbildung 98 spiegelt diese Entwicklung bereits wieder.

⁵⁴ Dabei verzichtet es im Gegensatz zur Fokusgruppe der ITU-T sogar gänzlich auf den Zusatz „smart“.

Darüber hinaus beschäftigt es sich nicht ausschließlich mit rein technischen Aspekten oder Themen wie z. B. IT-Lösungen, sondern legt den Fokus explizit auch auf kommunale Prozesse und Strukturen sowie Indikatoren (International Organization for Standardization [ISO] 2020).

Auf internationaler Ebene ist eine Zusammenarbeit zwischen den zentralen Smart City-Gremien vor allem über die ISO/IEC Joint Technical Committee (JTC) 1 Working Group (WG)⁵⁵ möglich. Es finden sich darüber hinaus auch einzelne Hinweise zur Gründung einer übergeordneten IEC-ISO-ITU Smart Cities Task Force, welche alle drei großen Normungsorganisationen auf internationaler Ebene vereint (International Organization for Standardization [ISO] und International Electrotechnical Commission [IEC] 2019). Inhalte oder Schwerpunkte hierzu sind allerdings noch nicht bekannt.⁵⁵ Von Seiten der deutschen Spiegelgremien wird aber darauf hingewiesen, dass die Zusammenarbeit auf internationaler Ebene allerdings eher ungenügend ist. Daher wird auf nationaler Ebene in den entsprechenden Spiegelgremien die Zusammenarbeit intensiviert, um dieses Defizit auszugleichen (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2018b, S. 63, 2018a, S. 38)⁵⁶. Hierzu gehört u. a. das Abhalten gemeinsamer Sitzungen. Auch die Einbindung weiterer kommunaler Akteure, insb. im Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA) 043-02-03-AA, welcher seinen Fokus auf IT-Lösungen im kommunalen Umfeld legt, soll weiter vorangetrieben werden (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2018b, S. 63). Abgesehen davon existiert als Querschnittsgruppe auch das beim DIN angesiedelte Smart City Standards Forum (SC SF)⁵⁷.

Von diesen in den zentralen Smart City-Gremien auf internationaler Ebene erarbeiteten Normen und Standards wurden bislang allerdings keine als DIN-Norm in das deutsche Normwerk übernommen (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2020a, 2020b; DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik 2019).

Als für das Thema Umwelt und Nachhaltigkeit relevante Organisationen im Umfeld der genannten Gremien wurden von deutscher Seite das Koordinierungsbüro Normungsarbeit der Umweltverbände (KNU), ICLEI und der Deutsche Städtetag identifiziert. Diese Organisationen sind entweder als „Liaison“ (hier z. B. das ICLEI⁵⁸) oder über das nationale Spiegelgremium (KNU, Dt. Städtetag) am ISO/TC 268 beteiligt (International Organization for Standardization [ISO] 2020; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2018a, S. 38f.). Im Rahmen der Expertengespräche wurden außerdem die Koordinationsstelle Umweltschutz (KU) identifiziert.

Neben den genannten offiziellen Normungs-bzw. Standardisierungsorganisationen wurde zusätzlich geprüft, ob und welche Standardisierungskonsortien in dem Themenfeld relevant sind. Das Akteursfeld ist hier aufgrund der großen Anzahl an Konsortien unübersichtlich⁵⁹. Da der Fokus in diesem Projekt auf dem „Big Picture“ liegt, wurde hier lediglich eine stichprobenartige Recherche wichtiger Konsortien vorgenommen, inwiefern hier eine explizite,

⁵⁵ Siehe hierzu auch Kapitel 4.3.

⁵⁶ Siehe hierzu auch Kapitel 4.3.

⁵⁷ Auch anderer regelsetzende Organisationen, wie z. B. der VDI mit der Initiative Stadt:Denken (VDI-Initiative Stadt:Denken 2019), verfügen über ähnliche Querschnittsgruppen mit dem Ziel, alle Aktivitäten zum Thema Smart City innerhalb der regelsetzenden Organisation zu koordinieren. Hier konnte allerdings keine institutionalisierte Zusammenarbeit mit anderen Querschnittsgruppen, wie dem SC SF, identifiziert werden. Im Beispiel der genannten VDI-Initiative sind aber zumindest auch kommunale Akteure beteiligt (VDI-Initiative Stadt:Denken 2019, S. 2).

⁵⁸ Unter anderem speist ICLEI Erfahrungen aus dem EU-Forschungsprojekt RESIN, in dem standardisierte Ansätze zur Unterstützung städtischer Resilienz vor dem Hintergrund des Klimaschutzes erforscht werden, in die Normungsarbeit des ISO/TC 268 mit ein (Jong et al. 2018, S. 31). Aus dem gleichen Forschungsprojekt entsteht darüber hinaus durch weitere am Projekt beteiligte Akteure, wie dem Fraunhofer IAIS, Input für weitere Normungsgremien (ISO/TC 207 „Umweltmanagement“) ebenso wie für weitere Normungsaktivitäten (Jong et al. 2018, S. 30ff.). Dieses Beispiel zeigt, dass durch entsprechend vernetzte Akteure vereinzelt auch aus Forschungsprojekten umwelt- und nachhaltigkeitsrelevante Inhalte direkt in die Normungsarbeit fließen können.

⁵⁹ Die Webseite www.consortiuminfo.org gibt eine umfangreiche Übersicht über Standardisierungskonsortien (Mangelsdorf 2019).

d. h. organisierte Beschäftigung mit dem Thema Smart City geschieht. Insgesamt sind zahlreiche Standardisierungskonsortien an der Standardisierung im Bereich Smart City beteiligt, wobei der Fokus vor allem auf den Themen wie etwa Dateninteroperabilität und -schnittstellen für verschiedene Anwendungsfelder liegt (vgl. European Telecommunications Standards Institute [ETSI] 2016a, 2016b). Dabei wird auch die z. T. große und unüberblickbare Masse an entwickelten oder in der Entwicklung befindlichen Standards sowie die große Defragmentierung der Standardisierungslandschaft kritisch angemerkt (European Telecommunications Standards Institute [ETSI] 2016a, S. 19)⁶⁰. Als bekannte Standardisierungskonsortien sind hier vor allem das IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers, Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), one M2M (Global initiative for Internet of Things standardisation), und die Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) zu nennen, in denen sich Arbeitsgruppen oder Komitees mit dem Thema Smart City beschäftigen (ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities [FG-SSC] 2020).

Viele dieser Standardisierungskonsortien, wie z. B. one M2M oder IEEE entwickeln eigene Standards oder beteiligen sich als Liaison an der Normungsarbeit (ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities [FG-SSC] 2020), sodass in einigen Fällen auch eine Zusammenarbeit der Standardisierungskonsortien mit den internationalen Normungsorganisationen stattfindet. Gewissermaßen einen Sonderfall stellt die Koordinierungsstelle für Standards des IT-Planungsrates dar. Diese Institution koordiniert die Erarbeitung von Standards für die Verwaltung (z. B. xBau und xPlan) und beteiligt auch kommunale Institutionen. Eine konkrete Zusammenarbeit mit der europäischen oder internationalen Ebene bei der Entwicklung von Standards ist allerdings nicht ersichtlich. Bis auf die erstgenannten sind alle Konsortien europäischer Herkunft. Aufgrund der starken Internationalisierung in diesem Bereich sind diese beiden Ebenen aber kaum mehr zu trennen, da es häufig auch eine große Schnittmenge zwischen den beteiligten Akteuren gibt (Birner et al. 2017, S. 24). Insgesamt lässt sich keinerlei Schwerpunktbildung hin zu bestimmten Standardisierungskonsortien feststellen, das Bild ist auch hier stark fragmentiert.

Wie bei Normungsgremien und vielmehr noch bei Standardisierungskonsortien üblich, ist es hier in der Regel kaum möglich zu erfahren, welche Unternehmen oder Institutionen direkt an der Erarbeitung der Standards mitgewirkt hat, also auch, ob z. B. städtische und umweltrelevante Akteure beteiligt waren. Weitere Akteure aus dem Umfeld, bei denen keine direkte Verbindung zu den genannten Gremien nachgewiesen werden konnte, die aufgrund ihrer thematischen und institutionellen Rolle aber als assoziierter Akteur relevant sein könnten, oder im Sinne einer Institution zur Koordination von Standards auf nationaler Ebene, sind darüber hinaus der Verband kommunale Unternehmen (VKU)⁶¹, der Deutsche Städte- und Gemeindebunde (DStGB) und die Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt). Auf kommunaler Ebene sind grundsätzlich alle Städte relevante Akteure.

⁶⁰ Diese Diagnose betrifft nicht nur den Bereich Smart City, sondern insgesamt die Standardisierungslandschaft (vgl. Birner et al. 2017).

⁶¹ Der VKU wirkt u. a. in anderen Gremien mit, die im weiteren Sinne das Thema Smart City betreffen, beispielsweise im Normenausschuss Kommunale Technik beim DIN. Dieses behandelt u. a. Grundlagenthemen wie Kommunikationsschnittstellen, aber auch Digitale Systemsteuerung, Fahrzeuge sowie Behälter in der Abfallentsorgung und Straßenreinigung. Der VKU stellt in diesem Gremium den Vorsitz (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2019).

4.2.4 Zwischenfazit zur Wirkweise von Normen und Standards im Smart City-Kontext

Die Zusammenhänge zwischen Normen/Standards, Normung/Standardisierung und der Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen sind sehr komplex; Normen/Standards können in der Umsetzung daher vielfältige Rollen spielen. Eine generelle förderliche oder hinderliche Wirkung der Anwendung von Normen und Standards bei der Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen kann nicht abgeleitet werden. Sie ist vielmehr immer abhängig vom konkreten Fall und hier insbesondere dem Entstehungs- und Anwendungskontext. Dabei können anhand der Wirkweisen mögliche Indikatoren aufgezeigt werden, um die Wirkung jeweils näher zu bestimmen. So ist diese z. B. abhängig von der Verfügbarkeit von Normen bzw. Standards, der Motivation zur Anwendung von Normen und Standards, oder der Berücksichtigung lokaler Anforderungen in den angewandten Normen und Standards (z. B. lokale Schutzziele).

Nichtsdestotrotz birgt die Anwendung von Normen und Standards nicht nur Chancen, sondern auch Risiken. Dies gilt sowohl für kommunale Anwender, die mit der Anwendung von Normen und Standards z. B. Mindestanforderungen zum Einsatz von Produkten und Dienstleistungen im städtischen Kontext definieren, als auch etwa für Lösungsanbieter von Smart City-Ansätzen, die für ihre Produkte und Dienstleistungen eine größtmögliche Marktverbreitung erreichen wollen. So können kommunale Anwender Normen und Standards in der Phase der Bedarfsanalyse beispielsweise nutzen, um auf Basis des „Standes der Technik“ gewünschte Anforderungen an umzusetzende Lösungen zu definieren. Gerade in hochinnovativen Anwendungsbereichen wie Smart City, gibt es aber häufig noch keine konkreten Normen oder Standards, weshalb sich Städte hier beispielsweise mit eigenen Standards behelfen müssen⁶². Diese sind regional anwendbar und möglicherweise auch auf andere Städte übertragbar. Ihre Gültigkeit ist aber insofern „begrenzt“, als dass sie nicht von einem Normungsgremium offiziell beschlossen und anerkannt wurden oder dass sie so weit Verbreitung finden, dass sie gewissermaßen einen „Marktstandard“ bilden. Die mögliche Gefahr liegt dann darin, dass in Normungs- oder Standardisierungsgremien Standards beschlossen werden, auf die in Rechtsvorschriften oder Vertragsverhältnissen Bezug genommen wird und die diesen eigenen städtischen Standards entgegenstehen. In diesem Fall hätten beispielsweise die bei ISO beschlossenen und von DIN übernommenen Normen als anerkannter Stadt der Technik Gültigkeit, was zu Problemen bei der Umsetzung im städtischen Kontext führen kann. Eine weitere Gefahr besteht beispielsweise auch dann, wenn verfügbare Normen und Standards veraltet sind und so etwa bestimmte Grenzwerte nicht berücksichtigen, aber gemäß Gesetz oder vertraglicher Verpflichtungen verwendet werden müssen. Insgesamt sind hierfür aber, wie auch in den Folgekapiteln deutlich wird, oftmals Einzelfallbetrachtungen notwendig. Bislang handelt es sich hier auch vor allem um eine hypothetische Gefahr, da bislang kaum konkrete Fälle bekannt sind, in denen dies eingetreten ist.

Die größtmögliche, förderliche Wirkung im Sinne einer positiven Beeinflussung der Umwelteffekte ist daher über eine aktive Mitarbeit in der Normung und Standardisierung sowie die Gestaltung entsprechender Normen und Standards zu erwarten.

⁶² Siehe hierzu auch Kapitel 4.4.

4.3 Anwendbarkeit internationaler Standards

4.3.1 Internationale Normen und Standards vor dem Hintergrund regionaler Anwendbarkeit

Aufbauend auf den im ersten Schritt erarbeiteten Erkenntnissen zu den Zusammenhängen von Normung und Standardisierung und der Umsetzung von Smart City-Ansätzen erfolgt in diesem Abschnitt eine Einschätzung zur Anwendbarkeit internationaler Normen und Standards im regionalen Kontext.

Städte und Kommunen sind ein hochkomplexes System, welches nicht nur durch technische, sondern auch durch räumliche, soziale, kulturelle und ökologische Strukturen sowie weitere lokalen Rahmenbedingungen geprägt ist (vgl. Reiß-Schmidt et al. 2015, S. 15). Sie sind daher sehr vielfältig und unterscheiden sich in ihrer lokalen Ausprägung. Um diese Besonderheiten zu berücksichtigen und diesen bei der Umsetzung von Vorhaben zur Lösung städtischer Herausforderungen Rechnung zu tragen, gibt es in Deutschland das Instrument der kommunalen Selbstverwaltung. Städte und Kommunen werden dadurch befähigt, innerhalb eines bestimmten Rahmens, der durch Bundes- oder Landesgesetze vorgegeben wird, Entscheidungen zu treffen, die den jeweils spezifischen, lokalen Begebenheiten Rechnung trägt. Dies betrifft u. a. die Rechtssetzung, aber auch stadtplanerische Entscheidungen. Damit wird gleichermaßen der Einflussbereich von Städten bzw. von städtischen Akteuren umrissen - wo können/dürfen/müssen sie entscheiden, und wo nicht? So forderte der Deutsche Städtetag bereits 2015 in einem Impulspapier dazu auf, die (technische geprägte) Normung nicht dazu zu nutzen, „die kommunale Selbstverwaltung bei der Ausübung ihrer Planungshoheit und [dem] Betrieb kommunaler Daseinsvorsorgeeinrichtungen einzuschränken“ (Reiß-Schmidt et al. 2015, S. 15). Die Anwendung von Normen und Standards sollten städtische Akteure eher dabei unterstützen, diese Aufgaben wahrzunehmen und auszuführen.

Normung und Standardisierung ist ein über 100 Jahre altes, historisch gewachsenes System, welches sich kontinuierlich den „Anforderungen der technologischen Entwicklung und der Digitalisierung“ stellt, sich diesen anpasst und dabei laufend fortentwickelt (vgl. Birner et al. 2017, S. 15). Dabei finden Normung und Standardisierung heutzutage bereits zum überwiegenden Teil auf internationaler Ebene statt; den hier geltenden Prozessen der Normung liegen beispielsweise Vereinbarungen wie der Wiener Vereinbarung zugrunde, die zwischen vielen Ländern geschlossen wurden. Hierzu gehören Übernahmevereinbarungen von internationalen Normen in nationale Regelwerke und Vereinbarungen zu Abstimmungsregularien (vgl. Birner et al. 2017, S. 15 & 26f.). Bei einer nicht ausreichenden Repräsentanz nationaler Interessen in internationalen Normungsgremien besteht dabei die Gefahr, dass niedrigere Anforderungen oder geringere Qualitätsniveaus oder Schutzziele als die national gewünschten in die Normung Eingang finden und dann aufgrund von Übernahmeregeln in das nationale Regelwerk übernommen werden.

Vor dem Hintergrund einer zunehmend international ausgerichteten Normung und Standardisierung, in die Interessen und Erfahrungen zahlreicher internationaler, meist aus der Privatwirtschaft stammenden Mitglieder einfließen, stellt sich daher die Frage der Anwendbarkeit der auf internationaler Ebene erarbeiteten Normen und Standards im Hinblick auf die unterschiedlichen regionalen Spezifika von Kommunen und Städten in Deutschland. Im Folgenden wird diese Frage auf Basis der Einschätzung von Fachleuten aus der „Top-Down“-Perspektive in Bezug auf die Auswirkungen internationaler Normen und Standards auf städtische Gestaltungsprozesse und -ebenen sowie aus der „Bottom-Up“-Perspektive in Hinblick

auf Einflussmöglichkeiten kommunaler und umweltrelevanter Interessenslagen auf Normung und Standardisierung betrachtet.

4.3.2 „Top-Down“-Perspektive: Auswirkung internationaler Normen und Standards auf städtische Gestaltungsprozesse und -ebenen

Anwendung von internationalen Normen und Standards

Grundsätzlich ist die Anwendung von Normen und Standards freiwillig. Dieser Grundsatz wurde von allen Befragten immer wieder betont. Alle haben die Wahl, ob sie Normen und Standards anwenden möchte oder nicht. Das betrifft sowohl Lösungsanbieter als auch „Anwender“ wie Kommunen, die mit Hilfe von Normen und Standards beispielsweise Mindestanforderungen für Dienstleistungen oder Produkte definieren möchten.

Allerdings kann diese Wahl durch einige Rahmenbedingungen eingeschränkt werden, wodurch die Freiwilligkeit relativiert wird. Dafür gibt es verschiedene Ursachen. Wie auch bereits im ersten Arbeitsschritt erläutert, ist hier die Tatsache zu nennen, dass Rechtsvorschriften sich auf Normen und Standards beziehen können (z. B. die BSI-Kritisverordnung - KritisV) oder dass Normen und Standards Bestandteil von Vertragswerken werden können. Dadurch wird die Anwendung der entsprechenden Normen und Standards verpflichtend.

Dabei ist es durchaus als kritisch zu sehen, dass der Bund in Rechtsvorschriften auf Normen verweist, deren Anwendung unter Umständen Kosten in Städten und Kommunen verursacht. Besonders kritisch ist dabei, dass damit demokratische Prozesse in Städten indirekt außer Kraft gesetzt werden und privatwirtschaftliche Unternehmen indirekt die Möglichkeit bekommen, darüber zu entscheiden, was in Städten umgesetzt wird. Ebenfalls problematisch sind in diesem Zusammenhang die Kosten für die Beschaffung von Normen selbst gesehen⁶³. Dies gilt für den Fall, wenn Normen aufgrund von Rechtsvorschriften angewandt werden müssen, aber auch dann, wenn Städte Normen freiwillig nutzen möchten.

Ein weiterer Grund, der weniger explizit, aber nicht minder wirkungsvoll ist, ist der Status von Normen und Standards als „Stand der Technik“ bzw. als „Stand von Wissenschaft und Technik“. Normen und Standards können beispielsweise in juristischen Auseinandersetzungen als Maßstab genommen werden⁶⁴, selbst wenn der zuvor genannte Fall nicht zutrifft. Dies ist insbesondere bei Haftungsfragen der Fall. Dadurch können Normen und Standards auch dann eine Wirkkraft entfalten, wenn eine Anwendung nicht formell erfolgt oder vorgeschrieben ist.

Als wichtiger Faktor in diesem Zusammenhang ist daher Wissen um die Verfügbarkeit internationaler Normen und Standards hervorzuheben (siehe auch Abschnitt 4.3.3). Eine Sensibilität für die Thematik bei kommunalen Akteuren sowie Transparenz über den Bestand an Normen und Standards ist daher wichtig für den souveränen Umgang mit neuen digitalen Technologien.

Eine weitere Herausforderung dabei ist, dass viele Normen, insbesondere aus dem Umweltbereich, wie z. B. die ISO-Norm 14001 zum Umweltmanagement, nicht in den öffentlichen Bereich überführt und dort angewandt werden. Daher ist Wissenstransfer hier eine wichtige Herausforderung, die es zu bewältigen gilt.

⁶³ Dieses Thema wird in Bezug auf die Anwendung von Normen generell als problematisch angesehen, unabhängig vom Smart City-Kontext. So wird beispielsweise in der Studie Normung 2030 (Birner et al. 2017) hingewiesen, dass Normen, auf die in Gesetzen verwiesen wird, kostenfrei zur Verfügung gestellt werden sollten.

⁶⁴ Siehe hierzu auch Hallscheidt et al. 2016.

Dennoch gibt es Hinweise darauf, dass die Anwendung von Normen und Standards Kommunen und Städte grundsätzlich dabei unterstützt, städtische Zielsetzungen mit Umwelt- oder Nachhaltigkeitsrelevanz umzusetzen, und dadurch Umwelteffekte zu erzeugen⁶⁵.

Grenzen der internationalen Normung und Standardisierung in Hinblick auf die Anwendung

Die Frage danach, was als Gegenstand von Normung bzw. Standardisierung geeignet ist, hängt eng mit der Frage nach den konkreten Grenzen der internationalen Normung und Standardisierung in Hinblick auf den geplanten Anwendungskontext zusammen.

Parkisch einstimmig wurde festgestellt, dass diese Frage nicht pauschal beantwortet werden kann. Somit lassen sich auch keine konkreten Kategorien definieren, anhand derer diese Grenzen eindeutig definierbar oder abschätzbar seien, und oftmals im Einzelfall entschieden werden müsse.

Grundsätzlich lässt sich aber festhalten, dass eine internationale Normung und Standardisierung dann als kritisch anzusehen ist, wenn sie in den politisch-gesellschaftlichen Bereich eingreift. Dies betrifft in der Stadtentwicklung die Frage, wer was umsetzt und wer welche Ziele fordert. In diesem Zusammenhang wurde auch die Rolle des Diskurses in der Stadtentwicklung betont.

Denn in Hinblick auf internationale Normung und Standardisierung ist zu berücksichtigen, dass viele Dinge in einer Stadt im gesellschaftlichen Diskurs mit der städtischen Bevölkerung und in Abhängigkeit mit den Gegebenheiten vor Ort geschehen (z. B. bauliche Beschaffenheit und Stadtbild, Bedarf an technischen Infrastrukturen und Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, aber auch Bedarf an grünen Infrastrukturen und Verwaltungshierarchien und städtischen Netzwerken), und viele Dinge daher auch in diesem Diskurs festgelegt werden müssen. Eine Norm bzw. ein Standard, der diesbezüglich zu restriktive Vorabannahmen trifft, wird daher als wenig sinnvoll angesehen. Die Stadtentwicklung werde im Zusammenhang mit der Bevölkerung und deren jeweiligem Anwendungskontext gemacht. Diese lassen sich nicht in Normen und Standards fassen. Daher ist insbesondere die internationale Normung der technischen Ebene i. d. R. eher mit Chancen verbunden als die internationale Normung von Prozessen oder Indikatoren, und kann kommunalen oder umweltrelevanten Akteuren somit auch eine Hilfestellung bieten.

Ein zentrales Problem wurde insbesondere dann gesehen, wenn vor allem prozessorientierte Normen und Standards politische Entscheidungen beeinflussen und diese Entscheidungen vorwegnehmen würden. Zwar sollen Normen und Standards lediglich Kriterien dafür definieren, um Entscheidungen treffen zu können. Je nach Anwendungskontext einer Stadt können diese Kriterien aber mehr oder weniger problematisch sein und kommunale Entscheidungsspielräume stark einschränken – und so doch Entscheidungen in einem gewissen Sinn vorwegnehmen. Dies spiegelt sich auch in der eingangs erwähnten Rolle der kommunalen Selbstverwaltung wider, die es kommunalen Verwaltungen ermöglicht, innerhalb eines bestimmten Rahmens eigenständig vor dem Hintergrund der Bedingungen und der Bevölkerung in einer Stadt zu handeln. Zwar ist die Anwendung von Normen und Standards grundsätzlich freiwillig. Aber wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, können auch Lösungsanbieter sich auf Normen und Standards beziehen und so kommunale Akteure, wie in dem in Kapitel 4.2 genannten Beispiel von Microsoft und München dargestellt, aufgrund ihrer Marktmacht „zwingen“, diese Normen und Standards ebenfalls anzuwenden.

Eine Annäherungsmöglichkeit an die Grenze der Normung und Standardisierung besteht somit im Grad der Komplexität der Umsetzung einer Lösung. Je komplexer ein Smart City-Ansatz in der Umsetzung ist und je mehr städtische Strukturen dadurch beeinflusst werden, desto weniger lässt sich dieser Ansatz normen bzw. standardisieren. Hierbei spielen auch Themen wie die

⁶⁵ Darauf weisen auch die Ergebnisse des Vorgängervorhabens «Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen» hin.

Verfügbarkeit von Daten eine Rolle. Dies kann beispielsweise problematisch werden, wenn bestimmte Daten in einer Norm oder einem Standard gefordert sind, diese aber in einer Stadt gar nicht genutzt werden. Oder wenn für die Umsetzung eines Smart City-Ansatzes bestimmte Daten verfügbar sein müssen, diese in einer Kommune aber nicht vorhanden sind, weil die Infrastruktur zur Erfassung zu kostspielig ist. Auch das Thema Datenhoheit, also vereinfacht gesagt die „Nutzungserlaubnis“ (vgl. Ensthaler und Haase 2017), kann dabei eine Rolle spielen.

Anwendungsbezogene Lösungen, wie praktisch alle Smart City-Ansätze, sind somit stark kontextabhängig, d. h. also jeweils vor dem Hintergrund der jeweiligen Stadt zu betrachten. Dieser Kontext unterscheidet sich dabei insbesondere auf internationaler Ebene z. T. massiv. Auch die Infrastrukturvoraussetzungen sind international sehr unterschiedlich.

Daher sind die unterschiedlichen Herangehensweisen bzw. Systemlogiken in der Stadtplanung zwischen asiatischen und deutschen bzw. europäischen Städten („Greenfield-Ansatz“ vs. „Bau im Bestand“) problematisch, wenn sie in konkreten Normen und Standards „eingeschrieben“ werden und so die Stadtentwicklung beeinflussen.

Somit sind rein national getriebene Normierungsvorschläge insgesamt kritisch zu sehen. An dieser Stelle zeigt sich aber auch deutlich die Chance, die in der Beteiligung an der internationalen Normungs- und Standardisierungsarbeit besteht.

Die internationale Normung bzw. Standardisierung von rein technischen Gegenständen (z. B. Schnittstellen) ist aus diesem Grund weniger problematisch, da diese Technologien in der Regel weltweit in der gleichen Form genutzt werden und somit weitestgehend unabhängig vom jeweils unterschiedlichen Anwendungskontext einer Stadt sind. Ein Beispiel hierfür ist etwa das Handyladekabel, welches weltweit gleich genutzt wird und somit auch keine Anpassung in den Anwendungsroutinen der Nutzenden erfordert. Etwas Anderes wäre es aber, wenn beispielsweise Städte vorschreiben könnten, aufbauend auf einem Bürgerdialog, dass aus Energiegründen nur bestimmte Handykabel und Ladegeräte genutzt werden dürften, um städtische Zielstellungen zur Energieeffizienz zu erfüllen. Dieses fiktive und überspitzte Beispiel verdeutlicht die eingangs erläuterte Aussage, dass die Frage nach der Grenze internationaler Normung und Standardisierung nur schwer beantwortet werden kann, und dass selbst die Normung rein technischer Gegenstände prinzipiell auch problematisch sein kann.

Insgesamt wurde auch ein klarer Forschungsbedarf dahingehend identifiziert, dass es klarere Definitionen der Grenzen von Normen und Standards benötigt. U. a. ist dabei zu betrachten, wie beispielsweise prozessorientierte Normen mit verwaltungsrechtlichen Prozessen funktionieren.

Dabei müsse Wissen um die Nutzungsfähigkeit vor dem Hintergrund bestimmter Anwendungskontexte generiert werden. Oftmals herrscht auch Unsicherheit, ob bestimmte Normen im deutschen Kontext angewendet werden können.

Eignung für internationale Normung und Standardisierung vor dem Hintergrund regionaler Spezifika

Was alles Gegenstand von Normung und Standardisierung sein kann, ist sehr vielfältig. Grundsätzlich lässt sich zunächst zwischen eher technischen Normen und Standards (z. B. Schrauben oder Datenformaten und -schnittstellen) und eher produkt-, prozess- bzw. strategisch-orientierten Normen und Standards (z. B. Managementsysteme) unterscheiden.

Dabei herrschte bei den interviewten Fachleuten überwiegend die Meinung vor, dass internationale Normen und Standards vor allem in Bezug auf die technologische Ebene im Bereich Smart City sinnvoll sind. Hierzu gehören beispielsweise Themen wie z. B. Bautechnik oder Verkehrslenkung, aber auch allgemeine Themen im Zusammenhang mit kritischen Infrastrukturen. Technische Standards können hier eine große Hilfestellung sein, um z. B.

Schnittstellen zu gestalten, Kommunikationsfähigkeit zwischen Infrastrukturen herzustellen und Einzelsysteme zu vermeiden, aber auch um Datenformate zu vereinheitlichen, etwa für kommunale Datenplattformen oder Bürgerkonten. Hierzu zählen auch die Normen und Standards, die beispielsweise im Subcommittee (SC) 1 „Smart Communities Infrastructures“ vom ISO/TC 268 erarbeitet werden. Diese wurden aber in Bezug auf die Eignung für deutsche Städte als nicht geeignet angesehen (siehe hierzu auch in den folgenden Abschnitten).

Ein wichtiges Thema, welches dabei stärker in den Blick genommen und unterstützt werden sollte, ist die Normung und Standardisierung offener Schnittstellen und Datenformate. Dies ist wichtig, um Pfadabhängigkeiten von bestimmten Lösungsanbietern zu verhindern und die Entscheidungsfähigkeit und Souveränität von Städten und Kommunen sicherzustellen. Dies gilt insbesondere für die Umsetzung nachhaltiger Smart City-Ansätze in Hinblick auf die lokalen Gegebenheiten vor Ort und die Partizipationsmöglichkeiten der Stadtbevölkerung. Daher sind offene Schnittstellen und Formate an dieser Stelle essentiell. Die EU hat derzeit viele Prozesse in Richtung Open Source, offener Daten und Schnittstellen angestoßen. Gerade auf internationaler Ebene gibt es auf diesem Gebiet aber noch Bedarf.

Hier spielen auch die langen Entwicklungszyklen in der Stadtplanung eine wichtige Rolle, die es erforderlich machen, dass Schnittstellen möglichst lange kompatibel bleiben. Die Internationalisierung gerade im IKT-Bereich macht auf technischer Ebene Standards erforderlich, da aufgrund dieser internationalen Dimension vieler Smart City-Ansätze andernfalls viele Dinge nicht umsetzbar sind, und dadurch innovative, technologische Lösungen verhindert werden.

Ein Thema, welches in der Normung und Standardisierung bislang kaum betrachtet wird, das für die nachhaltige Stadtentwicklung aber einen großen Mehrwert bietet, ist die Verknüpfung technologischer mit grünen Infrastrukturen. Hier ist es wichtig, konkrete Bedarfe frühzeitig zu erkennen und in die Normung und Standardisierung einzuspeisen.

Weniger sinnvoll hingegen sind sie bei prozessorientierten Themen wie z. B. Management Frameworks, Prozessnormen oder Indikatoren. Also wenn der „klassische Bereich“ der Normung verlassen wird.

Eine Schwierigkeit bei Managementframeworks ist beispielsweise, dass die in den Frameworks definierten Prozesse oftmals nicht auf deutsche Prozesse anwendbar sind bzw. vorhandene Prozesse nicht berücksichtigen. Als Beispiel wurde die Relevanz von Bürgerbeteiligungen und die vorhandenen Entscheidungshierarchien in deutschen Städten genannt, die historisch gewachsen und daher oftmals unterschiedlich ausgeprägt sind. Betont wurde allerdings, dass sie gerade im Bereich Umwelt und Nachhaltigkeit Orientierung bieten können.

Ähnlich gelagert ist es beim Thema Indikatorik. Hier spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die eine internationale Normung von Indikatoren schwierig machen.

Ein wichtiger Punkt ist, dass in vielen Städten bereits eigene Indikatorsets existieren, ebenso wie eigene Definitionen. Weiterhin existieren derzeit sehr viele verschiedene „Smart City-Leitbilder“, wie z. B. „Smart City“ oder „Nachhaltige Stadt“, welche jeweils unterschiedliche Indikatorsets erforderlich machen. Auf das Beispiel Deutschland bezogen wurde darauf hingewiesen, dass hier ein integrierter Stadtentwicklungsansatz leitend ist, für den ein umfangreiches Indikatorset sinnvoll sei. Dieses fehle bisher.

Als weiterer Punkt wurde angemerkt, dass Indikatoren oftmals nicht oder nicht ausreichend in Bezug zu den UN-Nachhaltigkeitsindikatoren gesetzt werden. So wurden beispielsweise die im ISO/TC 268 entwickelten Indikatoren-Sets zunächst von Seiten kommunaler und umweltrelevanter Akteure als schwierig angesehen, da hier nur quantitative Aussagen getroffen

wurden und keine qualitativen (z. B. ob bestimmte Voraussetzungen in Bezug auf einen Indikator in unterschiedlichen Stadttypen vorhanden sein müssen oder nicht). Bei Indikatoren besteht deshalb die Gefahr der Fehlinterpretation, wenn zu viele Eigenschaften definiert werden, die von der Stadtgesellschaft vor Ort bzw. regional unterschiedlich gesehen werden. Hier spielen die unterschiedlichen Voraussetzungen der Städte eine wichtige Rolle. Eine Stadt in Kessellage hat etwa andere Anforderungen in Bezug auf Smog und Luftreinhaltung als eine Stadt am Meer, in der es sehr windig ist. Auch auf die oftmals fehlende Datenbasis für die Arbeit mit Indikatoren stellt ein Problem in Bezug auf die Anwendung der Indikatoren dar.

Relevanz von Nachhaltigkeit in internationalen Normen und Standards

Eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit den Grenzen der internationalen Normung und Standardisierung spielt auch die Rolle der Nachhaltigkeit bei internationalen Normen und Standards (vgl. auch vorherigen Abschnitt).

Hierbei ist im Wesentlichen zu unterscheiden zwischen Normen und Standards, mit denen konkrete, direkte Auswirkungen auf Umwelt und Nachhaltigkeit erreicht werden können, wie z. B. durch die Berücksichtigung konkreter CO₂-Grenzwerte oder Obergrenzen für belastende Schwermetalle in Mess- und Prüfnormen, sowie Normen und Standards, die eher qualitative Anforderungen definieren und so umwelt- und nachhaltigkeitswirksame Auswirkungen auf die Anwendung haben. Hier sind überwiegend, aber nicht ausschließlich, Produkt- und Prozess-, sowie Managementnormen und -standards betroffen. Insbesondere im letzten Fall wurde dies dabei in Hinblick auf die Internationalisierung von Normung und Standardisierung als kritisch angesehen.

So spiegelt sich diese Problematik vor allem in der Entwicklung im ISO/TC 268 wider⁶⁶. Hier gab es eine weitreichende Debatte um die Begriffe „Smart“ und „Nachhaltig“, analog zu den Begriffen Smart City und Nachhaltige Stadt. Der Begriff „Smart“ stellt eine eher technikorientierte Perspektive dar (wie z. B. im Sinne von „durch digitale Technologien“ realisierbar. So spricht man etwa auch eher von smarten, also intelligenten Technologien.). Der Begriff „Smart“ als geradezu inflationär genutzter Begriff nimmt in der internationalen Technologiedebatte, nicht nur im Bereich „Smart City“, eine prominente Rolle ein. Dagegen umfasst der Begriff Nachhaltigkeit eher eine Perspektive, die nicht primär durch Technik geprägt ist, sondern auch soziale und ökologische Aspekte umfasst und somit auch Themen wie veränderte Nutzungsformen betrifft.

Im ISO/TC 268 wurde diese Diskussion um die Begriffe „Smart“ und „Nachhaltig“ sehr intensiv geführt. Letztlich setzte sich der Begriff „Nachhaltig“ durch. Die Begriffe „Smart“ und „Nachhaltig“ wurden dabei getrennt voneinander betrachtet und „Nachhaltigkeit“ als übergeordneter Begriff gesehen. Somit stellt Nachhaltigkeit quasi das Ziel dar, während Themen wie Digitalisierung, „Smartness“ oder Intelligente Vernetzung, die sich eher im Smart City-Verständnis finden, als Maßnahme gesehen werden, um das Ziel der Nachhaltigkeit zu erreichen. An diesem Verständnis richtet das ISO/TC 268 seine Arbeit aus. In diesem Verständnis wird auch berücksichtigt, dass nicht jede digital gestützte Maßnahme nachhaltig ist, und dass deren Umsetzung erhebliche, negative Folgen für die Nachhaltigkeit haben kann. Dies trifft beispielsweise dann zu, wenn zur Implementierung eines Smart City-Ansatzes aufgrund von Inkompatibilitäten vorhandene technische Infrastrukturen, wie z. B. Computer-Hardware, kostspielig und ressourcenintensiv erneuert bzw. entsorgt (aufgrund von Inkompatibilitäten, fehlender Leistung etc.) werden müssen. Daher spielen hier etwa offene Schnittstellen- und

⁶⁶ Siehe hierzu auch Butscher 2012.

Datenstandards eine wichtige Rolle, um Kompatibilität sicherzustellen und Pfadabhängigkeiten zu vermeiden.

Betont wurde an dieser Stelle, dass es auf ein gutes Zusammenspiel von technischen Standards und dem sozioökonomischen Umfeld der Städte ankommt. Der Begriff der Nachhaltigkeit ist dabei eine zentrale Frage für die zukünftige kommunale Planung. Daher ist es wichtig, dass dieser nicht auf technologische Bestandteile und Konzepte reduziert wird.

4.3.3 „Bottom-Up“-Perspektive: Einfluss kommunaler und umweltrelevanter Interessenslagen auf Normung und Standardisierung

Relevanz und Einordnung der Normungslandschaft und Zusammenarbeit auf internationaler Ebene

Normungslandschaft zum Thema Smart City auf internationaler Ebene

Die Entwicklung von internationalen Normen und Standards geschieht in entsprechenden Gremien von Normungsorganisationen oder Standardisierungskonsortien. Die thematische Ausrichtung und Schwerpunktsetzung dieser Gremien, welches sich in der Regel in einem Geschäftsplan und einem Arbeitsprogramm widerspiegelt, legen so gewisse inhaltliche Rahmenbedingungen der Erstellung von Normen und Standards fest. Daher ist zunächst die Frage zu beantworten, welche norm- bzw. standarderarbeitenden Akteure für das Thema Smart City auf internationaler Ebene relevant sind. Im Folgenden wird der Fokus vor allem auf die Arbeit internationalen Normungsorganisationen gelegt.

Da das Thema „Smart City“ thematisch und inhaltlich sehr breit gefasst ist, kommen grundsätzlich viele Normungsgremien mit dem Thema in Berührung, deren Fokus nicht primär der städtische und kommunale Anwendungsbereich ist. Für die europäische Ebene zeigte beispielsweise die Vorgängerstudie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“ auf Basis einer umfangreichen Analyse der europäischen Normungslandschaft eine große Bandbreite an relevanten Normungsgremien auf. Auch für die internationale Ebene ist ein ähnliches Bild abzusehen⁶⁷. In Hinblick auf die verschiedenen Anwendungsbereiche, Technologien und Dienstleistungen, die im Smart City-Kontext relevant sind, ist daher die Landschaft an relevanten Gremien und Arbeitsgruppen z. T. sehr unübersichtlich.

Grundsätzlich wurden somit als für die internationaler Ebene relevante Gremien die im Rahmen der Akteursanalyse im ersten Schritt identifizierten Gremien und Arbeitsgruppen genannt. Dazu gehören u. a. das ISO/TC 268, aber auch die ISO/IEC JTC 1/WG 11 „Smart Cities“ oder die SG 20 „Internet of things (IoT) and smart cities and communities (SC&C)“ der International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). Dabei ist in Hinblick auf den Aspekt der Nachhaltigkeit insbesondere das ISO/TC 268 als wichtiger Akteur zu nennen, welcher, wie bereits dargestellt, Nachhaltigkeit nicht nur unter technischen Aspekten betrachtet. Das Arbeitsprogramm des ISO/TC 268 wird derzeit überarbeitet und die Unterstützungsfunktion der Digitalisierung stärker hervorgehoben. Für das ISO/TC 268 wird auch die Arbeit der Arbeitsgruppe („Working Group“) 4 hervorgehoben, die sich mit der Entwicklung eines Open Data-Frameworks für Smart Cities auseinandersetzt. Zum ISO/TC 268 gehört auch ein Unterausschuss, der sich mit Smart City-Infrastrukturen befasst und der derzeit unter japanischem Vorsitz läuft. Dieser nimmt zunehmend stärker technologische Aspekte in den Fokus und entwickelt eine gewisse Eigendynamik, was sich als problematisch herausstellen

⁶⁷ Vgl. hierzu auch Kapitel 4.2.3 sowie die Normungsroadmaps zu Smart City (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. et al. 2014; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik 2015; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2017).

könnte. Daher ist es hier wichtig, die Entwicklungen zu beobachten und nationale Interessen ggf. aktiver einfließen zu lassen.

Eine zunehmende Bedeutung für das Thema Smart City bekommt auch die Arbeit der System Committee (SyC) Smart Cities der IEC, welche auch über das JTC 1 Verbindungen zur ISO aufweist und gerade mit einer Referenzarchitektur den Rahmen für Smart Cities auf technischer Ebene festlegt. Weiterhin wurden alle Gremien auf internationaler Ebene als relevant angesehen, die sich mit kritischen Infrastrukturen (z. B. Wasser, Fernwärme, Energie) beschäftigen.

Der Status der „zentralen“, d. h. sich explizit mit dem Thema Smart City befassenden Gremien und Arbeitsgruppen, wie dem ISO/TC 268 oder der ISO/IEC Joint Technical Committee (JTC)1/Working Group (WG)11, wird in diesem Gesamtkontext durchaus ambivalent gesehen.

Eine wichtige Funktion dieser Gremien und Arbeitsgruppe wird darin gesehen, dass sie den Themenkomplex „Smart City“ koordinieren. Dies ist wichtig für die weitere Entwicklung des Themas „Smart City, aber auch für die Abstimmung mit der Industrie, die in dem Gremium einen zentralen Anlaufpunkt für das Thema hat. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf die Industrie, die Bedarfe von Städten, Kommunen sowie der Stadtbevölkerung bislang wenig beachtet hat. Diese zentralen Gremien, insbesondere das ISO/TC 268, in denen auch kommunale Vertreter mitarbeiten, kann dabei unterstützen, internationalen Lösungsanbietern diese Bedarfe näher zu bringen, zu vermitteln und ein Verständnis dafür zu entwickeln. Dies gilt vor allem, wenn es darum geht, etwas in bestehende Systeme, wie es viele europäische Städte sind, einzufügen. Zwar müssen sich international tätige Unternehmen auch darauf einlassen, es wurde aber darauf hingewiesen, dass sich die Bereitschaft dazu in den letzten Jahren verbessert habe. Obwohl diese Gremien aber, wie bereits erwähnt, gewissermaßen „natürliche“ Ansprechpartner im Bereich Smart City, nehmen dennoch nicht alle Akteure die Arbeit dieser zentralen Gremien wahr oder berücksichtigen diese.

Zusammenarbeit auf internationaler Ebene

Das System der Normung ist ein seit Jahrzehnten gewachsenes, stark formalisiertes Konstrukt, welches prinzipiell allen interessierten Kreisen die Mitwirkung an Normen und Standards ermöglicht. Außerdem stellt es sicher, dass u. a. die darin definierten Anforderungen an Technologien oder Produkte tatsächlich dem „Stand der Technik“ bzw. dem „Stand der Wissenschaft und Technik“ entsprechen, gesellschaftlich relevante Schutzziele beachtet und Widersprüche ausgeschlossen werden. Andererseits ist dieses System relativ unflexibel in seinen Abstimmungsprozessen und durch seine weit verzweigte Gremienstruktur nicht nur für Außenstehende nicht mehr leicht zu überblicken. Gerade bei sich schnell und dynamisch entwickelnden und schwer abgrenzbaren Themenbereichen wie dem Thema Smart City kommt das System so schnell an seine Grenzen.

Ein grundsätzliches Problem wurde daher in der mangelnden Transparenz und Unübersichtlichkeit der Normungslandschaft und des Normungsprozesses gesehen. Vielen Normungsgremien und den darin tätigen Akteuren sind aufgrund der zuvor beschriebenen Bandbreite an Smart City-Themen oftmals ihre Relevanz für das Thema nicht klar. Auch ist es für Außenstehende oftmals schwierig zu erkennen, wer an welchen Themen beteiligt ist. Gerade für wenig normungserfahrene Akteure stellt dies eine Hürde dar.

Neben der mangelnden Transparenz und Übersichtlichkeit der Normungslandschaft wurde als weitere, relevante Herausforderung auch der fehlende Austausch zwischen den thematisch betroffenen Gremien identifiziert. Viele der Gremien arbeiten parallel an Themen, es herrscht dadurch z. T. eine Konkurrenzsituation. Eine übergreifende Koordination findet nicht statt,

ebenso wenig wie ein systematischer Informationsaustausch zwischen den Normungsgremien auf internationaler Ebene. Dies betrifft sowohl die zu bearbeitenden Themen als auch die Zusammensetzung anderer Gremien.

Die ISO/IEC JTC1/WG11 spiegelt im Grundsatz zwar eine Kooperation wider, an der zumindest zwei internationale Normungsorganisationen beteiligt sind. Hier liegt der Fokus aber vor allem auf der Schaffung von Grundlagen für IKT-basierte Technologien im Bereich Smart Cities. Allerdings ist von ISO und IEC geplant, die Lücken in der Zusammenarbeit zeitnah anzugehen, einen gemeinsamen Referenzrahmen für Smart Cities zu schaffen und darin auch die Perspektiven der relevanten Smart City-Gremien einfließen zu lassen.

Grundsätzlich wurde das ISO/TC 268 zwar als gut verknüpft angesehen⁶⁸, allerdings wird auch betont, dass in diesem Gremium das Know-how zum Umgang mit eher technisch geprägten Themen fehlt. Auch gibt es an dieser Stelle keine Zusammenarbeit mit relevanten Aktivitäten von Standardisierungskonsortien, wie z. B. von der IEEE.

Insgesamt unterstreichen die befragten Fachleute die Bedeutung eines zentralen, koordinierenden Smart City-Gremiums auf internationaler Ebene, welches als solches von allen relevanten Akteuren anerkannt ist und alle Aktivitäten zum Thema Smart City bündelt und koordiniert. Aufgrund der starken Berücksichtigung des Themas Nachhaltigkeit erscheint vor allem das ISO/TC 268 als geeignet, um umwelt- und nachhaltigkeitswirksame Themen in die Normung einfließen zu lassen und so positive Umweltwirkungen von Smart City-Ansätzen zu fördern.

Beteiligung umweltrelevanter und kommunaler sowie nationaler Akteure an der internationalen Normung

Ausgehend von der Betrachtung der Normungslandschaft ist die Frage zu beantworten, welche Akteure in der Normung und Standardisierung zu Smart City-Ansätzen mitwirken und wie die Mitwirkung realisiert werden kann, um nationale sowie kommunale und umweltrelevante Interessen in der Normung und Standardisierung durchzusetzen. Im Fokus stehen dabei insbesondere die genannten, zentralen Smart City-Gremien.

Bezüglich der beteiligten Akteure ist zwischen der Nationalität der beteiligten Akteure (Welche Kenntnisse oder Erfahrungen werden bzgl. des Anwendungskontextes eingebracht?) sowie der Art der Akteure zu unterscheiden, also: handelt es sich um privatwirtschaftliche Akteure, die primär durch ökonomische Interessen geleitet werden und eher auf eine internationale Marktdurchdringung abzielen? Oder handelt es sich um andere „interessierte Kreise“, zu denen auch kommunale sowie umweltrelevante Akteure gehören, und die stärker die Anwendersicht repräsentieren, aber auch z. B. gesamtgesellschaftlich relevante Bedarfe in die Normung einfließen lassen.

Nationale Beteiligung in der Smart City-relevanten Normung und Standardisierung

Im Hinblick auf die Nationalität der in der Normung aktiven Experten wurde einstimmig darauf hingewiesen, dass asiatische Experten (China, aber auch Japan und Korea) derzeit eine starke Präsenz in den Normungs- und Standardisierungsgremien im Bereich Smart City zeigen⁶⁹. Sie treiben dort Normung und Standardisierung voran und dominieren somit den Diskurs in der

⁶⁸ Siehe hierzu auch die Übersicht der Liaisons: www.iso.org/committee/656906.html

⁶⁹ Die Studie „Normung 2030“ weist darauf hin, dass gerade, unabhängig vom Thema Smart City, im Bereich der Konsortialstandardisierung, also z. B. IEEE oder AIOTI, andere Länder die Themen stark vorantreiben und der deutsche Einfluss entsprechend geringer ist.

Normung⁷⁰. Die Beteiligung ist dabei vor allem wirtschaftsgetrieben, denn das vorrangige Interesse liegt darin, dass asiatische Akteure zunehmend Lösungen für Smart City-Anwendungen entwickeln und diese auf dem Markt verbreiten wollen.

Deutsche und europäische Akteure hingegen bringen sich derzeit relativ wenig auf internationaler Ebene ein. Dennoch ist Deutschland eines der wenigen Länder, aus denen kommunale Vertreter in der internationalen Normung vertreten sind. Gerade aufgrund der im vorherigen Abschnitt geschilderten Herausforderungen wird die starke asiatische Präsenz im Bereich der Smart City-relevanten Normung daher als problematisch eingeschätzt. Zwar sind deutsche und europäische Akteure beispielsweise im ISO/TC 268 relativ gut vertreten, die Mehrheit der Teilnehmer in diesem Gremium stammt aber aus dem asiatischen Raum. Ähnlich sieht es auch in anderen Gremien aus, die sich mit Smart City-relevanten Themen beschäftigen.

Eine wichtige Rolle dabei spielen auch die jeweiligen Sekretariate der Normungsgremien und Arbeitsgruppen, denn die Sekretariate haben in der Regel einen großen Einfluss auf die Themensetzung und die Leitlinien der Gremien- bzw. Arbeitsgruppenarbeit. Beispielsweise liegt zwar im ISO/TC 268 das Sekretariat bei AFNOR, der französischen nationalen Normungsorganisation. Bereits das erwähnte SC 1 im ISO/TC 268 zu Smart City-Infrastrukturen steht aber unter japanischer Leitung. Die Aktivitäten in diesem Gremium werden dabei derzeit stark durch Anforderungen asiatischer Städte beherrscht. Von deutscher Seite werden daher viele Vorschläge abgelehnt, die nicht für die Anwendung in deutschen bzw. europäischen Städten als geeignet erscheinen.

Beteiligung umweltrelevanter und kommunaler Akteure

Ein großes Problem auf internationaler Ebene stellt vor allem die geringe Beteiligung kommunaler und umweltrelevanter Akteure dar. Im Vergleich dazu steht die starke Präsenz von privatwirtschaftlichen Akteuren aus international vertretenen Unternehmen. Normung ist „traditionell“ eher eine Domäne von Unternehmen aus der Wirtschaft, die durch ihre Mitwirkung in der Normung den Zugang zum internationalen Markt sicherstellen wollen. Dennoch ist die geringe Beteiligung kommunaler und umweltrelevanter Akteure im Bereich Smart Cities aus den zuvor erläuterten Gründen als problematisch einzuschätzen, da langfristig Auswirkung auf die Stadtplanung, und somit auch für europäische und deutsche Städte, abzusehen sind.

Um die eigenen Interessen auf internationaler Ebene in die Normung einzubringen, ist in allererster Linie die Mitwirkung auf nationaler Ebene, d. h. in den entsprechenden Spiegelgremien, wichtig.

Vor allem im Vergleich mit anderen Ländern wird die Vertretung kommunaler Interessen in der Normung überwiegend als zufriedenstellend eingeschätzt. Hervorgehoben wurde an dieser Stelle das Spiegelgremium zum ISO/TC 268 auf deutscher Ebene beim DIN, der DIN NAGUS NA 172-00-12 AA „Nachhaltige Entwicklung in Kommunen“, in dem sowohl Kommunal- und Umweltverbände als auch kommunale Unternehmen beteiligt sind und so kommunale Interessen einbringen.

Eine stärkere Beteiligung kommunaler und umweltrelevanter Akteure in der Normung und Standardisierung wurde insgesamt als notwendig erachtet. Dies gilt über alle Smart City-relevanten Gremien hinweg insbesondere auch in Hinblick auf die kontinuierliche Mitarbeit kommunaler und umweltrelevanter Akteure. Auch die Mitwirkung der Wissenschaft könnte

⁷⁰ Darauf weist auch die Vorgängerstudie „Smarte umweltrelevante Infrastrukturen“ hin. Anzeichen für starke asiatische Präsenz findet sich außerdem z. B. auch im IEC SyC Smart Cities, wo z. B. verschiedene aktuelle Normungsprojekte von Akteuren aus Asien geleitet werden, vgl. www.iec.ch/dyn/www/?p=103:23:0:::FSP_ORG_ID:13073

noch verbessert werden, um wissenschaftliche Expertise im Themenfeld Smart Cities stärker in die Normung zu integrieren.

Dabei ist dies nicht nur notwendig, um unerwünschte Folgen einer internationalen Normung und Standardisierung in deutschen Städten und Kommunen zu vermeiden. Sondern es wird darin auch eine Chance gesehen, Anforderungen auf internationaler Ebene mitzugestalten und Smart City-Ansätze „Made in Germany“, die beispielsweise umweltwirksamer und nachhaltiger sind als Lösungen aus dem asiatischen Raum, stärker auf internationaler Ebene zu verbreiten und gleichzeitig umweltschädliche Lösungsansätze zu vermeiden.

Grundsätzlich versucht das DIN, alle relevanten Interessen, d. h. die „interessierten Kreise“ in die Smart City-relevante Normung mit einzubeziehen. Ein großer Vorteil in Deutschland ist die Möglichkeit, Fachleute aus Umweltverbänden koordiniert in die Normung einbringen zu können. Als Schnittstelle hierfür gilt vor allem das Koordinierungsbüro Normungsarbeit der Umweltverbände (KNU). Zwar gibt es auf europäischer Ebene mit ECOS, der European Environmental Citizens' Organisation for Standardisation, ein Pendant zur KNU, welche eine ähnliche Funktion erfüllt und Fachleute aus den Bereichen Umwelt und Nachhaltigkeit in die europäische und internationale Normung und Standardisierung einbringt. Gerade im Vergleich mit anderen Ländern ist Deutschland hier aber bereits gut aufgestellt, um umweltrelevante Fachleute auch in die Smart City-relevante Normung zu bringen. So wurde durch die befragten Experten mehrfach darauf hingewiesen, dass gerade in asiatischen Ländern z. T. überhaupt keine Vertreter von Umweltinteressen beteiligt werden, was in Hinblick auf das Thema Nachhaltigkeit kritisch zu sehen ist. Hier fehlt ein Interessensausgleich, der auf internationaler Ebene stärker eingefordert werden müsste.

Neben der KNU spielt auch das Umweltbundesamt (UBA) grundsätzlich eine wichtige Rolle bei der Unterstützung umweltrelevanter Normung in Smart City-relevanten Anwendungsbereichen. So unterstützen derzeit rund 100 Mitarbeitende des UBA die umweltbezogene Normung. Dabei arbeitet das UBA eng sowohl mit dem DIN als auch mit der Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU) beim DIN zusammen. Allerdings findet hier derzeit keine thematische, übergeordnete Koordination in Hinblick auf das Thema Smart City statt.

Die Vertretung kommunaler Interessen findet überwiegend durch Mitglieder von Städteverbänden wie dem Deutschen Städtetag und dem Städtenetzwerk ICLEI statt, hier insbesondere im DIN NAGUS NA 172-00-12 AA „Nachhaltige Entwicklung in Kommunen“ bzw. dem ISO/TC 268. Zwar sind vereinzelt auch Städte an der Mitwirkung in der Normung interessiert, eine kontinuierliche Teilnahme allerdings an mangelnden Ressourcen⁷¹. Hier sind Städte in der Regel eher in anderen Kreisen auf nationaler Ebene aktiv, in denen relevante Themen und Bedarfe besprochen werden und z. T. auch Standardisierungsaktivitäten stattfinden⁷². Dabei fehlt es aber weitestgehend die strukturierte Anbindung an die Prozesse der Normung, um diese Themen auch in die internationale Diskussion einbringen zu können⁷³.

Darüber hinaus ist auch das Smart City Standards Forum (SC SF)⁷⁴ zu nennen, welches beim DIN angesiedelt ist und ein wichtiger Impulsgeber ist. Dieses versucht, Aktivitäten auf nationaler Ebene zu koordinieren und versteht sich als Brückenbauer und Themensetzer. Hier wirken, neben kommunalen und umweltrelevanten Akteuren, z. T. auch viele Partnerorganisationen von

⁷¹ Siehe hierzu auch die Ergebnisse der Studie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“.

⁷² Nicht genannt, aber in diesem Kontext auch relevant sind beispielsweise die Standardisierungs-Aktivitäten, die durch die Koordinierungsstelle IT-Standards des IT-Planungsrats angestoßen werden. Siehe: www.xoev.de

⁷³ Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch die Vorgängerstudie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“.

⁷⁴ Für nähere Informationen, siehe www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/smart-cities/arbeitskreise, letzter Zugriff am 17.01.2020

Städten aktiv mit, wobei diese in der Regel keine Entscheidungsgewalt haben, was die Effektivität der Mitwirkung etwas einschränkt.

In Hinblick auf einzelne, Smart City-relevante Anwendungsbereiche ist die Beteiligung umweltrelevanter und vor allem kommunaler Interessen mitunter differenziert zu sehen, sodass in einigen Bereichen durchaus eine stärkere Interessensvertretung festzustellen ist als in anderen. Hier wirkt sich vor allem die Arbeit kommunaler Unternehmen und kommunaler Unternehmensverbände auf die Gremienarbeit aus, welche in Deutschland stark ausgeprägt ist. Hervorgehoben wurde dabei das Beispiel Wasserver- und -entsorgung.

Wie bereits angedeutet, ist die Vertretung der genannten Interessen in anderen Ländern teils deutlich weniger stark ausgeprägt als in Deutschland, was sich wiederum auf die Interessensvertretung kommunaler und umweltrelevanter Interessen in der internationalen Normung auswirkt. Deutschland wird hier aber, trotz der beschriebenen Defizite bei der Beteiligung, durchaus als Vorbild gesehen, gerade in Hinblick auf die Beteiligung von umweltrelevanten Akteuren.

Durchsetzung von nationalen Interessen und Schutzzielen in der Normung und Standardisierung

Grundlage für die Durchsetzung von kommunalen und umweltrelevanten Zielen in der Normung und Standardisierung ist, wie bereits erläutert, eine ausreichend starke und kontinuierliche Präsenz und Mitwirkung entsprechender Interessensvertreter in den internationalen Normungs- und Standardisierungsgremien. Obwohl insbesondere im ISO/TC 268 eine verhältnismäßig aktive Mitarbeit kommunaler und umweltrelevanter Akteure erfolgt, die sich beispielsweise in der Definition des Nachhaltigkeitsverständnisses zeigt, ist die Beteiligung insgesamt betrachtet als eher gering einzuschätzen.

Darüber hinaus gibt es weitere Herausforderungen, die hinsichtlich der Durchsetzung nationaler Ziele in der Smart City-relevanten Normung als problematisch angesehen wurden. Ein zentrales Problem liegt darin, dass es praktisch keine Möglichkeit gibt, einen Normentwurf zu stoppen, wenn dieser erst einmal in die Wege geleitet wurde. Daher ist es notwendig, diese Norm entsprechend mitzugestalten. Dies setzt wiederum Kenntnis über den Normentwurf voraus, aber auch entsprechende Ressourcen, sich an der Normentwicklung gestaltend beteiligen zu können. Da jedes Land hier Vorschläge machen kann, sind besonders aktive Länder im Vorteil, da sie aufgrund der großen Anzahl an Anträgen bessere Chancen haben, ihre Normen durchzusetzen, wenn diesen nicht entsprechende Personalkapazitäten aus nationalen Spiegelgremien entgegengestellt werden können, um diese Normanträge zu prüfen. Zwar werden alle Anträge aus allen Ländern grundsätzlich gleich behandelt und geprüft. Doch durch die große Anzahl an Anträgen besteht die Gefahr, dass bei der Prüfung wichtige Punkte übersehen werden, die sich im späteren Verlauf als kritisch in Hinblick auf kommunale Umsetzungen erweisen. Diese Gefahr ist insbesondere bei kommunalen Mitgliedern groß, die in der Regel nur mit geringen Ressourcen ausgestattet sind.

Grundsätzlich können Normen bzw. Normenentwürfe auch öffentlich kommentiert werden, ohne dass direkt an der Erarbeitung mitgewirkt wird. Dies wird aber in der Regel wenig wahrgenommen, meist aus Ressourcengründen, aber auch, da das Thema oftmals zu weit vom eigenen, kommunalen Handlungsraum entfernt und damit auch nicht relevant zu sein scheint. Eine aktive Beteiligung ist hier daher notwendig, und Städte müssen als Anwender aktiv zur Teilnahme aufgefordert werden.

An dieser Stelle zeigt sich auch besonders das bereits erwähnte Problem der unzureichenden Koordination der verschiedenen, Smart City-relevanten Aktivitäten auf internationaler Ebene, welche eine Übersicht über die relevanten Themen schwierig macht.

In diesem Zusammenhang wurde aber auch die Rolle des Bundes als Themensetzer betont. Hier könnte der Bund aktiv Themen setzen und sein Vorschlagsrecht gegenüber dem DIN geltend machen, um diese Themen aktiv in die internationale Normung einzubringen.

Als problematisch wurden außerdem die Abstimmungsmechanismen auf internationaler Ebene angesehen. Damit eine Norm auf internationaler Ebene verabschiedet werden kann, müssen die jeweiligen Delegierten aus einem Normungsgremium über diese Norm abstimmen. Eine Enthaltung ist möglich, zählt aber nicht als Ablehnung. Eine Abstimmung ist darüber hinaus auch möglich, wenn nicht an der Erarbeitung der Norm mitgewirkt wurde. Hier wurde die oftmals unreflektierte Haltung der Delegierten bei der Abstimmung kritisiert, die an Abstimmungen teilnehmen, ohne an der Erarbeitung mitgewirkt zu haben. Dadurch werden auch Normen angenommen, die hinsichtlich der kommunalen Anwendung kritisch zu sehen sind. Allerdings ist einschränkend zu sagen, dass Deutschland alleine hier wenig ausrichten kann, da aufgrund des Mehrheitsprinzips eine Norm auch dann angenommen wird, wenn die Mehrheit der Akteure zustimmt. Hier ist deshalb die Bildung von Allianzen, etwa auf europäischer Ebene, sinnvoll.

Maßnahmen zur Realisierung der Interessensvertretung kommunaler, umweltrelevanter Akteure in der Normung und Standardisierung

Abschließend soll betrachtet werden, welche Herausforderungen zur Realisierung der Interessensvertretung kommunaler, umweltrelevanter Akteure in der Normung und Standardisierung bestehen und welche Maßnahmen und Instrumente als sinnvoll gesehen werden, um die Interessensvertretung zu realisieren.

Sensibilität für das Thema

Als wichtiges Thema wurde die fehlende Sensibilität und das fehlende Wissen zum Thema Normung und Standardisierung bei kommunalen Akteuren hervorgehoben.

In der Umsetzung von Smart City-Ansätzen stehen vor allem die vielfältigen Probleme und Herausforderungen vor Ort im Zentrum der Wahrnehmung. Nur in den wenigsten Fällen steht dabei die internationale Dimension sowohl dieser Lösungsansätze als auch der Herausforderungen im Zentrum. Dies gilt umso mehr für das Thema Normung und Standardisierung, welches in der Regel noch als Thema für technische Spezialisten gesehen wird, und bei dem die Einordnung des eigenen städtischen Kontextes in internationale Prozesse der Normung und Standardisierung buchstäblich in weiter Ferne liegt.

Diese Problematik liegt auch in der Systematik der Normungsprozesse begründet, insbesondere auf internationaler Ebene, da beispielsweise eine direkte Teilnahme in internationalen Normungsgremien nicht möglich ist, sondern nur über das Delegationsprinzip. Darüber hinaus gehen Normungsprozesse z. T. über mehrere Jahre, weshalb es für kommunale Akteure oftmals kaum möglich ist, diese zu begleiten.

Insgesamt fehlt Städten daher das Bewusstsein für die Relevanz des Themas, aber auch die Möglichkeiten, sich dessen anzunehmen. Zwar gibt es durchaus Städte, die sich in Normungs- bzw. Standardisierungsvorhaben einbringen, wie z. B. München. Dazu gehören auch die europäische Initiative zu „Smart and Sustainable Communities“ mit den in diesem Rahmen agierenden Leuchtturmstädten, die sich in der Normung engagieren. Diese sind aber eher eine Ausnahme.

Da Normung und Standardisierung nicht als Pflichtaufgabe von Städten verstanden wird, werden hierfür auch nur in den seltensten Fällen, wie eben im Rahmen der Aktivitäten als Leuchtturmstadt, ausreichend Ressourcen für die Teilnahme an internationalen Normungs- und Standardisierungsprozessen bereitgestellt oder etwa in der Stellenbeschreibung von

Verwaltungsmitarbeitenden verankert, obwohl mitunter Interesse an der Mitwirkung vorhanden ist. Aber auch fehlendes technisches Know-how kann eine Hürde bei der Mitwirkung sein.

Bereitstellung von Ressourcen

Weiterhin kommt insbesondere bei kommunalen Akteuren häufig noch erschwerend hinzu, dass Reisekosten oftmals nicht abrechenbar sind. Dies ist gerade für die Teilnahme an internationalen Normungsgremien problematisch, da diese auch im internationalen Raum stattfinden. Somit besteht für kommunale Akteure eine hohe Schwelle, sich über die Mitarbeit an Spiegelgremien hinaus an der Normung zu beteiligen. Im Gegensatz zu privatwirtschaftlichen Akteuren, werden kommunale Mitglieder somit praktisch von der Teilnahme an internationalen Normungsgremien ausgeschlossen, sollten sich hierfür keine alternativen Finanzierungsmöglichkeiten finden. Da Normung und Standardisierung auch in der Regel nicht als Pflichtaufgabe von Städten und Kommunen gesehen werden, werden hier auch kaum Ressourcen für bereitgestellt. Eine Ausnahme bilden hier kommunale Unternehmen und Betriebe, wie z. B. Wasserwerke, die das Thema eher auf der Agenda haben.

Aber auch bei Akteuren zur Vertretung von Umweltinteressen ist die Ressourcenfrage kritisch. So ist beispielsweise das UBA zwar bereits im Bereich der Umweltnormung aktiv, aber dennoch fehlt es hier an zeitlichen und personellen Ressourcen, um die Bandbreite an verschiedenen Themen, die insbesondere das Thema Smart City mit sich bringt, abdecken zu können.

In Zusammenhang mit der Ressourcenfrage wurde auch die Problematik der teilweise engen Fristen bei den Abstimmungsprozessen hervorgehoben, welche neben dem Alltagsgeschäft kaum wahrgenommen werden können. Bei Industrievertretern, die teilweise nur für die Normung und Standardisierung arbeiten, sind diese Anforderungen eher umzusetzen. Insgesamt ist der Prozess der Normung sehr auf die Arbeitsweise und Anforderungen der Industrie ausgelegt.

Wissenstransfer und Transparenz

Ein weiteres Defizit ist das Fehlen eines institutionalisierten Mechanismus, über den Städte Erfahrungen und Expertise in die Normungsprozesse einspeisen können, und über den die Arbeitsergebnisse aus der Normung und Standardisierung wieder zurückgespielt werden können. Die Normungsgremien sind derzeit darauf angewiesen, dass die an der Gremienarbeit teilnehmenden Akteure gut vernetzt sind und über kommunale Bedarfe Bescheid wissen.

Zwar dürfen, wie schon erwähnt, aufgrund des Delegationsprinzips nur eine begrenzte Anzahl an Experten aus einem Spiegelgremium an der Normung auf internationaler Ebene mitwirken. Diese Personen vertreten dabei aber die auf nationaler Ebene gebildete Meinung des jeweiligen Spiegelgremiums. Daher ist auch die Netzwerkbildung auf nationaler Ebene wichtig, um Themen und kommunale Bedarfe in die Prozesse der internationalen Normung und Standardisierung einspeisen zu können.

Eine wichtige Rolle auf nationaler Ebene hat dabei das SC SF beim DIN, welches als übergeordnetes Koordinationsgremium zwischen den verschiedenen Normungsakteuren auf nationaler Ebene und dabei auch als Bindeglied zu kommunalen Akteuren fungiert. Das SC SF ist aus dem Diskussionsprozess um die Smart City-Roadmaps von DIN/DKE entstanden (vgl. Prytula und Verbücheln 2014), um kommunale Bedarfe effektiver erfassen und flexibler auf deren Anforderungen reagieren zu können. Es versteht sich daher vor allem als Brückenbauer. Obwohl das SC SF aus einer festen Kerngruppe von beteiligten Akteuren besteht, die u. a. auch auf europäischer Ebene unterwegs sind, können bei Bedarf neue Mitglieder aufgenommen werden. Je nach Themenstellung werden außerdem weitere Akteure in die Diskussionsprozesse

eingebunden. Neben Wissenstransfer ist eine Aufgabe auch die Initiierung von DIN SPEC. Dabei handelt es sich um Standards, die vom DIN herausgegeben werden. Diese stellen ein Angebot dar, mit denen z. B. neue Themen definiert und vorstrukturiert werden können, und bei denen auch kommunale Akteure ihre Bedarfe relativ niedrigschwellig (im Vergleich zur Normung) in die Diskussion einfließen lassen können. Ein weiterer Vorteil von DIN SPEC ist, dass diese zwar keinen vollen Konsens aller relevanten Akteure erfordern, aber dennoch auch als Grundlage für Normung genommen werden können, und die auch auf internationaler Ebene in die Normung einfließen können. Über DIN SPEC haben kommunale Akteure somit eine vergleichsweise einfache Möglichkeit, kommunale Bedarfe aus Deutschland in die internationale Normung einfließen zu lassen, auch wenn dadurch nach wie vor kein Einfluss auf die tatsächliche Erarbeitung von Normen innerhalb des Normungsprozesses genommen werden kann. Hierfür ist es aber wichtig, dass die DIN SPECS auch in englischer Sprache vorliegen.

Auf internationaler Ebene ist der International Smart Sustainable Cities Club⁷⁵ ein Beispiel für eine solche Vernetzungsmöglichkeit. Die Gründung erfolgte aus dem ISO/TC 268 heraus auf Initiative von Städten, um einen Beitrag zur Normungs- und Standardisierungsdiskussion zu leisten. Vor allem chinesische, russische und arabische Städte sind hier derzeit Mitglied.

Auch die Zusammenarbeit zwischen den nationalen Normungsorganisationen und den kommunalen Spitzenverbänden müsste verbessert werden, um nationale Bedarfe in die internationale Normung einzuspeisen. Hier ist vor allem die Schaffung institutionalisierter Strukturen über ein eigenes Format sinnvoll. Das SC SF kann hierfür ein Ansatzpunkt sein. Eine andere Möglichkeit ist beispielsweise, das DIN verstärkt in das Programm von Veranstaltungen kommunaler Spitzenverbände einzubinden und über normungsrelevante Themen auf internationaler Ebene informieren zu lassen. Umgekehrt kann das DIN versuchen, kommunale Akteure verstärkt in Veranstaltungen einzubinden, um Praktikern in Normung und Standardisierung die Bedarfe und Herausforderungen von Städten und Kommunen näher zu bringen.

Insgesamt gibt es nur wenig Kenntnis über die Anwendung von Normen und Standards in Städten, ebenso über die Auswirkungen der Anwendung. Dies gilt auch für die nationalen Spiegelgremien. Bei den im ISO/TC 268 erarbeiteten Normen gibt es beispielsweise auch bisher kaum konkrete Anwendungsfälle und entsprechendes Feedback, da diese Normen noch relativ neu sind.

Damit Städte und kommunale Akteure Normen und Standards souverän nutzen können, ist es umgekehrt auch wichtig, für Städte transparent zu machen, welche Themen in der Normung und Standardisierung behandelt werden, zu welchen Themen es etwa DIN SPECS gibt und was die Inhalte sind. Die Schaffung von Wissen und Transparenz um Nutzungsfähigkeit und Nutzungskontext ist daher ein wichtiger Hebel für den souveränen Umgang mit internationalen Normen und Standards.

Dabei ist es auch wichtig, Städten eine neutrale Auskunftsmöglichkeit für Normung und Standardisierung für Smart City-Ansätze zu bieten.

4.3.4 Zwischenfazit zur internationalen Anwendbarkeit von Normen und Standards

Grundsätzlich wurde die skeptische Haltung gegenüber internationalen Normen und Standards, die sich in der deutschen Diskussion um Normung und Standardisierung von Smart Cities (vgl. Libbe 2014; Deutscher Städtetag 2012, 2014; Müller 2017) widerspiegelt, durchaus bestätigt.

⁷⁵ Siehe www.isscityclub.org, letzter Zugriff am 17.01.2020

Allerdings wurden auch wesentliche Chancen in der Beteiligung in der internationalen Normung und Standardisierung gesehen. Dies gilt nicht nur, um negative Folgen für Städte und Kommunen in Deutschland zu vermeiden, sondern auch, um umweltförderliche Themen auf internationaler Ebene voranzutreiben und so einen Beitrag für die Lösung globaler Herausforderungen zu leisten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eher technische Normen tendenziell besser als geeignet für eine internationale Normung und Standardisierung gesehen wurden, als eher prozess- oder produktorientierten Normen und Standards. Dies liegt vor allem an den größeren Auswirkungen auf den komplexen und spezifischen Anwendungskontext einer Stadt (z. B. Governance-Strukturen, bauliche oder grüne Infrastrukturen), welches die Anwendung von komplexeren Prozessen und Produkten mitbestimmt, und was bei der Normung von technischen Gegenständen in der Regel weniger stark ausgeprägt ist. Dennoch ist es oftmals vom spezifischen Einzelfall abhängig, ob eine Norm im kommunalen Kontext anwendbar ist, oder nicht.

Letztendlich wurde immer wieder betont, dass es bei vielen der angesprochenen Themen, wie z. B. bei offenen Schnittstellen und Datenformaten, keine nationalen Alleingänge geben darf bei der Realisierung von umwelt- und nachhaltigkeitsfördernden Wirkungen von Smart City-Ansätzen, sondern dass diese Themen in jedem Fall auf internationaler Ebene diskutiert werden müssen. Allein deshalb ist eine starke deutsche Präsenz hier notwendig.

Insgesamt herrschte daher auch große Einigkeit darüber, dass die starke Präsenz nicht-europäischer Akteure in der Normung und Standardisierung – Asien ist besonders stark vertreten – potenziell ein großes Risiko birgt, dass eben deren Interessen in internationalen Normen und Standards durchgesetzt werden. Aufgrund der teils sehr unterschiedlichen Systemlogiken besteht dadurch potenziell die Gefahr, dass so die Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen in Deutschland behindert und die Stadtentwicklung auf unerwünschte Weise beeinflusst wird. Der großen Präsenz nicht-europäischer Akteure steht hingegen die sehr geringe Beteiligung europäischer bzw. deutscher Akteure, insbesondere von kommunalen und umweltrelevanten Akteuren gegenüber, sodass diese Interessen wiederum nicht ausreichend in die internationale Normung und Standardisierung eingebracht werden.

Zwar werden in der Literatur einige Fälle genannt, die kritisch zu sehen sind⁷⁶ und es wurde betont, dass auch freiwillige Normen eine Wirkkraft haben können, da sie Marktbedingungen setzen können (vgl. Kapitel 4.3.2). Dennoch ist die Anwendung von Normen und Standards zunächst einmal grundsätzlich freiwillig und es ist auch zu sagen, dass in den geführten Interviews kein konkreter Fall genannt wurde, in dem internationale Normen und Standards tatsächlich zu größeren Einschränkungen bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen geführt haben⁷⁷ und somit als Barriere bei der Umsetzung dieser innovativen Ansätze gesehen werden können.

Insgesamt bestätigte sich, dass für die Erarbeitung von Normen und Standards zur Förderung nachhaltiger Smart City-Ansätze auf internationaler Ebene eine ausreichende Koordination notwendig ist, ebenso zwischen internationaler Ebene und entsprechenden kommunalen oder umweltrelevanten Interessensvertretern in Normungs- und Standardisierungsaktivitäten auf nationaler Ebene⁷⁸. Der ISO/TC 268 wäre hierfür ein möglicher

⁷⁶ Siehe hierzu auch Müller 2017.

⁷⁷ Dieser Eindruck bestätigte sich auch in der Analyse der Fallstudienregionen im dritten Schritt, siehe Kapitel 4.4.

⁷⁸ Siehe hierzu auch die Ergebnisse der Vorgängerstudie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“.

Ansatzpunkt, da das Thema Nachhaltigkeit hier eine zentrale Rolle einnimmt, und der Fokus darüber hinaus nicht allein nur auf technischen Themen und Aspekten liegt.

Die folgende Tabelle fasst die zentralen Ergebnisse in Hinblick auf die Frage zusammen, wo die Anwendung internationaler Normen und Standards sinnvoll ist, und in welchen Bereichen sie ggf. als Innovationsbarriere wirken, ebenso in Hinblick darauf, in welchen Gremien ein starkes Engagement umweltrelevanter Akteure wichtig ist. Dabei sind Innovationsbarrieren durch internationale Normen und Standards in Hinblick auf Nachhaltigkeitswirkung im Wesentlichen überall dort zu vermuten, wo sie demokratische Prozesse berühren.

Tabelle 7: Bewertungsmatrix zur Zusammenfassung der Ergebnisse

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
„Top-Down“: Auswirkung internationaler Normen und Standards auf städtische Gestaltungsprozesse und -ebenen (Kriterien der Zieldimension von Normen / Standards)			
Anwendung von int. Normen und Standards	(+) Anwendung grundsätzlich freiwillig (-) Anwendung durch Verweis in Gesetzen kann Kosten bei Städten verursachen und Entscheidungen in demokratischen Prozessen vorwegnehmen (-) Normen/Standards können als juristischer Maßstab gelten, auch ohne konkrete Anwendung	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert	(-) Normen aus dem Umweltbereich können z. T. nicht auf den öffentlichen Bereich übertragen und angewandt werden
Grenzen int. Normung und Standardisierung	(0) Frage der Grenzen kann nicht eindeutig beantwortet werden, da Einzelfallentscheidung (0) Grenze ist Höhe des Komplexitätsgrades des genormten Gegenstandes zu sehen	(+) Internationale Normung/Standardisierung technischer Gegenstände bieten Hilfestellungen und greifen i. d. R. weniger in politisch-gesellschaftliche Bereiche bzw. Diskurse ein (+) Weitestgehend unabhängig vom jeweiligen Anwendungskontext	(-) Anwendung wird kritisch, wenn sie in politisch-gesellschaftliche Bereiche bzw. Diskurse eingreift. (-) Anwendung kritisch, wenn sie Entscheidungen vorwegnehmen (-) Große Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungskontext

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
		(-) Proprietäre Lösungen können (langfristig) Umsetzung innovativer Ansätze einschränken (z. B. durch mangelnde Interoperabilität), besonders bei technischen Infrastrukturen (+) Offene Lösungen (Schnittstellen, Datenformate) erleichtern Umsetzung	
Eignung für internationale Normung und Standardisierung	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert	(+) Technische Gegenstände grundsätzlich sinnvoll (Themenbereiche z. B. Bautechnik, Verkehrsplanung; Gegenstände z. B. Schnittstellen, Datenstandards)	(-) Indikatoren, Management Frameworks, Prozesse (-) Management Frameworks und Prozesse oftmals nicht auf Prozesse und Strukturen in deutschen Städten anwendbar (-) In vielen Städten bzw. zu vielen Leitbildern existieren bereits viele, unterschiedliche Indikatoren, ein integrierter Ansatz fehlt (-) Bezug zu Nachhaltigkeitsindikatoren oftmals nicht ausreichend (-) Gefahr der Fehlinterpretation bei Indikatoren, da oftmals nur quantitative Angaben in Indikatoren, keine qualitativen.
Relevanz von Nachhaltigkeit in internationalen Normen und Standards	(-) „Smart“ als Leitbegriff in vielen Aktivitäten betont technikzentrierte Konzepte (+) „Nachhaltigkeit“ als Begriff ist umfassender, rückt auch soziale und	(o) Technische Standards müssen gut mit sozioökonomischen Umfeld von Städten zusammenspielen	(0) Nachhaltigkeit als zentrales Thema für kommunale Planung (-) Digitalisierung darf nicht als Selbstzweck gesehen werden

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
	ökonomische Aspekte in den Vordergrund		
„Bottom-Up“: Einfluss kommunaler und umweltrelevanter Interessenslagen auf Normung/Standardisierung (Kriterien des Erarbeitungskontextes von Normen / Standards)			
Relevanz und Einordnung der Normungslandschaft	(-) Allgemein sehr unübersichtliche Landschaft an Normungs- und Standardisierungsgremien, Transparenz und Überblick fehlt (-) Relevanz für das Thema Smart City ist vielen Gremien oftmals nicht klar (-) Zentrale Smart City-Gremien werden noch nicht überall als „natürliche“ Ansprechpartner zum Thema wahrgenommen (+) Vor allem für zukünftige Entwicklung des Themas Smart City „zentrale Smart City-Gremien“ als wichtig für Koordination der Themen und des Bedarfs zwischen Industrie und Kommunen (-) Unklare Aufgabenverteilung zwischen den zentralen Smart City-Gremien und dadurch z. T. Konkurrenzsituationen (-) Übergreifende Koordination, insb. mit Fokus auf Nachhaltigkeit, fehlt bislang	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
Beteiligung umweltrelevanter und kommunaler sowie nationaler Akteure	(0) Starke Präsenz asiatischer Akteure im Themenbereich Smart City auf internationaler Ebene (-) Umweltrelevante oder kommunale Akteure insb. international nur schwach vertreten (+) Vertretung kommunaler Interessen Deutschland auf nationaler Ebene zufriedenstellend (+) Starke Beteiligung kommunaler und umweltrelevanter Akteure (+) Deutschland hat gute Möglichkeiten, umweltrelevante Fachleute in Normung einzubringen (z. B. über KNU) (-) Kommunale und umweltrelevante Fachleute verfügen oftmals nicht über Ressourcen (Zeit, Geld) für Teilnahme an internationaler Normung (-) Es fehlt an strukturierten Möglichkeiten, kommunale und umweltrelevante Bedarfe von Diskursen auf nationaler Ebene in Normungsprozesse einzuspeisen (+) Deutschland wird international als Vorbild bzgl. der Beteiligung umweltrelevanter Akteure gesehen	(+) In einigen Bereichen (z. B. kommunale Wasserver- und Entsorgung) durch Mitwirkung von kommunalen Unternehmen bzw. Verbänden bereits gute Vertretung umweltrelevanter und kommunaler Interessen.	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert
Durchsetzung von nationalen Interessen in der Normung und Standardisierung	(+) Starke Präsenz und kontinuierliche Mitwirkung kommunaler und	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
	umweltrelevanter Akteure ist zur Durchsetzung umweltrelevanter und kommunaler Ziele wichtig (-) Normung und Standardisierung verlangen kontinuierliche Mitarbeit (-) Bei großer Anzahl an Normentwürfen besteht Gefahr, dass Entwürfe nicht ausführlich betrachtet werden können, wenn nicht ausreichend Personal verfügbar ist (-) Öffentliche Kommentierungsmöglichkeit von Normen bzw. Normenentwürfen wird von kommunalen oder umweltrelevanten Akteuren oftmals nicht wahrgenommen (Thema erscheint „zu weit weg“) (-) Rolle des Bundes als Themensetzer könnte stärker sein (-) Komplizierte Abstimmungsmechanismen auf internationaler Ebene (Delegationsprinzip)		
Maßnahmen zur Realisierung der Interessensvertretung kommunaler, umweltrelevanter Akteure in der Normung und Standardisierung	(-) Fehlendes Wissen über Bestand an Normen/Standards bei kommunalen Akteuren (-) Relevanz der internationale Ebene der Smart City-Normung ist kommunalen Akteuren oftmals nicht bewusst (keine „Pflichtaufgabe“) (-) Dauer der Normungsprozesse erschwert kommunalen/umweltre	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert	Keine spezifischen Chancen oder Risiken identifiziert

	Int. Normen/Standards allgemein	eher technisch orientierte int. Normen/Standards	eher prozess-/strategisch orientierte Normen/Standards
	levanten Akteuren kontinuierliche Mitarbeit aufgrund mangelnder Ressourcen (-) Enge Abstimmungsfristen können im Alltagsgeschäft von kommunalen/umweltrelevanten Akteuren kaum wahrgenommen werden (-) Ein strukturierter, institutionalisierter Mechanismus zur Einspeisung von Erfahrungen und Bedarfe von Städten und Kommunen in Normung fehlt (+) Smart City Standards Forum mit wichtiger Rolle als übergeordnetes Koordinationsgremium und Anlaufstelle für Städte und Kommunen. (+) DIN SPEC als niedrigschwellige Möglichkeit, kommunale Themen zu strukturieren und ggf. Normung einzuspeisen (-) Verbesserung der Zusammenarbeit der Normungs- und Standardisierungsgremien auf int. Ebene notwendig.		

Legende: (+) Chance, (-) Risiko, (0) Neutral, allgemeine Anmerkung.

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

4.4 Rückschlüsse aus den Fallstudien

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erläutert, können Normen und Standards vielfältige Rollen in der Umsetzung von Smart City-relevanten Produkten und Dienstleistungen einnehmen. Bislang gibt es allerdings nur wenig empirische Untersuchungen, die die Rolle von Normen und Standards systematisch in Hinblick auf konkrete Umsetzungsprojekte in Städten analysieren. Oftmals bleibt es auch bei theoretischen Ausführungen, oder es wird lediglich die „Top Down“-Perspektive, also die Perspektive der Normung und Standardisierung näher betrachtet.

In der Regel wird Normen und Standards eine große Relevanz in der Entwicklung von Smart Cities zugeschrieben, um die unterschiedlichen, im Smart City-Kontext zum Einsatz kommenden Technologien aufeinander abzustimmen. Dies gilt gerade in Städten, in denen unterschiedliche Akteursgruppen mit den unterschiedlichen Voraussetzungen und Anwendungskontexten, die in einer Stadt vorzufinden sind, dafür Sorge tragen müssen, dass die Daseinsvorsorge in der Stadt aufrechterhalten und gleichzeitig das „Ökosystem Stadt“ in gewünschter und nachhaltiger Art und Weise gestaltet wird. Dabei geht es in der Regel vor allem um technische Standards. Weniger im Fokus sind bislang prozess- oder strategie-orientierte Standards, wie z. B. Managementnormen. Diese Zuschreibung erfolgt dabei auch häufig von städtischen Akteuren, die konkret mit der Umsetzung befasst sind.

In der internationalen Diskussion um Normen und Standards im Smart City-Kontext herrscht hingegen eine eher skeptische Einschätzung zu dem Thema vor, die vor allem Gefahren durch eine internationale Normung und Standardisierung sieht, die das genannte „Ökosystem Stadt“ negativ beeinflusst⁷⁹. Auch die Einschätzung im zweiten Schritt kommt zu einem ähnlichen Ergebnis.

Anhand der in diesem Projekt untersuchten Fallstudienregionen wird in diesem Arbeitsschritt die Rolle von internationalen Normen und Standards empirisch untersucht, und Rückschlüsse aus den Fallstudien für die internationale Normungs- und Standardisierungsdiskussion gebildet. Grundsätzlich ist dabei davon auszugehen, dass in allen vier betrachteten Fallstudien-Städten Normen und Standards, und dabei insbesondere internationale Normen und Standards, die von einer der international anerkannten Normungsorganisationen oder einem Standardisierungskonsortium verabschiedet wurden, bei der Umsetzung der jeweiligen Smart City-Ansätze angewendet wurden. Dies ist angesichts der technologischen Dimension der betrachteten Ansätze in den vier Städten oftmals kaum anders möglich. In den Ausführungen zu diesem Arbeitsschritt soll aber nur auf die „prominenten Fälle“, in denen Normen und Standards im hier verstandenen Sinne eine herausragende Rolle spielen oder explizit erwähnt wurden, näher eingegangen werden.

Um Rückschlüsse aus den Fallstudien-Analysen zu ziehen, gibt dieses Kapitel zunächst einen Überblick über die Rolle von Normen und Standards in den Fallstudien. Hierzu wird in einer Queranalyse die Rolle von Normen und Standards allgemein in den Fallstudien-Regionen betrachtet. Außerdem werden die in den Fallstudien identifizierten Stellschrauben hinsichtlich der Frage diskutiert, inwiefern Normen und Standards bei der Realisierung dieser Stellschrauben eine Rolle spielen. Im Sinne eines Überblicks werden die einzelnen Fallstudien-Städte nicht im Detail diskutiert, sondern Besonderheiten in den jeweiligen Städten bei Bedarf hervorgehoben. Anschließend werden die Ergebnisse der Fallstudien unter Berücksichtigung der Einschätzung der interviewten Akteure diskutiert und Rückschlüsse für die internationale Normungs- und Standardisierungsdiskussion gezogen. Dies geschieht sowohl allgemein in Hinblick auf die im ersten Arbeitsschritt erarbeiteten vier Wirkdimensionen Zieldimension, Verfügbarkeit, Anwendungs- und Erarbeitungskontext, als auch in Hinblick auf die Bedeutung von Normen und Standards für die in den Fallstudien für jede Stadt identifizierten Stellschrauben. Diese Stellschrauben stellen dabei jeweils spezifische Faktoren dar, die in den jeweiligen Städten besonders positive Wirkungen auf Umwelt und Nachhaltigkeit bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen erzielen. Neben dem allgemeinen Beitrag von Normen und Standards im Smart City-Kontext, wird deshalb explizit danach geschaut, welchen förderlichen oder hinderlichen Beitrag internationale Normen und Standards zu diesen Stellschrauben haben. Als Grundlage hierfür wurden die in den Fallstudien für jede der untersuchten Städte

⁷⁹ Siehe hierzu auch Kapitel 4.3.

aufgezeigten Stellschrauben nach Kategorien geclustert (siehe Tabelle 8). Dabei ließen sich verschiedene Kategorien identifizieren, die in drei oder vier betrachteten Fallstudien-Städten als relevant betrachtet wurden, und die daher als übergeordnet anzusehen sind. Aus diesem Grund stehen diese in den Analysen in diesem Kapitel im Vordergrund. Abschließend werden in diesem Kapitel Unterstützungsmöglichkeiten und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Tabelle 8: Überblick über die identifizierten Stellschrauben in den einzelnen Fallstudien-Städten (fett markiert: die im Rahmen dieser Studie näher betrachteten Stellschrauben)

	München	Dortmund	Ludwigsburg	Bottrop
Integration von Infrastrukturen und Sicherstellung der Kohärenz der Ansätze	X	X	X	
Nutzung digitaler Technologien mit konkreten Lösungsbeiträgen („kein Selbstzweck“ der Digitalisierung)	X			X
Einbindung der Stadtbevölkerung bei der Umsetzung	X			
Relevanz von Umwelt und Nachhaltigkeit (bei Umsetzung von Strategien oder Lösungen)	X	X	X	X
Regionale Einbindung bei der Umsetzung	X			X
(Integrierte) Koordination und Governance	X	X	X	X
Monitoring und Evaluierung		X		
Technologische Offenheit		X		
Agile/gegenseitige Lernprozesse bei relevanten Stakeholdern			X	X
Hoheitliche Verantwortung			X	

	München	Dortmund	Ludwigsburg	Bottrop
über kommunale Daten				

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik. Datenbasis: Arbeitspaket 2

4.4.1 Betrachtung der Ergebnisse aus den Fallstudien

Bisherige Rolle von Normen und Standards in den Fallstudienregionen

Insgesamt spielten Normen und Standards im Rahmen der Fallstudienanalyse weitestgehend keine nennenswerte Rolle. Ausnahmen stellten hier lediglich München und Dortmund dar, wo explizit auf solche Normen und Standards Bezug genommen wurde. In München wurde dabei vor allem Wert darauf gelegt, Erfahrungen aus dem Projektkontext, etwa zum Monitoring und zur Evaluierung von Ansätzen, auch in die Normung und Standardisierung einfließen zu lassen, um diese so auch für andere Städte nutzbar zu machen. Aber auch die Erprobung und Weiterentwicklung von neuen Standards, beispielsweise zur Akteurszusammenarbeit oder zur Ansprache von Bürgerinnen und Bürgern soll in München erfolgen. Gleichzeitig wird in München darauf Wert gelegt, verfügbare Vorarbeiten zu nutzen, wobei hier weniger ISO-Normen oder Konsortialstandards verwendet werden, sondern auf vorhandene Standards des Smart Cities Information Systems der EU (European Commission 2020), ebenso wie auf Ergebnisse aus dem EU-Projekt CITYKeys zurückgegriffen wird (Eurocities 2015).

München stellt somit durchaus eine Ausnahme dar, da Normen und Standards hier nicht nur eine vergleichsweise prominente Rolle in der Umsetzung von Smart City-Ansätzen einnehmen, sondern auch, weil sie ganz im Sinne des „Bottom-Up“-Verständnisses der Stadt bei der Umsetzung ihre Erfahrungen und Erkenntnisse in die Diskussion zurückspielen. Im Vergleich zu anderen Städten erscheinen hierfür zwei Faktoren maßgeblich. Zum einen ist in München eine Person in der Stadtverwaltung tätig, die zugleich eine wichtige Rolle beim Smart City Standards Forum beim DIN innehat. So bestehen an zentraler Stelle in der Stadtverwaltung eine Ansprechperson und „kurze Wege“, Bedarfe und Erkenntnisse in die Normung einzubringen, ebenso wie Möglichkeiten, Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Normung mit der Umsetzung vor Ort zu verknüpfen. Weiterhin ist München als eine der Leuchtturmstädte im EU-Projekt SMARTER TOGETHER stark in Aktivitäten auf europäischer Ebene, wie das Smart Cities Information System eingebunden.

Dortmund wiederum stellt die einzige der untersuchten Städte dar, die sich im Rahmen der Fallstudienuntersuchung explizit auf eine auf internationaler Ebene erarbeitete ISO-Norm bezieht. Dabei handelt es sich um die Norm ISO/IEC 30182 „Smart City Konzeptmodell - Leitfaden für die Erstellung eines Modells zur Dateninteroperabilität“ (ISO/IEC 30182:2017(E)), welche auf internationaler Ebene von der ISO/IEC/JTC1 WG 11 „Smart Cities“, und auf nationaler Ebene vom DIN Normausschuss Informationstechnik „Smart Cities“ erarbeitet wird (vgl. Abbildung 9). Diese Norm wird zur Ausarbeitung geeigneter Indikatoren genutzt, die für die Evaluierung von Smart City-Projekten verwendet werden sollen. Darüber hinaus werden bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen datenschutzrechtliche Standards sowie Car2X-Standards zur zukunftsfähigen Ausstattung der Verkehrsinfrastruktur verwendet.

In Bottrop und Ludwigsburg spielen Normen und Standards im Sinne von Konsortialstandards oder von durch international anerkannte Normungsorganisationen keine erkennbare Rolle. Hier werden eher selbstgesetzte Standards, eher „weitere Standards“, wie der Passivhaus- oder Plus-Energie-Standard, oder Standards im Sinne von Leitlinien, die beispielsweise durch die Landesregierung vorgegeben wurden, verwendet. Die hier verwendeten Standards dienen dabei der Sicherstellung bestimmter Qualitätsniveaus.

Insgesamt sind die Gegenstände der hier betrachteten Normen und Standards, soweit erkennbar, sehr unterschiedlich, und liegen, anders als man es möglicherweise erwartet, nicht ausschließlich in den „klassischen“, technischen Bereichen von Normung und Standardisierung, wie z. B. der Herstellung von Kompatibilität zwischen verschiedenen Infrastrukturen. Daneben stehen auch prozess- oder strategierelevante Aspekte im Vordergrund, die insbesondere das Thema Evaluation und Monitoring betreffen, genauso wie die Sicherstellung eines gewünschten Qualitätsniveaus.

Beitrag von Normen und Standards in Hinblick auf die identifizierten Stellschrauben und Rahmenbedingungen

Wie bereits erwähnt, wurden insgesamt drei übergreifende Stellschrauben identifiziert, die in mindestens drei der betrachteten Fallstudien-Städten als wichtig für die Umsetzung von umwelt- und nachhaltigkeitsförderlichen Wirkungen von Smart City-Ansätzen gesehen wurden. Dabei sind diese Stellschrauben nicht als trennscharf anzusehen. Sie behandeln jedoch jeweils unterschiedliche Aspekte und Ebenen von Smart City-Ansätzen und des Umsetzungsprozesses. Im Folgenden werden diese drei Ansätze auf Basis der Städtebetrachtung in den Fallstudien kurz beschrieben und jeweils der Beitrag von Normen und Standards zu diesen Stellschrauben aufgeführt. Hierbei wird sowohl der jeweils mögliche Beitrag von Normen und Standards berücksichtigt, als auch die Frage, ob im Rahmen Fallstudien-Analysen explizit ein Beitrag genannt wird.

► Integration von Infrastrukturen und Sicherstellung der Kohärenz der Ansätze

Im Fokus dieser Stellschraube steht die Anforderung, dass Smart City-Ansätze kohärent und widerspruchsfrei zu vorhandenen Ansätzen und Infrastrukturen umgesetzt werden müssen, um positive Effekte zu erzielen, und u. a. „Reibungsverluste“ bei der Umsetzung, genauso wie unnötigen Ressourcenverbrauch zu vermeiden. Dies wird auch deshalb als wichtig angesehen, um die Effizienz des Gesamtsystems im Sinne positiver Umweltwirkungen sicherzustellen. Genannte Beispiele betreffen vor allem das Anwendungsfeld Mobilität und den Ausbau von sich ergänzenden Infrastrukturen wie Nahverkehrsnetz und Radwegeinfrastruktur, genauso wie die Berücksichtigung von Flächenkonkurrenzen, etwa zwischen Parkraummanagement und Radwegebau.

Möglicher Beitrag von Normen und Standards

Normen und Standards können in Hinblick auf die Sicherstellung von Kohärenz von Infrastrukturen grundsätzlich handlungsleitende Wirkung erzielen, denn die Herstellung von Kompatibilität ist eine der „Kernfunktionen“ von Normen und Standards. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass gerade bei nicht ausschließlich technischen Kompatibilitätsanforderungen, also bei Prozessen, Produkten oder Strategien, der jeweilige Anwendungskontext eine wichtige Rolle spielt. Wie in Kapitel 4.3 erläutert, besteht insbesondere in Städten, die aufgrund ihrer spezifischen natürlichen und technischen Infrastrukturvoraussetzungen, ebenso wie ihrer jeweils eigenen sozioökonomisch und kulturellen Rahmenbedingungen, höchst unterschiedlich sind, teils ein erhebliches Risiko, dass Normen und Standards hier ungeeignet sind. So kann beispielsweise eine Stadt enorm vom Ausbau der Fahrradwegeinfrastruktur in der Innenstadt profitieren, da Parkraum bereits stark durch Fußgängerzonen ersetzt worden ist, wohingegen in einer anderen Stadt Parkraum aufgrund eines schlecht ausgebauten Nahverkehrs nach wie vor eine wichtige Rolle zukommt.

Genannter Beitrag von Normen und Standards

Konkret in Hinblick auf diese Stellschraube ist lediglich Dortmund zu nennen. Die Stadt setzt in Hinblick auf die Entwicklung einer Indikatorik auf die ISO/IEC 30182, welche ein Modell zur

Sicherstellung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Komponenten einer Smart City auf Daten-Ebene anbietet. Bei den anderen betrachteten Städten ist kein relevanter Beitrag zur Realisierung dieser Stellschraube durch die Anwendung von Normen und Standards zu erkennen.

► Relevanz von Umwelt und Nachhaltigkeit (bei Umsetzung von Strategien oder Lösungen)

Bei dieser Stellschraube stehen in den betrachteten Städten zwei Aspekte im Vordergrund: Zum einen, dass Umwelt und Nachhaltigkeit ein Querschnittsthema in der Realisierung städtischer Zielstellungen ist und somit den Rahmen für die Umsetzung von Maßnahmen bildet. Unter diesen Aspekt fällt u. a. die konsequente Durchführung umweltförderlicher Maßnahmen, genauso wie die ausschließlich zweckdienliche Verwendung digitalgestützter Ansätze zur Förderung von Umwelt und Nachhaltigkeit. Zum anderen bedeutet die besondere Relevanz von Umwelt und Nachhaltigkeit, wie im Falle von Dortmund, dass wichtige Akteure, wie in diesem Fall das Umweltamt, direkt in die Smart City-Prozesse eingebunden werden.

Möglicher Beitrag von Normen und Standards

Normen und Standards können beispielsweise Grenzwerte für Produkte oder Technologien enthalten, die die umweltförderliche Wirkung von Ansätzen unterstützen, und gleichzeitig umweltschädliche Technologien oder Produkte ausschließen. Ebenfalls können prozessorientierte Normen und Standards, wie die Umweltmanagementsystemnorm ISO 14001 eine Indikatorik bieten und die Umweltleistung eines Systems verbessern. Insbesondere solche Normen und Standards können dabei in Hinblick auf diese Stellschraube unterstützend wirken, und etwa Planung, Durchführung und Kontrolle bei der Umsetzung von umwelt- und nachhaltigkeitsrelevanten Zielstellungen fördern. Hier gilt allerdings die zuvor und in Kapitel 4.3 genannte Einschränkung.

Genannter Beitrag von Normen und Standards

In Hinblick auf die genannten Aspekte dieser Stellschraube ist keine Anwendung von Normen und Standards erkennbar, die Städte bei der Implementierung von Umwelt- und Nachhaltigkeitszielen im Smart City-Prozess, oder die Einbindung umweltrelevanter Akteure unterstützen. Zwar bietet die bereits erwähnte ISO/IEC 30182 ein grundlegendes Smart City-Systemmodell an. Diese berücksichtigt allerdings keinerlei Umweltziele. Im weiteren Sinne sind aber zumindest die in Bottrop verwendeten Passivhaus- und Plus-Energie-Standards zu erwähnen.

► (Integrierte) Koordination und Governance

Obwohl das Thema Governance auch in den anderen beiden Stellschrauben eine Rolle spielt und so gesehen nicht losgelöst betrachtet werden kann, wird diese Stellschraube hier aufgrund der hervorgehobenen Stellung, die dieses Thema in den Städten hat, dennoch separat betrachtet. So wird dem Thema Zusammenarbeit und Koordination der Aktivitäten eine grundsätzlich hohe Relevanz in Hinblick auf die Realisierung positiver Umwelt- und Nachhaltigkeitseffekte von Smart City Ansätzen bescheinigt. Dabei wird, sowohl die schon bei der vorherigen Stellschraube genannte Einbindung umweltrelevanter Akteure, wie dem Umweltamt, als auch referats- und organisationsübergreifende Zusammenarbeit als wichtig angesehen. Dabei bilden vor allem etablierte und eingespielte Netzwerke und Akteursstrukturen, wie beispielsweise in Bottrop, eine gute Ausgangsposition. In diesem Zusammenhang wird das Vorhandensein übergreifender und in das Gesamtkonzept der Stadt eingebetteter Strategien, aber auch die klare Zuordnung von Verantwortlichkeiten betont.

Möglicher Beitrag von Normen und Standards

Ähnlich wie bei der vorherigen Stellschraube können insbesondere Produkt-, Dienstleistungs- oder Managementnormen und -standards, einen wichtigen Beitrag zur Akteurskoordination leisten. So kann eine Norm beispielsweise Angaben dazu enthalten, welche Akteursgruppen für die Umsetzung eines Prozesses relevant sind, aber auch, welche Anforderungen diese erfüllen müssen. Auch auf technischer Ebene können wie bereits zuvor erläutert, Normen und Standards bestimmte Kompatibilitätsanforderungen definieren, die das Zusammenwirken verschiedener Akteure unterstützen und koordinieren können. Insbesondere bei diesem Fall sind häufiger auch Konsortialstandards relevant.

Genannter Beitrag von Normen und Standards

Insbesondere München aber auch Dortmund nutzen bezüglich dieser Stellschraube Normen und Standards. In München wurden u. a. das „Silodenken“ einzelner Referate als eine Herausforderung bei der Initiierung von Smart City-Prozessen identifiziert, ebenso wie die Gefahr überkomplexer, und somit schwerfälliger, Umsetzungsprozesse. München erprobt deshalb Standards für die Ansprache von Stadtbewohnern aber auch zur Unterstützung der Akteurszusammenarbeit. Dortmund greift, für die Entwicklung einer Indikatorik für Monitoring und Evaluation auf gängige Smart City-Normen, wie die bereits erwähnte ISO/IEC 30182 zurück. Diese sind, wie in Kapitel 4.2 erläutert, bislang überwiegend prozess- bzw. strategieorientiert, und greifen damit die genannten Aspekte dieser Stellschraube auf.

4.4.2 Einschätzung der Akteure aus Fallstudienregionen zum Beitrag internationaler Normen und Standards

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Fallstudien anhand der Einschätzung von Fachleuten aus den Fallstudien-Städten diskutiert. Dies geschieht zunächst Allgemein in Hinblick auf die Rolle von Normen und Standards unter Bezugnahme auf die in Kapitel 4.2.2 aufgezeigten Wirkdimensionen, als auch anschließend in Hinblick auf die Stellschrauben. Ziel ist es dabei, mögliche Hindernisse aber auch Chancen hinsichtlich der Anwendung von internationalen Normen und Standards bei den Stellschrauben zu identifizieren, und so mögliche Ursachen für die Nutzung bzw. Nicht-Nutzung von Normen und Standards zu ermitteln.

Einschätzung zur Relevanz von Normen und Standards in Bezug auf die vier Wirkdimensionen

Zieldimension

Internationale Normen und Standards, wie ISO- oder IEC-Normen spielen in der Regel eine eher untergeordnete Rolle in der Umsetzung von Smart City-Ansätzen. Anwendungsfelder, in denen Sie häufiger genutzt werden, sind technische Bereiche, wie der Ausbau von digitalen Netzen, aber auch im Rahmen des Denkmalschutzes. Eine Rolle spielen sie außerdem auch im Rahmen der Beschaffung. Dabei kommen neben „klassischen“ ISO- oder DIN-Normen auch Standards und Label, wie z. B. der Blaue Engel zum Einsatz. Als Beispiel zu nennen ist der European Energy Award für Ludwigsburg⁸⁰. Kritisch wurde in diesem Zusammenhang aber angemerkt, dass europäische Standards unter Umständen niedriger sein können, etwa in Hinblick auf Qualitätsanforderungen, als vergleichbare nationale Standards, wie etwa der Blaue Engel. Insgesamt zeigte sich in den Interviews auch, dass ein sehr breites Verständnis von Normen und Standards vorherrschte, also nicht nur z. B. „klassische“ ISO-Normen oder Konsortialstandards,

⁸⁰ Hierbei handelt es nicht um ein verpflichtendes Label, die Teilnahme erfolgt freiwillig. Siehe www.european-energy-award.de/kommunen/liste-der-eea-kommunen/details/eea/ludwigsburg/, letzter Zugriff am 21.02.2020

sondern auch Rechtsvorschriften oder Leitlinien und Handlungsanweisungen darunter verstanden wurden⁸¹.

Deutlich relevanter für ihre Aktivitäten sind für die befragten Fachleute aus allen Gruppen, d. h. sowohl für Beschaffung, als auch Planung und Umsetzung, vor allem Rechtsvorschriften. Hierzu zählen überwiegend Ausschreibungs- und Vergaberichtlinien, aber auch planungsrelevante Rechtsvorschriften, beispielsweise zum Denkmalschutz oder aus dem Energiebereich. Gerade in Hinblick auf das Vergaberecht stellt der europäische Rechtsrahmen eine wichtige Rahmenbedingung dar. Ein wesentlicher Rechtsrahmen für die Umsetzung von Smart City-Ansätzen ist außerdem die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO).

Ein häufiges Problem ist es, dass Normen fehlen. Daher werden in vielen Fällen, gerade auf der Planungs-, aber auch auf der Umsetzungsebene, eigene Standards gesetzt. Das gilt sowohl bei innovativen und digital gestützten Smart City-Ansätzen, als auch bei Umsetzungen im Bestand, um beispielsweise Anforderungen des Denkmalschutzes zu genügen⁸².

Normen und Standards können außerdem auch eine Barrierewirkung entfalten, wenn es gerade im Bereich der Entwicklung innovativer Ansätze in einem so komplexen Anwendungsumfeld wie einer Smart City darum geht, Prozesse schnell und agil auf- bzw. umzusetzen.

Im Sinne der Nachhaltigkeit wird die Anwendung von internationalen Normen und Standards durchaus aber auch als Chance gesehen, um international Vergleichbarkeit herzustellen und um gleiche Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Smart City-Ansätzen („level playing field“) zu schaffen. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf vergleichbare Methoden und Indikatoren zur Messung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsstandards, aber auch in der Hinsicht, dass internationale Normen und Standards die Einhaltung von ökologisch sinnvollen Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien für Produkte und Dienstleistungen überprüfbar machen, die in anderen Ländern hergestellt werden. Ähnlich wie in Kapitel 4.3 wurde dabei aber kritisch angemerkt, dass jeweils klar sein muss, welche Akteure diese Standards setzen und kontrollieren.

Auch für die Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen, die städte- oder sogar länderübergreifend eingesetzt werden sollen, wurden internationale Normen und Standards als Chance gesehen⁸³. Dies gilt vor allem auch in Hinblick auf digitale Plattformen und Kompatibilität von Daten, wobei dies als weitestgehend unkritisch gesehen wurde, da hierzu bereits zahlreiche sinnvolle Prozesse und Aktivitäten laufen. Normen und Standards für länderübergreifende Ansätze sind dabei allerdings klar zu unterscheiden von Ansätzen, die auf internationaler Ebene entwickelt wurden, aber nur innerhalb sehr spezifischer, städtischer Anwendungskontexte eingesetzt werden können.

Verfügbarkeit

In Hinblick auf die Umsetzung von innovativen Produkten und Dienstleistungen in einem so neuen Anwendungsbereich wie Smart City wurden weniger veraltete Normen und Standards als Problem gesehen, sondern, wie bereits erwähnt, eher das Fehlen entsprechender Normen und Standards. Zwar wirkt sich das Fehlen von geeigneten Normen und Standards nicht als „Show-Stopper“ auf die Umsetzung innovativer Smart City-Ansätze aus, es kann aber die Komplexität

⁸¹ In den Interviews wurden auch diese „nicht klassischen“ Normen und Standards explizit abgefragt, um ein grundlegendes Verständnis der handlungsleitenden Rahmenbedingungen zu bekommen. Dennoch wurde der Fokus während den Interviews immer, sofern möglich, auf international anerkannte Normen und Standards im Sinne dieser Studie gerichtet.

⁸² So ist beispielsweise in Bottrop eine Arbeitshilfe erstellt worden, die für bestimmte Häusertypen innerhalb einer denkmalgeschützten Siedlung spezifische Modernisierungsmaßnahmen aufzeigt (Kroos+Schlemper Architekten o. J.). Sie gilt in Bottrop für Hauseigentümer dieser Häusertypen als „Standard“, wenn sie entsprechende Modernisierungsmaßnahmen durchführen möchten, und kann u. a. als Grundlage für Verfahren zur Genehmigung der Modernisierung genommen werden.

⁸³ Ein häufiges Beispiel ist die Entwicklung von Diensten und Plattformen für regionenübergreifenden, öffentlichen Nahverkehr, bei dem häufig verschiedene Nahverkehrsdienstleister zusammenarbeiten müssen.

des Umsetzungsprozesses vergrößern und so die Umsetzung nachhaltig verzögern (siehe auch die Ausführungen zur *Zieldimension*).

Ein weiteres Problem hinsichtlich der Umsetzung von innovativen Smart City-Ansätzen ist auch das fehlende Angebot von flächendeckenden Lösungen. Deshalb sind Anbieter in diesem Fall aufgrund des geringen Angebots im Vorteil und verfügen so über eine gewisse „Marktmacht“. Als Stadt bzw. als Kommune hat man in diesem Fall kaum eine Möglichkeit, auf die Einhaltung von Standards Einfluss zu nehmen. Dies gilt insbesondere gegenüber internationalen Anbietern, die bei der Herstellung von Produkten nicht deutschen oder europäischen Standards unterliegen. Selbst wenn geeignete nachhaltigkeits- oder umweltförderliche Normen und Standards verfügbar sind, ist man als Kunde so gezwungen, z. B. auf das entsprechende Produkt ganz zu verzichten, weniger geeignete Alternativen zu wählen oder, sofern die Kommune über entsprechende Ressourcen verfügt, Eigenentwicklungen voranzutreiben. An diesem Punkt wurde auch häufig betont, dass ein Grundproblem bei dieser Thematik darin liegt, dass es von Seiten der Anwender, also der Städte und Gemeinden, keine breite, gemeinsame Basis gibt, die einen entsprechenden „Markt“ bilden kann. Eine Stadt alleine kann zwar für sich entscheiden, nur nachhaltige Produkte und Dienstleistungen zu beschaffen und umzusetzen. Ohne ein entsprechendes Angebot auf Seiten der Hersteller ist diese Stadt aber nicht in der Lage, diese Anforderungen entsprechend umzusetzen⁸⁴. Daher erscheint es sinnvoll, eher übergeordnete politische Leitlinien zur Umsetzung nachhaltigkeitsfördernder Smart City-Ansätze festzulegen, an denen sich Städte, aber auch Hersteller, orientieren können.

Anwendungskontext

Ein Argument, welches häufig als Grund genannt wurde, weshalb gerade internationale Normen und Standards für die Umsetzung von Smart City-Ansätzen nur wenig relevant sind und daher wenig genutzt werden, ist die Tatsache, dass internationale Normen und Standards keine Durchgreifwirkung auf Kommunen haben. Sie sind in diesem Sinne „zu weit weg“ von der kommunalen Praxis entfernt. Zwar gibt es einzelne, häufig sehr technische Bereiche (Stadtwerke o. ä.), in denen Normen und Standards eine größere Rolle spielen, im Gesamtkontext Smart City ist das Thema internationale Normen und Standards im Sinne dieser Studie allerdings verhältnismäßig wenig präsent. Das Argument ist zumindest auch insofern kritisch zu hinterfragen, als dass trotzdem in verschiedenen Gesetzen und Rechtsvorschriften, die auch für Kommunen gelten, auf internationale ISO oder IEC-Normen verwiesen wird (vgl. Kapitel 4.5.2).

Die Notwendigkeit der Anwendung von Normen und Standards aufgrund eines Verweises in Rechtsvorschriften konnte nicht als wesentliches Problem für die Umsetzung von nachhaltigkeitsfördernden Smart City-Ansätzen identifiziert werden. Obwohl es grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden konnte, dass aufgrund von Rechtsverweisen auf Normen diese im konkreten Smart City-Kontext angewandt werden, war den befragten Fachleuten kein Fall bekannt, in dem dies zu Problemen hinsichtlich der Realisierung von Nachhaltigkeitseffekten geführt hat. Es wurde sogar darauf hingewiesen, dass es das Vergaberecht seit einer kürzlich erfolgten Novelle ermöglicht, neben ökonomischen Kriterien auch verstärkt Nachhaltigkeitskriterien in der Beschaffung anzuwenden. Allerdings wurde ebenfalls kritisch angemerkt, dass ein Problem oftmals in der Verfügbarkeit nachhaltiger Lösungen besteht, die diesen Nachhaltigkeitskriterien entsprechen (siehe auch Abschnitt *Verfügbarkeit*). Darüber hinaus konnten keine Faktoren identifiziert werden, die es für städtische Akteure notwendig

⁸⁴ Ein prominentes Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Elektromobilität. Viele Kommunen sind angesichts der anhaltenden Nachhaltigkeitsdiskussion gewillt, in ihren kommunalen Flotten auf Elektrofahrzeuge umzusteigen. Entsprechend geeignete Fahrzeugmodelle sind aber nicht in jedem Fall verfügbar, denn insbesondere Spezialfahrzeuge, wie z. B. Müllfahrzeuge, sind kaum als Elektrofahrzeug verfügbar. Und selbst wenn es geeignete Modelle gibt, stehen bei vielen Herstellern teils sehr lange Lieferzeiten aus (Schwarzer 2019; Lang 2019; trurnit GmbH 2019). So sind viele kommunale Bemühungen, auf CO₂-neutrale Fahrzeuge umzusteigen, stark verzögert oder gar unterbunden worden.

machen, bestimmte und möglicherweise unerwünschte Normen und Standards in der Praxis anzuwenden.

Eine Barriere wurde außerdem im fehlenden Wissen über Normen und Standards bzw. in der fehlenden Transparenz über den Prozess der Normung und Standardisierung, aber auch den Bestand an Normen und Standards (inkl. den daran mitwirkenden Akteuren) gesehen⁸⁵. Auch die hohen Kosten für die Anschaffung von Normen und Standards wurden teilweise als Problem gesehen. Eine weitere Barriere für die Anwendung von Normen und Standards ist häufig auch, dass die Anwendung, gerade für kleinere Unternehmen oder Start-Ups zu kompliziert ist.

Als ein wichtiger Grund für die Anwendung von Normen und Standards wurde genannt, dass bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen häufig ein Eingriff in bestehende technologische, „grüne“, aber auch digitale Infrastrukturen vorgenommen wird. Daher ist es in diesem Fall wichtig, vorhandene Normen und Standards zu berücksichtigen. Dies bezieht sich aber nicht ausschließlich auf international anerkannte Normen und Standards, sondern auch auf landesspezifische Richtlinien oder selbstgesetzte Standards. Eine Möglichkeit des Umgangs mit dieser Herausforderung ist es, so wenig wie möglich in vorhandenen Strukturen, insbesondere in vorhandenen IT-Infrastrukturen wie Hardware, digitale Plattformen oder Softwareumgebungen, zu agieren. Hierfür sind allerdings entsprechende Freiräume notwendig, um mit neuen, innovativen Ansätzen zu experimentieren. Dies bezieht sich sowohl auf finanzielle Freiräume, um entsprechende Testumgebungen aufsetzen und nutzen zu können, aber auch auf rechtliche Freiräume.

Erarbeitungskontext

Fast alle befragten Fachleute wiesen darauf hin, dass sie⁸⁶ nicht aktiv in der Normung oder Standardisierung, insbesondere nicht auf internationaler Ebene, tätig sind. Auch sonst waren konkrete Normungs- und Standardisierungsaktivitäten im näheren, kommunalen Umfeld nur in wenigen Fällen (z. B. München) bekannt. Insgesamt wurden zwar Stadtwerke oder einzelne Fachabteilungen, aber als mögliche Anlaufstellen bei Fragen oder Themen zur Normung und Standardisierung angesehen, wobei in einigen Fällen auch ein Austausch zwischen der Verwaltung und kommunalen Unternehmen sowie Stadtwerken hinsichtlich der Normerarbeitung stattfindet. Kommunale Unternehmen sind häufiger in der Normung unterwegs, und suchen daher oftmals kommunale Partner, die ihre Praxiserfahrung in die Normung mit einbringen können. Eine Herausforderung in diesem Zusammenhang ist allerdings der Ressourcenmangel, der gerade in der Verwaltung häufig vorkommt (vgl. Kapitel 4.3).

Als wesentliche Austauschplattform zur Kommunikation kommunaler Bedarfe und Herausforderungen sind aber alle Städte in themenspezifischen Netzwerken aktiv, oder tauschen sich über Verbände und verschiedene Fachveranstaltungen, sowohl auf regionaler, als auch nationaler und internationaler Ebene aus. Als wichtiges Sprachrohr in dieser Hinsicht ist der Deutsche Städtetag zu nennen, aber auch der Deutsche Städte- und Gemeindebund (DStGB) oder der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) werden für den Themenaustausch genutzt. Auch Forschungsprojekte werden als geeignete Möglichkeit gesehen, kommunale Themen in die internationale Diskussion einzuspeisen. Sowohl die Netzwerke, als auch die Verbände und Fachveranstaltungen sind in der Regel aber nicht direkt normungsbezogen, denn überwiegend werden diese Plattformen zum generellen Austausch über verschiedene Fachthemen genutzt.

⁸⁵ Dies bestätigt auch die Einschätzung der Fachleute in Kapitel 4.2.

⁸⁶ Im Rahmen der Interviews wurde danach gefragt, inwiefern die befragte Person aktiv in der Normung und Standardisierung mitwirken, oder ob ihr bekannt sei, dass andere städtische Akteure aktiv in der Normung mitwirken. Daher sind hier die eigenen oder benachbarten Verwaltungseinheiten mit eingeschlossen.

Der Deutsche Städtetag wird darüber hinaus auch genutzt, um kommunale Bedarfe im Rahmen von Stellungnahmen zu Gesetzesentwürfen zu thematisieren.

Wesentliche Hindernisse, an der Erarbeitung von Normen und Standards mitzuwirken, bestehen neben fehlenden zeitlichen und finanziellen Ressourcen auch darin, dass Normung und Standardisierung auf internationaler Ebene als wenig relevant für die konkrete, kommunale Praxis gesehen wird. Aber auch das fehlende Wissen über Zugangsmöglichkeiten zu entsprechenden Gremien und Aktivitäten der Normung und Standardisierung ist z. T. ein Hindernis.

4.4.3 Unterstützungsmöglichkeiten und Handlungsempfehlungen

Zusammengefasst lassen sich aus den Einschätzungen der Fachleute sowie den Ergebnissen der vorherigen Arbeitsschritte folgende Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von nachhaltigkeits- und umweltfördernden Smart City-Ansätzen in deutschen Städten und Kommunen ableiten.

Beitrag von Normen und Standards allgemein

Insgesamt lässt sich auf Basis der Einschätzung aus den Fallstudienregionen eine gewisse Diskrepanz hinsichtlich der Bedeutung von internationalen Normen und Standards feststellen zwischen der Einschätzung der mit der Umsetzung vor Ort befassten Personen und der Diskussion im Bereich der internationalen Normung und Standardisierung. Während dort eine Skepsis gegenüber einer internationalen Normung- und Standardisierung herrscht, und hier vor allem die Gefahr der Dominanz, allen voran durch asiatische Akteure gesehen wird, scheint das Thema in der kommunalen Praxis angesichts der zahlreichen unterschiedlichen Herausforderungen im Tagesgeschäft eine relativ geringe Relevanz zu haben („Thema zu weit weg“). Hier bietet vor allem der geltende rechtliche Rahmen, sowohl auf nationaler, als auch auf europäischer Ebene eine wichtige, handlungsleitende Rolle. Zwar ist dies auch unabhängig vom Einsatzbereich, da gerade in stark technisch orientierten Anwendungsgebieten, etwa in Stadtwerken oder kommunalen Unternehmen, Normen und Standards eine weitaus größere Rolle spielen. Eine Grundlegende „Gefahr“ durch eine internationale Normung und Standardisierung konnte zumindest auf Basis der hier erfolgten Betrachtung der Fallstudien-Städte aber nicht identifiziert werden. Ein Argument, welches in dieser Hinsicht zu nennen ist, ist die Tatsache, dass die „Smart City-Normen“, wie sie z. B. im ISO/TC 268 erarbeitet werden, noch relativ neu, und daher noch kaum verbreitet sind. In Bereichen, die zwar Smart City-relevant sind, aber nicht unbedingt eindeutig diesem Thema zugeordnet werden können, auch auf nationaler Seite, sind Verbände und Stadtwerke in eingespielten Prozessen und Akteurskonstellationen aktiv. Technische Normen und Standards, auch im Bereich von IT-Infrastrukturen und Datenplattformen, wurden daher als relativ unproblematisch angesehen. Prozess- und strategierelevante Normen und Standards, zu denen etwa auch Indikatoren gehören, wurden als hilfreich angesehen, sofern sie geeignet sind und sofern transparent ist, welche Akteure an diesen Normen bzw. Standards mitgewirkt haben. Insofern wurde die Einschätzung der Fachleute aus Normung und Standardisierung aus Kapitel 4.3 bestätigt. Ebenfalls bestätigt sich dadurch die Einschätzung aus der Akteursanalyse und der Betrachtung der Anwendbarkeit internationaler Normen und Standards (vgl. Kapitel 4.2.3 und 4.3), dass Verbänden eine wichtige Vermittlungsfunktion zukommt.

Dennoch lassen sich bei näherer Betrachtung einige Barrieren für die Umsetzung von nachhaltigkeits- und umweltfördernden Smart City-Ansätzen im Zusammenhang mit einer internationalen Normung und Standardisierung identifizieren, sodass die grundlegende Empfehlung, städtische bzw. kommunale und umweltrelevante Akteure stärker in die

internationale Normung und Standardisierung einzubeziehen nach wie vor sinnvoll erscheint. Als Barrieren zu nennen sind hier fehlendes Wissen und Transparenz in Hinblick auf die Thematik, kaum institutionalisierte Austauschprozesse zwischen Akteuren der Normung und Standardisierung und den Umsetzenden aus der Praxis vor Ort, aber auch eine fehlende Plattform bzw. Allianz von Städten, die es „Bottom-Up“ ermöglicht, kommunale Bedarfe und Herausforderungen in Richtung Normung und Standardisierung sowie in Richtung der Lösungsanbieter zu tragen. Dies ist allerdings kein einfaches Unterfangen, gilt es doch die Unterschiede zwischen den Städten in Deutschland sowie in Europa zu berücksichtigen, aber auch demokratisch legitimierte Entscheidungen in den Städten zu unterstützen.

Hier erscheint es sinnvoll, städtische und kommunale Akteure zu unterstützen und für die Thematik zu sensibilisieren, etwa durch Einrichtung entsprechender Austauschplattformen zwischen städtischen Akteuren und in der Normung und Standardisierung tätigen Akteuren im Rahmen von Veranstaltungen, die von städtischen und kommunalen Akteuren besucht werden. In den Gesprächen wurde auch deutlich, dass es auch Interesse an einem Austausch auf internationaler Ebene gibt. Daher sollte diese Ebene unbedingt mitberücksichtigt werden. So sollten daher auch internationale Veranstaltungen wie die Smart City Expo World Congress in Barcelona, die von einigen der hier betrachteten Fallstudien-Städte besucht wird, als Forum mit einbezogen werden. Neben dem interkommunalen Austausch wurde auch deutlich, dass der intrakommunale Austausch zwischen Akteuren, die in der Stadtverwaltung und in der Planung tätig sind, und Akteuren aus den kommunalen Unternehmen, die häufig einen engeren Bezug zur Normung und Standardisierung haben, wichtig ist und gefördert werden sollte. Daher erscheint hier die Unterstützung bei der stadtinternen Verknüpfung von Praktikern, die auch in der Normung tätig sind, und der Planungsebene als sinnvoll. Darüber hinaus wurde auch die Bereitstellung von Informationsangeboten für städtische Akteure zum Normungsprozess, aber auch zu Möglichkeiten der Anwendung und dem Bestand an Normen und Standards, im Rahmen der Gespräche als sinnvoll erachtet.

Auch das Fehlen von Normen und Standards konnte als wichtige Barriere hinsichtlich der Umsetzung von Smart City-Ansätzen identifiziert werden. Hier ist allerdings abzuwägen, inwiefern tatsächlich international anerkannte Normen und Standards zur Unterstützung städtischer Aktivitäten sinnvoll sind, wie bei städte- bzw. regionenübergreifenden Lösungsansätzen, oder eher politische Leitlinien und Best Practice-Beispiele oder, wie in dem genannten Beispiel der Arbeitshilfe, regional eingrenzbare Standards.

Beitrag von Normen und Standards für die Realisierung der Stellschrauben

Aus der Einschätzung der befragten Fachleute wurde deutlich, dass internationale Normen und Standards keine hervorgehobene Rolle bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen haben und eher in spezifischen Fällen sinnvoll sein können. Insofern bestätigt sich das aus der Auswertung der Fallstudien (vgl. Kapitel 4.4.1) gewonnene Bild zur Bedeutung von Normen und Standards für die Realisierung der Stellschrauben. Zum einen stellt der gültige Rechtsrahmen die Leitlinien für die Akteure dar, zum anderen existieren in vielen Fällen aber derzeit auch noch keine geeigneten Normen und Standards. Hier erscheint beispielsweise eine weiterführende, breitangelegte empirische Untersuchung in Hinblick auf konkrete Anwendungsfälle im Smart City-Kontext als sinnvoll, um etwa konkrete Normungsbedarfe und Herausforderungen, auch in Hinblick auf die unterschiedlichen städtischen Voraussetzungen, zu identifizieren. Grundsätzlich wurde aber auch noch mal deutlich, dass die Abstimmung der Akteure vor Ort, etwa zur Herstellung der Kohärenz von Infrastrukturen, weniger mit Normen und Standards zu tun hat, als vielmehr mit der konkreten und einzelfallbezogenen Planung und Abstimmung sowie den vorhandenen Akteursstrukturen vor Ort.

4.5 Überblick Rechtsvorschriften mit Smart City-Relevanz

Für die notwendige Verankerung sowie die Umsetzung von Smart City-Ansätzen ist eine intensive Auseinandersetzung mit dem geltenden Rechtsrahmen und die Berücksichtigung sensibler Anwendungsbereiche unbedingt notwendig. Neben dem deutschen Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) und der EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sind u. a. spezialgesetzliche Regelungen wie das Telemediengesetz (TMG) oder das deutsche Telekommunikationsgesetz (TKG) zu beachten. Darüber hinaus sind für die verschiedenen Smart City-Ansätze, aber auch bereichsspezifische Gesetze und Rechtsvorschriften relevant, wie z. B. die Straßenverkehrsordnung im Bereich Mobilität. Einige Gesetze und Rechtsvorschriften können aber durchaus auch für mehrere Anwendungsbereiche von Relevanz und somit für die Hebung von Synergiepotenzialen wichtig sein, wie etwa das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Dieses betrifft Ansätze sowohl aus dem Bereich Energie aber auch aus dem Bereich Mobilität, da beispielsweise mit §14 EnWG steuerbare Verbrauchseinrichtungen wie Ladeeinrichtungen für Elektromobile erfasst werden.

Um den relevanten Rechtsrahmen in den einzelnen Anwendungsbereichen aufzuzeigen, werden daher im Folgenden zunächst die typischen Smart City-Ansätze dargestellt, welche die Grundlage für die Übersicht der Rechtsvorschriften bilden.

4.5.1 Identifikation relevanter Smart City-Ansätze

Betrachtet man die verschiedenen Smart City-Ansätze, die in den Fallstudienregionen eine prominente Rolle spielen sowie die, die im Rahmen der Studie „Smarte Umweltrelevante Infrastrukturen“ identifiziert wurden, liegt der Schwerpunkt, gemessen an der Anzahl der Maßnahmen, vor allem auf den Anwendungsfeldern Klima und Energie sowie Mobilität und Verkehr. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Anwendungsfeld Technische Infrastrukturen, wobei hier eine Bandbreite von verschiedenen Themen zusammengefasst sind. Das Anwendungsfeld Gebäude und Wohnen wird fast durchgängig unter dem Aspekt der energetischen Sanierung sowie der Nutzung nachhaltiger Rohstoffe betrachtet. Auch im Themenfeld Industrie und Wirtschaft wurde das Thema nachhaltige Produktion identifiziert, wobei dieser Ansatz lediglich in einer Fallstudienregion eine zentrale Rolle spielte (Bottrop) und dort insbesondere unter dem Aspekt der energieautarken Produktion unter Einbindung einer Photovoltaikanlage sowie der Verwendung nachwachsender Rohstoffe⁸⁷. Beide Punkte weisen in dem genannten Beispiel entweder keinen bzw. nur einen geringen Digitalisierungsbezug auf oder werden bereits in anderen Anwendungsfeldern abgedeckt.

Insgesamt lassen sich für die genannten Anwendungsfelder folgende übergeordnete Kategorien identifizieren (siehe Tabelle 9). Dabei lässt sich feststellen, dass sich besonders zwischen den Bereichen Klima/Energie und Mobilität/Verkehr wichtige Schnittstellen und Synergiepotenziale ergeben, die sich zusammenfassend unter dem Schlagwort Sektorenkopplung⁸⁸ zusammenfassen lassen. Darüber hinaus gibt es aber auch Synergiepotenziale zwischen dem Anwendungsfeld Klima/Energie und dem Anwendungsfeld Gebäude/Wohnen bzw. Industriewirtschaft. Die hier identifizierten Synergiepotenziale betreffen aber Aspekte der Energieeffizienz. Aufgrund der zuvor erläuterten Einschränkungen werden die im Bereich Gebäude und Wohnen sowie Industrie und Wirtschaft identifizierten Ansätze in den folgenden

⁸⁷ Das Thema Logistik wird hier unter dem Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr eingeordnet.

⁸⁸ Hier verstanden als Einsatz von erneuerbaren Energien zum Einsatz in anderen Sektoren (Verkehr, Gas, Wärme, d. h. durch sog. „Power-to-X“-Ansätze), um dort fossile Energiequellen im Rahmen einer intelligenten und dezentralen Energieversorgung zu ersetzen vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] 2019.

Ausführungen nicht gesondert betrachtet, die erfassten Synergiepotenziale werden im Anwendungsfeld Klima/Energie dennoch berücksichtigt.

Weiterhin spielen in allen betrachteten Ansätzen über alle Anwendungsbereiche hinweg Plattformen sowie der Umgang mit Daten (Sammlung, Speicherung, Verarbeitung) eine wichtige Rolle. Aufgrund dieses übergreifenden Charakters haben Datenplattform *per se* Synergiepotenziale mit anderen Anwendungsfeldern, da sie viele Smart City-Ansätze dort erst ermöglichen. Da in diesem Kapitel lediglich ein Überblick und keine vertiefte Betrachtung erfolgen soll, werden aufgrund dieser Eigenschaft als Enabler die einzelnen Synergiepotenziale zu den anderen betrachteten Anwendungsfeldern und Ansätzen in dieser Studie nicht gesondert betrachtet.

Tabelle 9: Überblick über die betrachteten Smart City-Ansätze und Beschreibung der Synergiepotenziale mit anderen Anwendungsfeldern (in grau: Im Rahmen dieser Studie hinsichtlich der rechtlichen Rahmenbedingungen nicht betrachtet)

Anwendungsfeld	Smart City-Ansatz	Direktes Synergiepotenzial des Ansatzes mit anderen Anwendungsfeldern		Relevanz für Fallstudie
		Betroffene Anwendungsfelder	Beschreibung der Schnittstelle	
Gebäude und Wohnen	Energetische und nachhaltige Sanierung	-	-	München, Ludwigsburg, Bottrop
Industrie und Wirtschaft	Nachhaltige Produktion	Klima und Energie	Einbindung erneuerbarer Energiequellen ⁸⁹	Bottrop
Klima und Energie	Smart Grid-Ansatz zur intelligenten und dezentralen Energieversorgung	Mobilität und Verkehr	Einbindung von Fahrzeugen als dezentrale Stromspeicher, gesteuertes (netzdienliches) Laden von Fahrzeuge.	München, Dortmund, Ludwigsburg, Bottrop
	Einsatz von Fernwärme und Nutzung nachhaltiger Wärmequellen (hier: Geo- und Solarthermie) zur nachhaltige Wärmeversorgung	Gebäude und Wohnen	Einbindung nachhaltiger Wärmequellen (inkl. Kraft-Wärme-Kopplung)	München, Ludwigsburg
	Sensorik und Datenplattform zur Immissionserfassung (siehe auch „Intelligente Infrastruktur“)	Mobilität und Verkehr	Steuerung des Verkehrsflusses auf Basis von Echtzeitdaten	Ludwigsburg
Mobilität und Verkehr	Elektromobilität und Ladeinfrastruktur zur	Klima und Energie	Einbindung von Fahrzeugen als	München, Dortmund,

⁸⁹ Siehe „Smart Grid (Intelligente Energieversorgung)“ im Anwendungsfeld Klima und Energie

Anwendungsfeld	Smart City-Ansatz	Direktes Synergiepotenzial des Ansatzes mit anderen Anwendungsfeldern		Relevanz für Fallstudie
		Betroffene Anwendungsfelder	Beschreibung der Schnittstelle	
	Dekarbonisierung des Verkehrs		dezentrale Stromspeicher, gesteuertes (netzdienliches) Laden von Fahrzeugen.	Ludwigsburg, Bottrop
	Sharing-Modelle zur Reduzierung des PKW-Verkehrs	-	-	Bottrop
	Einsatz autonomer Fahrzeuge zum Personentransport	-	-	-
	Last-Mile-Delivery (Fahrzeuge und Geschäftsmodelle) & Hubs zur Optimierung der Güterverteilung auf der "letzten Meile"	-	-	München
	Sensoren und Datenplattformen zur intelligenten und bedarfsgerechten Gütersteuerung (siehe auch „Intelligente Infrastruktur“)	-	-	Ludwigsburg, Bottrop
	Sensoren und Datenplattformen zur intelligenten und bedarfsgerechten Verkehrssteuerung (siehe auch „Intelligente Infrastruktur“)	-	-	Ludwigsburg, Bottrop
	Mobilitätshubs zur bedarfsgerechten Verknüpfung von Mobilitätsangeboten	-	-	München
	Intelligentes Parkraummanagement zur Reduktion des Parksuchverkehrs (siehe auch „Intelligente Infrastruktur“)	-	-	Dortmund, Ludwigsburg
	Sensoren und Datenplattformen zur intelligenten Erfassung	-	-	Ludwigsburg

Anwendungsfeld	Smart City-Ansatz	Direktes Synergiepotenzial des Ansatzes mit anderen Anwendungsfeldern		Relevanz für Fallstudie
		Betroffene Anwendungsfelder	Beschreibung der Schnittstelle	
	von Straßenzuständen (siehe auch „Intelligente Infrastruktur“)			
	(Unbemannte) Drohnen und Kleinflugzeuge für Personen- und Gütertransport	-	-	-
Technische Infrastrukturen	Mit Sensorik ausgestattete und vernetzte, intelligente Infrastrukturen	Verschiedenen Anwendungsfeldern (je nach Bedarfslage der Stadt)	Je nach Anwendungsfeld	München, Dortmund, Bottrop
	Kommunale Datenplattform zur Verarbeitung kommunaler Daten	Verschiedenen Anwendungsfeldern (je nach Bedarfslage der Stadt)	Je nach Anwendungsfeld	München, Dortmund, Ludwigsburg, Bottrop

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik

4.5.2 Überblick relevante Rechtsvorschriften

Im Folgenden wird für die verschiedenen Anwendungsfelder und die darin identifizierten Smart City-Ansätze ein Überblick über die relevanten Rechtsvorschriften gegeben. Aufgrund des zuvor geschilderten übergreifenden Charakters von Datenplattformen werden die hierfür relevanten Rechtsvorschriften im Themenbereich „Technische Infrastrukturen“ zusammenfassend behandelt (vgl. Fachgruppe Rechtsrahmen der Smart-Data-Begleitforschung 2018; Seidel et al. 2019) und nicht separat in den jeweiligen Anwendungsfeldern.

Insgesamt ist ersichtlich, dass Normen und Standards vor allem im Anwendungsfeld Klima und Energie eine Rolle spielen und hier oftmals auch auf konkrete Normen Bezug genommen wird. Dies ist allerdings insofern wenig verwunderlich, da der Energiebereich ein sehr technisches Anwendungsfeld und somit ein „klassisches“ Thema für die Normung ist. Abgesehen davon finden sich in vielen Rechtsvorschriften aber Formulierungen, dass der „Stand der Technik“ berücksichtigt werden müsse⁹⁰. Dies ist vor allem im Anwendungsfeld technische Infrastrukturen der Fall (z. B. im Telekommunikationsgesetz). Obwohl hier keine konkreten Normen oder Standards aufgeführt werden, ist dies als Indikator zu werten, dass etwa im Falle rechtlicher Auseinandersetzungen, beispielsweise bei Haftungsfällen, Normen bzw. anerkannte Standards angewandt werden können (Hallscheidt et al. 2016, S. 32). Daher lässt sich für den Bereich der hier betrachteten Rechtsvorschriften durchaus eine Wechselwirkung mit Normen feststellen. Wie in den vorherigen Kapiteln erläutert, könnte dies prinzipiell für kommunale Anwendungen problematisch werden, wenn etwa bestimmte Technologien, Produkte oder Dienstleistungen genutzt werden müssen, die entweder aus ökologischer Sicht nicht nachhaltig sind, oder auch, wenn sie zwar aus ökologischer Sicht sinnvoller sind, aber teurer. Dies gilt daher insbesondere auch für das Vergaberecht, welches die Vergabe von Dienstleistungen an die Berücksichtigung des anerkannten Stands der Technik knüpft (Müller 2017, S. 10). Die Herausforderung liegt in diesem Fall aber nicht allein auf der Seite der Normen und Standards, sondern auch auf Seiten

⁹⁰ Da dies eine sehr häufige Annahme ist, wird dies in den Übersichten nicht näher ausgeführt.

der Vorgaben des Vergaberechts, die dadurch innovative und nachhaltigkeitsförderliche Ansätze verhindern können. Das Vergaberecht wurde daher auch im Rahmen der Fallstudienuntersuchung immer wieder als Herausforderung gesehen (vgl. Kapitel 4.4). Hier wäre es beispielsweise sinnvoll, nicht allein das Kriterium der Wirtschaftlichkeit bei der Vergabe als Maßstab zu nehmen, sondern zunehmend auch Nachhaltigkeitsaspekte in den Fokus zu nehmen und zu fördern⁹¹.

Im Anwendungsfeld Klima und Energie sind in Hinblick auf die betrachteten Smart City-Ansätze vor allem solche Rechtsvorschriften einschlägig, die Themen wie Verbrauch, aber auch Einspeisung bzw. Übertragung und Verteilung von Energie sowie Speicherung von Strom betreffen. Eine zentrale Rolle, insbesondere in Hinblick auf das Thema Sektorenkopplung, kommt dabei dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) zu, in dem die Sektorenkopplung als Grundsatz des Strommarktes genannt wird (Ni et al. 2019, S. 88). U. a. wurden im EnWG Ladepunktbetreiber als Letztverbraucher und nicht als Stromlieferant definiert, was die Verknüpfung mit der Elektromobilität erleichterte, da Betreiber von Ladepunkten andernfalls eine Genehmigung als Stromlieferant benötigt hätten (Boesche et al. 2018, S. 45f.). Allerdings sind viele Ansätze der Sektorenkopplung kaum wirtschaftlich zu betreiben, da derzeit noch viele Abgaben hierauf zu zahlen sind, die etwa im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder in der Netzentgelte-Verordnung festgelegt sind (Ni et al. 2019, S. 88). Im EEG fehlt auch die genannte Bezeichnung von Ladepunktbetreibern als Letztverbraucher, was insbesondere die Verknüpfung mit dem Thema Elektromobilität problematisch macht. Ladepunktbetreiber, die auch Stromerzeuger sind, müssen daher gegenüber Fahrzeugnutzern die EEG-Umlage ausweisen (Boesche et al. 2018, S. 46).

Für das Anwendungsfeld Klima und Energie lässt sich darüber hinaus feststellen, dass in verschiedenen Rechtsvorschriften Bezug auf Normen genommen wird (vor allem ISO-Normen bzw. Normen, die von internationaler Ebene in DIN-Normen übernommen wurden).

Tabelle 10: Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Klima und Energie

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
EU	Elektrizitätsbinnenmarkt-Richtlinie (RL 2009/72/EG)	Enthält Vorschriften zur Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Versorgung mit Strom sowie zum Verbraucherschutz. Sie regelt Verfahren für Ausschreibungen und die Vergabe von Genehmigungen wie den Betrieb der Stromnetze.	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung

⁹¹ Zu einem ähnlichen Fazit hinsichtlich des Vergaberechts kamen auch verschiedene Fachleute im Rahmen eines Stakeholder-Dialogs, der im November 2019 im Kontext dieses Forschungsprojekts abgehalten wurde.

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
	Energieeffizienzrichtlinie (RL 2012/27/EU)	Ziel ist die Einsparung beim Primärenergieverbrauch. Sie gilt u. a. für Energieverteiler und Energieeinzelhandelsunternehmen und erhält auch eine Pflicht zur energetischen Sanierung von öffentlichen Gebäude.	Smart Grid; Wärmeverse- orgung	Ja	Synergiepotenzi- al durch Zielsetzung Gebäudeenergi- effizienz; Bezieht sich auf EN ISO Normen
	Richtlinie 2010/31/EU Gebäudeeffizienz- Richtlinie (RL 2010/31/EU)	Richtlinie soll zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizie- nz von Gebäuden unterstützen und setzt Mindestanforderunge- n hierzu, u. a. mit Vorgaben zur Mindestanzahl von Ladepunkten bei Wohn- und Nichtwohngebäuden.	Energetisch e und nachhaltige Sanierung	Ja	Synergiepotenzi- al durch Zielsetzung Gebäudeenergi- effizienz
	Stromhandelsverordnun- g (VO Nr. 714/2009)	Umfasst die Schaffung eines Ausgleichsmechanism- us für grenzüberschreitende Stromflüsse, die Vergabe der auf den Verbindungsleitungen verfügbaren Kapazitäten sowie Bestimmungen über Grundsätze zur Festlegung des Entgeltes für die Übertragung. Ergänzt wird die Verordnung durch verschiedene Network Codes.	Smart Grid	Nein	-
Bund	Energieeinsparverordnu- ng (EnEV)	Setzt Standards zur Verbesserung der Energiebilanz von	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzi- al durch Zielsetzung

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
		Gebäuden unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit			Gebäudeenergieeffizienz; Bezieht sich auf DIN EN Normen
	Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	Dient dem Zweck eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas zu gewährleisten. Soll daneben aber auch einen wirksamen Wettbewerb im Energieversorgungssektor sicherstellen.	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN, ISO/IEC/IEEC Normen
	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Zweck ist Förderung von erneuerbaren Energiequellen. Hierzu erhalten Betreiber eine gesetzlich garantierte Einspeisevergütung	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN ISO Normen
	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	Ziel ist es, die Schonung fossiler Ressourcen sowie die Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten, eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen. Ebenfalls soll die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien gefördert werden.	Wärmeversorgung	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN ISO Normen

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
	Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV)	Regelt die Festlegung der Methode zur Bestimmung der Entgelte für den Zugang zu den Gasfernleitungs- und Gasverteilernetzen (Netzentgelte)	Smart Grid, Wärmeversorgung	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung
	Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV)	Die Verordnung regelt die Bedingungen, zu denen Netzbetreiber den Zugang zu ihren Netzen gewähren müssen und enthält Vorschriften über die Einspeisung von Biogas sowie den Anschluss von Biogasanlagen	Smart Grid; Wärmeversorgung	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN ISO Normen
	Kraftwärmekopplungsgesetz (KWKG)	Ziel ist die Förderung einer besonders effizienten Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen	Smart Grid; Wärmeversorgung	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN ISO Normen
	Messstellenbetriebsgesetz (MsBG)	Enthält Vorgaben für den Einbau und Betrieb sog. Smart Meter. Adressaten sind vor allem Betreiber von Messstellen, im Wesentlichen also Betreiber von Energieversorgungsnetzen	Smart Grid	Nein	Bezieht sich auf DIN und ISO/IEC Normen
	Niederspannungsanschlussverordnung (NAV)	Die Verordnung regelt das Verhältnis zwischen Versorger und den Abnehmern von Elektrizität. Die Regelungen haben u.a. Auswirkungen auf Ladeeinrichtungen,	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN Normen

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
		etwa indem die Voraussetzungen genannt werden, die für einen Netzanschluss notwendig sind			
	SINTEG-Verordnung (SINTEG-V)	Regelt den notwendigen Rahmen für Teilnehmer des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie betriebenen Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Enthält Experimentierklausel (befristet bis Mitte 2022)
	Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV)	In der Verordnung werden Methoden zur Bestimmung der Entgelte für den Zugang zu den Elektrizitätsübertragungs- und Elektrizitätsverteilernetzen festgelegt	Smart Grid	Nein	-
	Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV)	Regelt die Bedingungen für Einspeisungen von elektrischer Energie in Einspeisestellen der Elektrizitätsversorgungsnetze und die damit verbundene zeitgleiche Entnahme von elektrischer Energie	Smart Grid	Nein	-
	Stromsteuergesetz (StromStG)	Regelt Besteuerung von Strom und die Ermäßigung oder Befreiung von der Steuer unter bestimmten Voraussetzungen.	Smart Grid	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN ISO Normen

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik; Datengrundlage: (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] 2019, 2018; NOW GmbH 2019; Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] 2019;

Pfnür et al. 2016; Ni et al. 2019). Beschreibungstext zur Ebene der Wirkung: zitiert aus den genannten Publikationen und den jeweiligen Gesetzestexten.

Das Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr ist dadurch gekennzeichnet, dass in Hinblick auf die identifizierten Smart City-Ansätze besonders das Thema Elektromobilität eine wichtige Rolle bei der Setzung rechtlicher Rahmenbedingungen einnimmt. Dies ist vor allem bedingt durch die enge Verknüpfung mit dem Energiebereich, was, wie bereits zuvor erläutert, u. a. verschiedene Regelungen zur Strombepreisung mit sich bringt. Auch der flächendeckende und bedarfsgerechte Aufbau von Ladeinfrastrukturen, der in der Regel zu verschiedenen baulichen Veränderungen (Installation der Ladesäulen, Verlegung von Leitungen) führt, ist an verschiedenen Stellen regelungsbedürftig. Beispielsweise wird derzeit über eine Novelle zum WEG beraten, mit der die Installation von Ladeinfrastrukturen in Wohneigentumsgemeinschaften erleichtert werden soll (14.01.2020). Ein Dreh- und Angelpunkt im Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr ist die Straßenverkehrsordnung (StVO) bzw. das Straßenverkehrsgesetz (StVG), welche Grundlage für verschiedene Ansätze einer nachhaltigen Mobilität (Elektromobilität, Autonomes Fahren, Sharing-Ansätze) ist und hier z. T. Privilegierungen enthalten (wie für die Elektromobilität). In Bezug auf die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs kommt auch dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) eine zentrale Rolle (Sharing-Ansätze) zu, wo auch in Hinblick auf zukünftige Entwicklungen (autonomes Fahren, insb. in Flotten) noch Handlungsbedarf besteht (Lemmer 2019, S. 41).

Die Nutzung digitaler Plattformen stellt für die überwiegende Anzahl der hier betrachteten Ansätze im Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr (z. B. Mobilitätshubs, Plattformen für Verkehrs- oder Gütersteuerung) einen zentralen Bestandteil dar. Die hierfür relevanten Rechtsvorschriften, wie z. B. Berücksichtigung des Datenschutzes werden im Anwendungsfeld „Technische Infrastrukturen“ aufgeführt. Für die in Tabelle 9 aufgeführten Smart City-Ansätze mit Bezug zu Logistik und Warentransport konnten darüber hinaus keine weiteren, spezifischen Rechtsvorschriften identifiziert werden. Hier sind im Wesentlichen Rechtsvorschriften zu Fernabsatzgeschäften wichtig, die im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) geregelt sind.

Tabelle 11: Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Mobilität und Verkehr

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
EU	Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFID)	Bildet Rahmen für Maßnahmen zum Aufbau einer Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in der EU, darunter Ladeinfrastruktur. Ziel ist die Verringerung von Umweltbelastung durch Verkehr und die Reduzierung der Abhängigkeit von Erdöl.	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Bezieht sich auf ISO IEEE Normen/Standards und auf Standardisierungsaktivitäten von CEN/CENELEC

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
	Verordnung (EG) Nr. 216/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Februar 2008 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA-Grundverordnung)	Bildet einen neuen Rechtsrahmen für die zivile Luftfahrt einschließlich Regelungen für den Betrieb von unbemannten Luftfahrzeugen	Drohnen/Kleinstflugzeuge	Nein	Enthält auch Vorgaben zu sog. Flugtaxi
	Luftqualitäts-Richtlinie 2008/50/EG	Festlegung von europäischen Grenzwerten für Schadstoffe in der Luft. In belasteten Gebieten müssen in Luftqualitätsplänen Gegenmaßnahmen beschrieben werden, wie etwa die Förderung von Elektromobilität	Immissionserfassung; Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Bezieht sich auf ISO IEC EN Normen und auf Standardisierungsaktivitäten von CEN.
Bund	Batteriegelgesetz (BattG)	Enthält Vorschriften über die Entsorgung bzw. Rücknahme von Batterien, insbesondere auch für Batterien von Elektrofahrzeugen	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Wird derzeit überarbeitet, um an Anforderungen des wachsenden E-Fahrzeugbestandes zu entsprechen und u. a. größere Recycling-Quoten zu ermöglichen.

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
	Baugesetzbuch (BauGB)	Bei der Festsetzung von Bebauungsplänen können Vorgaben hinsichtlich der Errichtung von Ladeinfrastrukturen vorgesehen werden	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	-
	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)	Enthält Vorschriften zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, u.a. durch Luftverunreinigungen. Entfaltet besondere Relevanz, wenn es um die Einhaltung der sog. Luftreinhaltepläne geht	Verschiedene Smart City-Ansätze zu Mobilität und Verkehr	Nein	Bezieht sich auf DIN EN Normen
	Carsharinggesetz (CsgG)	Zur Vermeidung von klima- und umweltschädlichen Auswirkungen wird Carsharing privilegiert, etwa beim Parken oder bei Parkgebühren	Sharing-Ansätze; Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	-
	Einkommenssteuergesetz (EStG)	Sieht Entlastungen für Arbeitgeber bei der Aufladung von Elektrofahrzeugen vor	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Bezieht sich auf DIN Normen
	Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung (eKFV)	Regelt die Verwendung von Elektrokleinstfahrzeugen, wie z.B. Tretrollern	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Bezieht sich auf DIN EN Normen
	Elektromobilitätsgesetz (EmoG)	Dient der Verringerung klima- und umweltschädlicher Auswirkungen. Enthält Privilegien für E-Autos, etwa beim Parken oder im Hinblick auf die	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Ermöglicht Kommunen die Privilegierung von Elektrofahrzeugen im Straßenverkehrsgesetz

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
		Erhebung von Gebühren			
	Kraftfahrzeugsteuergesetz (KraftStG)	Regelt die Besteuerung von Kraftfahrzeugen und sieht Vergünstigungen für Elektrofahrzeuge vor	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	-
	Ladesäulenverordnung (LSV)	Regelt technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile sowie weitere Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Ja	Synergiepotenzial durch Unterstützung Sektorenkopplung; Bezieht sich auf DIN EN Normen
	Luftverkehrsordnung (LuftVO)	Enthält Vorschriften über den Betrieb von unbemannten Luftfahrzeugen	Drohnen/Kleinstflugzeuge	Nein	-
	Personenbeförderungsgesetz (PBefG)	Enthält Vorschriften über die geschäftsmäßige Beförderung von Personen	Sharing-Ansätze; Autonome Fahrzeuge	Nein	Enthält in § 2 Abs. 7 eine Experimentierklausel zur Erprobung neuer Verkehrsarten oder Verkehrsmittel
	Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus)	Auf Grundlage der Richtlinie wird Erwerb von Elektrofahrzeugen ein Umweltbonus gewährt	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	
	Straßenverkehrsgesetz (StVG)	Ermöglicht es, Maßnahmen zur	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur,	Nein	Ermöglichung der

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
		Privilegierungen von Elektrofahrzeugen zu erlassen	Autonome Fahrzeuge		Bevorrechtigung durch EmoG
	Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)	Die Verordnung enthält die verbindlichen Vorgaben zur Regelung des Straßenverkehrs, darunter auch Privilegierungsmöglichkeiten für Elektrofahrzeuge-	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur; Sharing-Ansätze; Autonome Fahrzeuge	Nein	Derzeit (Stand Januar 2020) ist eine Novelle der StVO in Abstimmung im Bundesrat, die u. a. Privilegierungen für Carsharing und Lastenfahrräder enthält.
	Wohneigentumsgesetz (WEG)	Regelt die rechtlichen Vorgaben zur Organisation und Beschlussfassung von Wohnungseigentümergemeinschaften, u. a. auch zur Errichtung von Ladeinfrastrukturen im Gemeinschaftseigentum.	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur	Nein	Wird derzeit überarbeitet, um bauliche Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität zu erleichtern.
Kommunen	Bebauungspläne & städtebauliche Verträge	Konkretisierung der Stadtentwicklung und städtebaulichen Ordnung durch Festsetzung zu Art, Maß und Nutzung konkreter Flächen. Ermöglicht u. a. Vorgaben zur Elektromobilität und Carsharing	Elektromobilität/Ladeinfrastruktur; Sharing-Ansätze; Mobilitätshubs	Nein	-
	Luftreinhaltepläne	Festlegung von Luftreinhaltemaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in belasteten Bereichen. Hier können auch Maßnahmen zur Förderung von	Verschiedene Maßnahmen zu Mobilität und Verkehr	Nein	-

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
		Elektrofahrzeugen enthalten sein			

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik; Datengrundlage: (NOW GmbH 2019; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] 2018, 2019; Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages 2018; Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] 2019; Ni et al. 2019; 14.01.2020; Lemmer 2019). Beschreibungstext zur Ebene der Wirkung: zitiert aus den genannten Publikationen und den jeweiligen Gesetzestexten.

Die zunehmende Digitalisierung aller Lebensbereiche, die sich auch in dem Themenfeld Smart City wiederfindet, hat Folgen für die Gesetzgebung. Daher gab es in den letzten Jahren eine Reihe von Gesetzesänderungen oder -neuentwicklungen, die diesem Trend geschuldet sind. Das prominenteste, weil auch lebensnaheste Beispiel, ist hier wahrscheinlich die Datenschutzgrundverordnung, die im Mai 2018 nach einer mehrjährigen Übergangsfrist in Kraft getreten ist. Aber auch vorhandene Gesetze, wie das Telekommunikationsgesetz (TKG), die sich bislang eher auf klassische, nicht digitale Medien beziehen, haben in den letzten Jahren immer wieder Änderungen und Anpassungen erfahren, um den Anforderungen der Digitalisierung gerecht zu werden. Eine treibende Kraft dahinter ist die Europäische Union mit verschiedenen Gesetzesinitiativen, die damit zum einen Souveränität und Sicherheit der Stadtbevölkerung im Digitalen Zeitalter sicherstellen möchte, die zum anderen aber auch das Ziel eines „Digital Single Market“⁹² sicherstellen möchte. Dies nicht zuletzt aufgrund des starken Einflusses marktbeherrschender Digital-Konzerne und Plattformen aus den Vereinigten Staaten (Google, Microsoft, Amazon, etc.), aber zunehmend auch aus Asien (z. B. Alibaba, WeChat). Dazu gehört auch der Umgang mit Daten der öffentlichen Hand (z. B. Open-Data-Gesetz, Public Sector Information Richtlinie). Hier muss der rechtssichere Umgang mit diesen Daten sichergestellt werden, sodass sie vor unbefugtem Zugang geschützt und transparent verfügbar sind, aber gleichzeitig auch als Grundlage für die Entwicklung von neuen digitalen Produkten und Dienstleistungen dienen können. Einen weiteren Schwerpunkt in diesem Anwendungsfeld bildet das Thema kritische Infrastrukturen (KRITIS), dessen Sicherheit und Resilienz durch entsprechende Gesetze und Verordnungen sichergestellt werden soll.

Auch zukünftig ist zu erwarten, dass die insbesondere in diesem Anwendungsfeld vorhandene dynamische Entwicklung weiterhin anhalten wird. So befürchten kommunale Unternehmen beispielsweise hinsichtlich der PSI-Richtlinie, die den Umgang mit öffentlichen Daten regelt, Wettbewerbsnachteile durch die Offenlegung von Daten, die dann auch privatwirtschaftliche Unternehmen nutzen können (Verband kommunaler Unternehmen e.V. [VKU] 22.05.2019). Daher fordern die kommunalen Unternehmen den Bund u. a. dazu auf, kommunalen Unternehmen weite Handlungsspielräume einzuräumen (Voigt et al. 2020). Unklar sind auch bisher die Rollen von Umwelt und Nachhaltigkeit. Zwar gibt es mittlerweile verschiedene Strategien und Initiativen, die beispielsweise das Thema Green-IT aufgreifen. Gesetzlich spielt das Thema bislang aber keine nennenswerte Rolle, da der Fokus in der Regel auf der Sicherung der Rechte der Stadtbevölkerung bzw. auf der Sicherstellung der ökonomischen Leistungsfähigkeit von Unternehmen liegt.

⁹² Siehe hierzu: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en>, letzter Zugriff am 17.01.2020

Tabelle 12: Relevante Rechtsvorschriften im Anwendungsfeld Technische Infrastrukturen

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
EU	EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)	Enthält Vorgaben zum Schutz von personenbezogenen Daten und regelt die Voraussetzungen, unter denen diese verarbeitet werden dürfen.	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: Verarbeitung personenbezogener Daten)	(Ja) ⁹³	Bezieht sich auf EN ISO IEC Normen
	Richtlinie 2003/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (Public Sector Information Richtlinie)	Regelt die Voraussetzungen inwieweit Informationen des öffentlichen Sektors weiterverwendet werden dürfen. Adressaten sind u.a. öffentliche Stellen (Bund, Länder, Kommunen), Öffentliche Unternehmen.	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: von Informationen des öffentlichen Sektors)	(Ja)	-
Bund	Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)	Adressiert die Verarbeitung von personenbezogenen Daten für öffentliche und nichtöffentliche Stellen	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: mit Verarbeitung personenbezogener Daten)	(Ja)	-
	BSI-Kritisverordnung (BSI-KritisV)	Regelt, welche Unternehmen aus den Bereichen Energie, Informationstechnik und Telekommunikation sowie Wasser und Ernährung unter den Anwendungsbereich des IT-Sicherheitsgesetzes fallen	Alle Smart City-Ansätze in den benannten Bereichen	(Ja)	Bezieht sich auf das IT-Sicherheitsgesetz; Bezieht sich auf DIN EN-Normen

⁹³ Betrifft alle digital gestützten Smart City-Ansätze im genannten Wirkungsbereich. Daher ist grundsätzlich ein direktes Synergiepotenzial vorhanden.

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfeld	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
	Informationsweiterverwendungsgesetz (IWG)	Setzt die Public Sector Information Richtlinie um. Betrifft die Weiterverwendung von bei öffentlichen Stellen vorhandenen Informationen	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: mit Informationsverarbeitung bei öffentlichen Stellen)	(Ja)	-
	IT-Sicherheitsgesetz (ITSiG)	Dient der Verbesserung der IT-Sicherheit bei Unternehmen und in der Bundesverwaltung, sowie ein besserer Schutz der Bürgerinnen und Bürger im Internet. Betreiber Kritischer Infrastrukturen aus den Bereichen Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit, Wasser, Ernährung sowie Finanz- und Versicherungswesen müssen damit künftig ein Mindestsicherheitsniveau an IT-Sicherheit einhalten und erhebliche IT-Sicherheitsvorfälle an das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) melden.	Alle Smart City-Ansätze in den benannten Bereichen	(Ja)	-
	Telekommunikationsgesetz (TKG)	Förderung des Wettbewerbs im Bereich der Telekommunikation und leistungsfähiger Telekommunikations	Alle Smart City-Ansätze	(Ja)	Enthält auch Vorgaben für den Ausbau von Glasfaserinfrastruktur (im

Ebene des Ursprungs	Titel der Rechtsvorschrift (Gesetz oder Verordnung)	Ebene der Wirkung	Thematische Abdeckung im Anwendungsfall	Direktes Synergiepotenzial mit anderen Anwendungsfeldern	Weitere Informationen
Bund/Länder		Infrastrukturen durch technologie neutrale Regulierung und Gewährleistung flächendeckend angemessener und ausreichender Dienstleistungen.			Rahmen des Diginetz-Gesetzes)
	Telemediengesetz (TMG)	Bildet den Rechtsrahmen für sog. Telemedien, also elektronische Informations- und Kommunikationsdienste	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung	(Ja)	-
	Geodatenzugangsgesetze	Regeln den Zugang zu Geoinformationen	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: mit Verwendung von Geodaten)	(Ja)	-
	Open-Data-Gesetz	Sieht Veröffentlichungspflichten für Informationen der öffentlichen Hand vor.	Alle Smart City-Ansätze der öffentlichen Hand mit Datenverarbeitung/-nutzung	(Ja)	Beruht auf E-Government-Gesetz (§ 12 a EGovG)
	Umweltinformationsgesetze	Regeln den Zugang zu Umweltinformationen	Alle Smart City-Ansätze	(Ja)	-
Länder	Landesdatenschutzgesetze	Adressiert die Verarbeitung von personenbezogenen Daten für öffentliche Stellen auf Landesebene	Alle Smart City-Ansätze mit Datenverarbeitung/-nutzung (hier: mit Verarbeitung personenbezogener Daten)	(Ja)	-

Quelle: Eigene Darstellung, Institut für Innovation und Technik; Datengrundlage: (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] 2019; Verband kommunaler Unternehmen e.V. [VKU] 25.01.2019; Fachgruppe Rechtsrahmen der Smart-Data-Begleitforschung 2018; Ensthaler und Haase 2017; Seidel et al. 2019; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] 2019). Beschreibungstext zur Ebene der Wirkung: zitiert aus den genannten Publikationen und den jeweiligen Gesetzestexten.

4.5.3 Zusammenfassendes Fazit zum Rechtsrahmen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Rechtsrahmen im Bereich Smart City durchaus als dynamisch zu bezeichnen ist. Die Umsetzung vieler innovativer Ansätze, die umwelt- und nachhaltigkeitsfördernd sind, wurden in den letzten Jahren durch Anpassungen im Rechtsrahmen unterstützt. Hierzu zählen insbesondere rechtliche Initiativen im Bereich der Elektromobilität und beim Thema Smart Grid. Dennoch muss betont werden, dass es nach wie vor Handlungsbedarf gibt. Auch hier kann die Elektromobilität als Beispiel genommen werden, wo z. B. Änderungen im Wohneigentumsgesetz oder im Baugesetz notwendig sind, um den Ausbau der Ladeinfrastruktur voranzutreiben. Auch in Bezug auf das Thema Sektorenkopplung sorgen rechtliche Rahmenbedingungen immer noch dafür, dass entsprechende Ansätze nicht implementiert und wirtschaftlich betrieben werden können. Sie stellen somit ein wesentliches Hindernis für die Realisierung anwendungsfeldübergreifender Ansätze dar, die Grundlage für eine klimafreundliche und umweltverträgliche Smart City sein können.

Nachholbedarf gibt es konkret im Bereich der Digitalisierung beim Thema Nachhaltigkeit und Umwelt. Zwar werden durch viele Rechtsvorschriften nachhaltigkeitsfördernde Ansätze, wie z. B. die intelligente Verkehrssteuerung, ermöglicht. Aber konkrete Regelungen, etwa in Form eines Green-IT-Gesetzes, welches beispielsweise eine Nachhaltigkeitsbetrachtung in Bezug auf die zunehmenden Datenmengen vornimmt und die damit verbundene Menge an Elektronik und der erhöhte Energieverbrauch thematisiert, fehlt bislang. Hier ist Forschungs- und ggf. weiterer Regelungsbedarf zu sehen.

4.6 Zusammenfassendes Fazit und Handlungsempfehlungen

Insgesamt wurde im ersten Arbeitsschritt deutlich, dass Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen, Produkten und Dienstleistungen vielfältige Rollen spielen können. Die gilt nicht nur für die Entwickler von innovativen Lösungsansätzen, sondern auch für städtische Akteure, die Normen und Standards nutzen können, um für sie wünschenswerte Anforderungen an diese Smart City-Ansätze zu definieren. Im ersten Arbeitsschritt wurden hierzu verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt. Typischerweise ist die Anwendung von Normen und Standards dabei im Bereich der Beschaffung relevant.

Die konkreten Auswirkungen der Anwendung von Normen und Standards, insbesondere in Hinblick auf Umwelt und Nachhaltigkeit, lassen sich allerdings nur im Einzelfall betrachten. Normen, deren Anwendung für eine Stadt geeignet ist, können für eine andere Stadt ungeeignet sein. Insofern sind Normen bzw. Standards nicht per se als Barriere oder als Erfolgsfaktor zu bezeichnen, zumal die Anwendung von Normen grundsätzlich freiwillig erfolgt.

Es lässt sich aber feststellen, dass Risiken in Hinblick auf die Umsetzung von nachhaltigen Smart City-Ansätzen dann bestehen, wenn diese Freiwilligkeit nicht mehr gegeben ist, etwa durch vertragliche Verpflichtungen. Auch ohne expliziten Verweis auf Normen in rechtlich relevanten Dokumenten besteht die Gefahr, dass bestimmte Normen und Standards bei Rechtsstreitigkeiten als Maßstab für den „Stand der Technik“ genommen werden. Hierdurch können beispielsweise durch die Frage, inwiefern die Umsetzung innovativer Ansätze, zu denen keine geeigneten Normen verfügbar sind, rechtlich möglich sind, auch Unsicherheiten entstehen, die die Umsetzung nachhaltigkeitsförderlicher Ansätze verhindert. Darüber hinaus können Normen und Standards auch durch ihre „Marktmacht“ wirken, wenn sich bestimmte Produkte oder Dienstleistungen als de facto Standard durchgesetzt haben.

Umso wichtiger ist es, dass bei der Erarbeitung von Normen und Standards auf internationaler Ebene kommunale und umweltrelevante Interessen vertreten sind, und es den jeweiligen Akteuren ermöglicht wird, beispielsweise durch Bereitstellung von Ressourcen, ihre Bedarfe

und Herausforderungen in die Normung und Standardisierung einzubringen. Damit bestätigt dieser Bericht auch die Ergebnisse der Vorgängerstudie „Smarte, umweltrelevante Infrastrukturen“. Diese Einschätzung gilt auch trotz der Erkenntnisse der Fallstudien-Analyse im dritten Arbeitsschritt, die die Rolle von Normen und Standards bei der Umsetzung von Smart City-Ansätzen etwas relativiert.

Eine pauschale Definition der Grenzen von Normung und Standardisierung ist nicht möglich, und es wurde somit weiterer Forschungsbedarf identifiziert. Grundsätzlich zeigte sich aber im zweiten Arbeitsschritt, dass sich für eine internationale Normung und Standardisierung Gegenstände als geeignet erweisen, deren Anwendung nicht oder nur in sehr geringem Maße in den politisch-gesellschaftlichen Bereich einer Stadt eingreift, und die so keine negativen Auswirkungen auf demokratische Entscheidungsprozesse innerhalb einer Stadt haben. Dies betrifft in Hinblick auf die Möglichkeiten der Digitalisierung überwiegend Fragen technischer Natur, wie z. B. nach Schnittstellendefinitionen oder nach kompatiblen Datenformaten. Bei Normung und Standardisierungen zu komplexeren Produkten oder Dienstleistungen besteht das Risiko, dass diese nicht in Hinblick auf die jeweiligen spezifischen, städtischen Anwendungskontexte anwendbar sind, und die so z. B. zu rechtlichen Schwierigkeiten bei der Umsetzung führen können, aber auch zu Akzeptanzproblemen bei der Bevölkerung. Dennoch zeigte sich auch, dass es auch für kommunale Akteure sinnvoll sein kann, eine international vergleichbare Indikatorik oder generell Leitlinien für die Umsetzung von Smart City-Ansätzen zu haben. Insbesondere hier ist aber eine differenzierte Betrachtung notwendig, ebenso wie das Wissen und die Erfahrung kommunaler Akteure in der internationalen Normung und Standardisierung.

Die internationale Normungs- und Standardisierungslandschaft ist aufgrund der großen Bandbreite des Themas Smart City sehr unübersichtlich. Wichtige normungsrelevante Aktivitäten finden sich vor allem in den Bereichen Wasser, Fernwärme und Energie, ebenso Verkehr bzw. Transport. Damit sind viele der für eine Smart City relevanten Anwendungsfelder betroffen. Um fokussierte Aussagen zur Normung und Standardisierung im Bereich Smart City auf internationaler Ebene treffen zu können, wurde sich daher in dieser Studie vor allem auf die zentralen Smart City-Gremien auf internationaler Ebene (sowie entsprechende nationale Spiegelgremien) konzentriert, die das Thema explizit behandeln. Hier sind alle großen, internationalen Normungsorganisationen (ISO, IEC, ITU-T) mit verschiedenen Gremien oder Arbeitsgruppen vertreten. Gerade in Hinblick auf das Thema Nachhaltigkeit nimmt das ISO/TC 268 aber eine besondere Rolle ein, da es u. a. versucht, Leitlinien für die Entwicklung von nachhaltigen Städten und Kommunen zu entwickeln. Darüber hinaus sind in diesem Gremium bereits kommunale und umweltrelevante Akteure vertreten. Dennoch wurde auch deutlich, dass es vor allem auf internationaler Ebene sehr viel Koordinationsbedarf zwischen den einzelnen Organisationen und Gremien gibt, und das ISO/TC 268 hierfür bislang nur bedingt als zentraler „Ansprechpartner“ für die weitere Entwicklung des Themas Smart City dient. Dies gilt nicht nur für bereits vorhandene Normungsaktivitäten, sondern auch für neue Unternehmen in diesem Themengebiet, die so einen ersten Zugang zu kommunalen Themen und Bedarfen haben. Gerade in Hinblick auf die Förderung der Themen Umwelt und Nachhaltigkeit im Smart City-Kontext wurde hier eine Chance identifiziert

In Hinblick auf den rechtlichen Rahmen im Bereich Smart City konnte auf Basis der identifizierten Smart City-Ansätze aufgezeigt werden, dass vor es allem im Anwendungsfeld Energie zahlreiche, relevante Rechtsvorschriften gibt, die in Hinblick auf das Thema Sektorenkopplung auch Auswirkungen auf andere Anwendungsfelder und Smart City-Ansätze haben. Im Anwendungsfeld Energie spielen außerdem Normen und Standards zur Ausgestaltung des Rechtsrahmens eine wichtige Rolle. Daneben sind im Bereich technischer Infrastrukturen,

inkl. Themen wie Sensorik und Datenplattformen ebenfalls zahlreiche Rechtsvorschriften relevant für den Bereich Smart City, da sie die Grundlage für daten- und plattformbasierte Smart City-Ansätze in verschiedenen Anwendungsfeldern bilden. So behandeln Themen wie Datenschutz und Datenhoheit grundlegende Aspekte für die Plattformökonomie. Unklar ist bislang noch die Rolle von Umwelt und Nachhaltigkeit im Bereich des für die Digitalisierung relevanten Rechtsrahmens zukünftig einnehmen werden, etwa unter dem Aspekt Green-IT.

Identifizierte Lücken und Handlungsbedarfe

Insgesamt lassen sich aus den Ergebnissen folgende, wesentliche Handlungs- und Forschungsbedarfe sowie Handlungsansätze ableiten. Dabei werden jeweils die im Rahmen dieser Studie zum Thema Normung und Standardisierung, ebenso wie zum rechtlichen Rahmen identifizierten, zentrale Bedarfe erläutert, und mögliche Handlungsoptionen vorgestellt, ebenso wie die jeweiligen Adressaten (Bund/Länder bzw. Kommunen). Zentrale Bedarfe lassen sich dabei vor allem hinsichtlich der Sicherstellung einer ausreichenden Beteiligung kommunaler und umweltrelevanter Akteure, sowie der Schaffung von Wissen und Transparenz in Hinblick auf Bestand, Verfügbarkeit und Anwendbarkeit von Normen und Standards und den Chancen der Mitwirkung identifizieren.

Interessensvertretung kommunaler und umweltrelevanter Akteure und Koordination

Wie bereits erläutert ist die Landschaft der relevanten Normungs- und Standardisierungsgremien vor allem auf internationaler Ebene sehr unübersichtlich. Darüber hinaus fehlt es an zentraler Koordination zwischen den mit dem Thema Smart City-befassten Gremien. Diese zentralen Gremien können eine wichtige Koordinationsfunktion einnehmen, wobei insbesondere der ISO/TC 268 aufgrund seiner inhaltlichen Ausrichtung als relevant erscheint. Daher erscheint es in Hinblick auf die zukünftige Entwicklung des Themas Smart City sinnvoll, die Position kommunaler und umweltrelevanter Akteur über das entsprechende Spiegelgremium beim DIN zu stärken, und nachhaltigkeitsrelevante Themen und Fragestellungen über dieses Gremium in der internationalen Normung und Standardisierung zu platzieren. Dies erscheint auch sinnvoll, um Aktivitäten in Gremien und Arbeitsgruppen, die in dem Thema sehr aktiv sind, besser beobachten zu können. Zur Einbringung kommunaler und umweltrelevanter Interessen in die Normung und Standardisierung über die nationale Ebene können z. T. auch jenseits der eigentlichen Gremienarbeit verschiedene Möglichkeiten genutzt werden.

- Es wird zunächst grundsätzlich empfohlen, dass der **Bund** die Mitwirkung kommunaler und umweltrelevanter Fachleute in der Normung und Standardisierung, entweder direkt oder über Vernetzung mit entsprechenden Multiplikatoren, unterstützt (siehe hierzu auch die folgenden Empfehlungen).
- Weiterhin wird empfohlen, dass **kommunale Akteure** sich bietende Chancen zur Mitwirkung an Normung und Standardisierung nutzen, um dort ihre Bedarfe und Interessen, auch in Hinblick auf die nachhaltige Gestaltung von Kommunen, einzubringen.

Kommunalen und umweltrelevanten Akteuren fehlen allerdings oft die zeitlichen und finanziellen (z. B. Reisekosten) Ressourcen, zumal die Mitwirkung an der Gremienarbeit, bei kommunalen oder umweltrelevanten Akteure, anders als bei Fachleuten aus der Privatwirtschaft, in der Regel keine „Pflichtaufgabe“ ist. Daher geschieht die Gremienarbeit „nebenbei“, oder es findet eine Ergebnisverwertung im Rahmen von Projekten oder regionalen bzw. nationalen Austauschplattformen statt.

- Es wird empfohlen, dass **kommunale und umweltrelevante Akteure** Multiplikatoren nutzen, um ihre Interessen und Bedarfe in entsprechende Kreise zu kommunizieren. Zu diesen Multiplikatoren gehören, u. a. Verbände wie der Deutsche Städtetag, das Koordinierungsbüro Normungsarbeit der Umweltverbände, aber auch kommunale Unternehmen, die z. T. bereits sehr aktiv in der Normung beteiligt sind. Auch die Bildung von Städteallianzen kann sinnvoll sein, um gemeinsame Anforderungen an Smart City-Technologien, Produkte und Dienstleistungen zu definieren.
- Ebenfalls wird empfohlen, dass es der **Bund** über die Bereitstellung von Ressourcen, etwa über geeignete Fördermaßnahmen, die Teilnahme kommunaler Akteure an der internationalen Gremienarbeit bei Bedarf unterstützt.

Sensibilität für die Thematik bei Kommunen, Wissenstransfer und Forschungsbedarf

Das internationale Normen- und Standardwerk ist selbst für versierte Fachleute kaum überblickbar, und es erfordert darüber hinaus oftmals ein profundes Fachwissen, um sich in die Einzelheiten von Normen und Standards einzuarbeiten. Oftmals erscheint das Thema internationale Normung und Standardisierung im Alltagsgeschäft kommunaler Akteure auch „zu weit weg“ und andere Themen sind aufgrund lokaler Relevanz drängender. Daher ist die tatsächliche Bedeutung des Themas kommunalen Akteuren oftmals unklar. Die Schaffung von Wissen und Transparenz über die Verfügbarkeit von Normen und Standards sowie über mögliche Auswirkungen internationaler Normen und Standards ist daher für kommunale und umweltrelevante Akteure von enormer Relevanz. Auch, um Unsicherheiten hinsichtlich der Anwendbarkeit im Kontext deutschen Rechts zu vermeiden.

- Es wird daher empfohlen, dass **Bund bzw. die Länder** über geeignete Formate (z. B. Organisation von Diskussionsforen auf der Smart Country Convention zwischen kommunalen Fachleuten und Fachleuten des DIN, oder „Roadshows“) eine stärkere Verknüpfung des Austauschs zwischen kommunalen Fachleuten und Fachleuten aus der Normung und Standardisierung fördern, und gemeinsam mit DIN oder anderen regelsetzenden Institutionen den Nutzen der Normung und Standardisierung an kommunale Akteure kommunizieren.
- Es wird außerdem empfohlen, dass sich der **Bund** als Themensetzer gezielt in bestimmte Normungs- und Standardisierungsaktivitäten, wie beispielsweise dem ISO/TC 268, einbringt, und etwa das in Forschungsprogrammen gewonnene Wissen in Normungsvorschläge einfließen lässt oder selbst Normungsvorschläge macht.
- Als niedrigschwellige Möglichkeiten, Themen, Bedarfe und Interessen in die Normung und Standardisierung können **kommunale Akteure** Instrumente wie DIN SPEC zur Definition von Themen oder die Mitwirkung an normungsnahen Austauschforen, wie dem Smart City Standards Forum beim DIN nutzen.
- Weiterhin erscheint es sinnvoll, den intra-kommunalen Austausch zwischen Praktikern, die in der Normung und Standardisierung tätig sind, wie z. B. aus kommunalen Unternehmen, und städtischen und kommunalen Akteuren, die in der Stadtverwaltung oder Planung mit der Umsetzung von Smart City-Ansätzen befasst sind, weiter zu stärken. So können auch ohne direkte Beteiligung städtischer Akteure in der Normung auf „kurzem Wege“

kommunale Bedarfe in die Normung eingebracht werden. Städtische und **kommunale Akteure** sollten daher einen entsprechenden Austausch auf intra-kommunaler Ebene fördern. Der **Bund** kann diese Aktivitäten durch entsprechende Informationskampagnen fördern, oder aber diesen Austausch mit Ressourcen unterstützen, indem diesen zu einer obligatorischen Anforderung in Förderprogrammen macht.

- Darüber hinaus wird empfohlen, eine transparente Übersicht über alle internationalen Normen und Standards zu schaffen, die auf kommunaler Ebene hinsichtlich der Umsetzung von umwelt- und nachhaltigkeitsförderlichen Smart City-Ansätzen relevant sind. Als Vorbild kann hier beispielsweise das „UNECE Portal on Standards for the SDGs“ (United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] 2020) dienen. Der **Bund** könnte hierbei mit dem Aufbau einer entsprechenden Plattform unterstützen.

Neben dem fehlenden Überblick über den Bestand an Normen und Standards, sowie den Chancen und dem Nutzen der Erarbeitung bzw. Anwendung von Normen und Standards zeigten sich im Rahmen der Studie auch einige konkrete Forschungsbedarfe auf. Dieser zeigte sich insbesondere hinsichtlich der Konkretisierung der Grenzen von Normen und Standards vor dem Hintergrund verschiedener Leitbilder und Städteentwürfe.

- Es wird daher empfohlen, dass zentrale Forschungsfragen, z. B. wie die Grenzen der Normung und Standardisierung im Zusammenhang mit verschiedenen Norm- und Standardtypen und den unterschiedlichen Prozessen und Strukturen einer Stadt definiert werden können, und welche Gegenstände für welche Anwendungskontexte normierbar sind, im Rahmen von Forschungsprojekten behandelt werden. Dabei erscheint eine breitangelegte Untersuchung sinnvoll, die nicht nur auf nationaler Ebene, sondern auch auf europäischer bzw. nationaler Ebene verschiedene Städtetypen und ihrer Eigenschaften hinsichtlich dieser Grenzen untersucht. Diese Definition der Systemgrenzen kann dazu genutzt werden, um Normungsbedarf in Städten und Kommunen zu konkretisieren. Entsprechende Erkenntnisse sollten daher direkt in die relevante Normung und Standardisierung zurückfließen. Der **Bund** könnte hier mit einem entsprechenden Forschungsauftrag unterstützen.
- Weiterhin erscheint eine weiterführende, breitangelegte empirische Untersuchung, die eine große Anzahl unterschiedlicher Städte und Kommunen berücksichtigt, in Hinblick auf konkrete Anwendungsfälle im Smart City-Kontext als sinnvoll, um etwa konkrete Normungsbedarfe und Herausforderungen, auch in Hinblick auf die unterschiedlichen, städtischen Voraussetzungen, zu identifizieren. Diese Untersuchung kann außerdem dazu beitragen, den Zusammenhang zwischen Normung und Standardisierung sowie der Umsetzung von Smart City-Ansätzen weiter zu vertiefen. Auch hier könnte der **Bund** mit einem entsprechenden Forschungsauftrag unterstützen.

Rechtlicher Rahmen

In Hinblick auf den relevanten, rechtlichen Rahmen für Smart Cities gibt es viele Detailfragen zu klären, die an dieser Stelle nicht einzeln aufgeführt werden können. Daher werden an dieser Stelle einige grundsätzliche Handlungsbedarfe aufgezeigt, die im Rahmen dieser Studie identifiziert wurden.

- ▶ Der Umgang mit Daten erfordert nach wie vor Regelungsbedarf. Dies betrifft sowohl Fragen des Datenschutzes bei personenbezogenen Daten, die u. a. in Hinblick auf die Akzeptanz plattformbasierter Smart City-Ansätze eine wichtige Rolle spielen, aber auch generell Fragen des Umgangs mit öffentlichen Daten. Solche Rechtsunsicherheiten können die Umsetzung von nachhaltigkeitsförderlichen Smart City-Ansätze in Städten verhindern. Um dies zu vermeiden, wird empfohlen, dass der **Bund** daher seine Bemühungen in diesem Bereich durch Einrichtung entsprechender Forschungsprogramme und Fachdialoge zur Klärung dieser Fragen fortsetzen.
- ▶ Darüber hinaus findet in dem identifizierten, digitalisierungsrelevanten Rechtsrahmen bislang keine Verknüpfung der Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit, etwa im Rahmen eines Green-IT-Gesetzes, statt. Daher ist es empfehlenswert, dass der **Bund** Potenziale, Chancen und Risiken einer rechtlichen Behandlung dieser Themenverknüpfung etwa im Rahmen von Studien oder geeigneten Förderprogrammen prüft.

5 Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass der urbane Umweltschutz teils schon mit der Entwicklung intelligenter, urbaner Infrastrukturen zusammengebracht wird. Insbesondere Klimaschutz, Klimaanpassung, Ressourcenschutz, Energieeffizienz sind dabei häufig aufgegriffene Zielsetzungen. Die erprobten Maßnahmen haben dabei durchaus das Potenzial zu Umweltentlastungen beizutragen. Allerdings müssen hierfür auch die richtigen Stellschrauben und Rahmenbedingungen angegangen werden.

Nachhaltige Beschaffung sollte weiter gestärkt werden, um sicherzustellen, dass beim IKT-Ausbau auch möglichst umweltfreundliche Technologien zum Einsatz kommen. Kommunen und Bund haben hierbei auch eine Vorbildfunktion. Hiermit verbindet sich auch ein Förderauftrag – nachhaltige Digitalisierung erfordert Erforschung ressourceneffizienter Technologien.

Außerdem braucht es standardisierte Monitoring und Evaluationsprozesse auf kommunaler Ebene zu Smart-City-Maßnahmen. Hier ist auch der Bund gefragt, bspw. Austausch zwischen den Horizon 2020 Städten in Deutschland zu unterstützen und Forschungsförderung hierauf zu richten.

Bei der Akteurszusammenarbeit ist augenscheinlich, dass zwar einerseits durch die Ausgestaltung von Smart-City-Maßnahmen verschiedene Referate zusammengeführt werden. Hier gilt es aber auch, dass noch weitere Schritte gegangen werden müssen – sowohl von Seiten der kommunalen Umweltreferate als auch von Seiten der durchführenden Stabsstellen und weiterer Referate.

Insgesamt ist es wichtig zu kommunizieren, dass umweltfreundliche Smart Cities sich wirtschaftlich lohnen, dass sie der Regionalentwicklung und ebenso der Lebensqualität vor Ort dienen.

6 Quellenverzeichnis

Angelidou, Margarita (2014): Smart city policies: A spatial approach. In: Cities 41, S3-S11. DOI: 10.1016/j.cities.2014.06.007.

BBSR (Hg.) (2017): Raumordnungsbericht 2017. Daseinsvorsorge sichern. Bonn (Sonderveröffentlichung).

BBSR/BMUB (2017): Smart City Charta. Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Bonn.

Berger, Markus; Finkbeiner, Matthias (2017): Vereinfachte Umweltbewertung des Umweltbundesamtes (VERUM 2.0). Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Birner, Nadine; Gieschen, Jan-Hinrich; Kudernatsch, Wilhelmine; Moorfeld, Rainer; Weiler, Petra; Schotten, Hans (2017): Die Rolle der Normung 2030 und Gestaltungsoptionen unter Berücksichtigung der technologiespezifischen Besonderheiten der IKT in der Normung und Standardisierung. Abschlussbericht - Projekt Nr. 70/15. Hg. v. iit – Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi]. Berlin

Blind, Knut (2009): Standardisierung als Katalysator für Innovationen. INAUGURATIONSREDE. STIFTUNGSLEHRSTUHL STANDARDISIERUNG ROTTERDAM SCHOOL OF MANAGEMENT. Hg. v. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Blind, Knut; Heß, Philipp (2018): Deutsches Normungspanel. Indikatorenbericht 2018. Normungsforschung, -politik und -förderung. Hg. v. Deutscher Förderverein zur Stärkung der Forschung zur Normung und Standardisierung e. V. Berlin.

Boesche, Katharina Vera; Friesen, Ilona; Giacomini, Marcia; Gieschen, Jan-Hinrich; Grawenhoff, Sören; Johnsen, Doris et al. (2018): Perspektiven der ELEKTROMOBILITÄT für Energiewende, Produktion und Ladeinfrastruktur. Aktuelle Ergebnisse und internationale Einordnung der Begleit- und Wirkungsforschung zum Förderprogramm ELEKTRO POWER II des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Hg. v. Begleit- und Wirkungsforschung ELEKTRO POWER II, iit – Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH und TÜV Rheinland Consulting GmbH. Berlin, Köln.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] (Hg.) (2019): Gesetze im Internet. Online verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de, zuletzt aktualisiert am 27.11.2018, zuletzt geprüft am 29.11.2019.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [BMJV] (14.01.2020): Reform des Wohnungseigentumsgesetzes: BMJV leitet Länder- und Verbändebeteiligung ein. Berlin. Online verfügbar unter www.bmjbv.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/011420_WEModG.html, zuletzt geprüft am 16.01.2020.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] (Hg.) (2018): Gesetzeskarte für das Energieversorgungssystem. Karte zentraler Strategien, Gesetze und Verordnungen. Online verfügbar unter www.bmwi.de/Navigation/DE/Service/Gesetzeskarte/gesetzeskarte.html, zuletzt geprüft am 29.11.2019.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi] (Hg.) (2019): SINTEG-Gesetzeskarte. Berlin.

Bundesnetzagentur (2019): Moderne Messeinrichtungen / Intelligente Messsysteme. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/NetzanschlussUndMessung/SmartMetering/SmartMeter_node.html, zuletzt geprüft am 24.04.2019.

Butscher, Anke (2012): NFD/KNU Workshop „Normung und Nachhaltigkeit - Ein zielführendes Thema für die Umweltverbände?“. Ergebnisprotokoll. NFD/KNU Workshop „Normung und Nachhaltigkeit - Ein zielführendes Thema für die Umweltverbände?“. Hg. v. Koordinierungsbüro Normungsarbeit der Umweltverbände [KNU].

CEN CENELEC (Hg.) (2019): CEN-CENELEC Work Programme 2020. Brüssel.

Cisco; IHK Dortmund; Stadt Dortmund (2017): Memorandum of Understanding. Dortmund.

Dameri, Renata Paola (2017): Smart City Implementation. Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems. Cham: Springer International Publishing; Imprint: Springer (Progress in IS).

Deutscher Städtetag (Hg.) (2012): Normung in der Stadtentwicklung. Beschluss des Präsidiums des Deutschen Städtetages. Online verfügbar unter www.staedtetag.de/presse/beschluesse/059025/index.html, zuletzt geprüft am 05.12.2018.

Deutscher Städtetag (2014): Normung in der Stadtentwicklung – „Smart Cities“. Beschluss des Präsidiums des Deutschen Städtetages vom 17.09.2014. Köln.

DEW21 (o.J.): Wärmewende in unserer Stadt. Online verfügbar unter <https://www.dew21.de/ueber-dew21/waermeversorgung-von-dew21/allgemeine-informationen/>, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Die Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2016 – Neuauflage 2016. Berlin.

Difu (2018): OB-Barometer 2018. Hg. v. Deutsches Institut für Urbanistik. Berlin.

DIN/DKE (2015): Deutsche Normungsroadmap Smart City. Version 1.1. Hg. v. Deutsches Institut für Normung e.V., Deutsche Kommission Elektrotechnik. Berlin.

DIN (2000): Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung. Unternehmerischer Nutzen 1 ; Wirkungen von Normen ; Teil A: ökonomische Wirkungen der überbetrieblichen Normung ; Teil B: Verknüpfung der Ergebnisse. Berlin, Wien: Beuth Verlag.

DIN (Hg.) (2017): Technologie und Mensch in der Kommune von morgen. Impulspapier zu Normen und Standards. Smart City. Berlin.

DIN (Hg.) (2018a): DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS). Jahresbericht 2018.

DIN (Hg.) (2018b): DIN-Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA). Jahresbericht 2018.

DIN (Hg.) (2019): DIN-Normenausschuss Kommunale Technik (NKT). Jahresbericht 2018.

DIN (Hg.) (2020a): Nationale Gremien - NA 043-02-03 AA "Smart Cities". Webseite. Online verfügbar unter www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nia/nationale-gremien/wdc-grem:~:id=255429508, zuletzt geprüft am 23.01.2020.

DIN (Hg.) (2020b): Nationale Gremien - NA 172-00-12 AA "Nachhaltige Entwicklung in Kommunen". Webseite. Online verfügbar unter www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nagus/nationale-gremien/wdc-grem:~:id=164070875, zuletzt geprüft am 23.01.2020.

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik (Hg.) (2019): DKE/K 201 "System Komitee Elektrotechnische Aspekte von Smart Cities". Webseite. Online verfügbar unter www.dke.de/de/ueber-uns/dke-organisation-auftrag/dke-fachbereiche/dke-gremium?id=3006194&type=dke%7Cgremium, zuletzt geprüft am 23.01.2020.

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik / DKE German Commission for Electrical Engineering (Hg.) (2020): Smart Cities. Internationale, europäische und nationale Gremien zu Smart Cities. Online verfügbar unter www.dke.de/de/arbeitsfelder/mobility/smart-cities, zuletzt geprüft am 06.01.2020.

Ensthaler, Jürgen; Haase, Martin S. (2017): Datenhoheit und Datenschutz im Zusammenhang mit Smart Services. Hg. v. Begleitforschung Smart Service Welt – Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft und iit – Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Berlin.

Eurocities (Hg.) (2015): CITYkeys-Project. Website. VTT - Technical Research Centre of Finland. Online verfügbar unter www.citykeys-project.eu/, zuletzt aktualisiert am 24.02.2020, zuletzt geprüft am 24.02.2020.

European Commission (Hg.) (2020): Smartcities Information System (SCIS). Website. Online verfügbar unter <https://smartcities-infosystem.eu/>, zuletzt aktualisiert am 24.02.2020, zuletzt geprüft am 24.02.2020.

European Telecommunications Standards Institute [ETSI] (Hg.) (2016a): SmartM2M; IoT LSP use cases and standards gaps. V1.1.1 (ETSI Technical Report, TR 103 376).

European Telecommunications Standards Institute [ETSI] (Hg.) (2016b): SmartM2M; IoT Standards landscape and future evolutions. V1.1.1 (ETSI Technical Report, TR 103 375).

Fachgruppe Rechtsrahmen der Smart-Data-Begleitforschung (2018): Smart Data - Smart Solutions. Fachgruppe Rechtsrahmen. Hg. v. Smart-Data-Begleitforschung - FZI Forschungszentrum Informatik, Außenstelle Berlin. Berlin.

Gabler, Sibylle (2018): Erfolgreicher Technologietransfer. Mit Normung und Standardisierung gelingt der Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in marktfähige Produkte. Hg. v. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin.

Giffinger, Rudolf; Fertner, Christian; Kramar, Hans; Kalasek, Robert; Pichler-Milanović, Nataša; Meijers, Evert (2007): Smart cities. Ranking of European medium-sized cities.

Graham, Stephen; Marvin, Simon (1996): Telecommunications and the city. Electronic spaces, urban places. London, New York: Routledge.

Hallscheidt, Sven; Adomeit, Nicole; Manske, Tina; Kopf, Jens Uwe (2016): 1x1 der Normung. Ein praxisorientierter Leitfaden für KMU. Hg. v. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Hatzelhoffer, Lena; Humboldt, Kathrin; Lobeck, Michael; Wiegandt, Claus-C. (2012): Smart City konkret: eine Zukunftswerkstatt in Deutschland zwischen Idee und Praxis. Evaluation der T-City Friedrichshafen. Berlin: Jovis.

Hessisches Statistisches Landesamt (2019): Bevölkerung und Bevölkerungsvorgänge der hessischen Gemeinden am 30. Juni 2019. Online verfügbar unter https://statistik.hessen.de/sites/statistik.hessen.de/files/Statistischer_Bericht_Bevoelkerung_Bevoelkerungsvorgaenge_Gemeinden_30062019_17102019.xlsx.

Hollands, Robert G. (2008): Will the real smart city please stand up? In: City 12 (3), S. 303–320. DOI: 10.1080/13604810802479126.

Hollands, Robert G. (2015): Critical interventions into the corporate smart city. In: CAMRES 8 (1), S. 61–77. DOI: 10.1093/cjres/rsu011.

Innovation City Management GmbH (Hrsg.) (o.J.): Blauer Himmel Grüne Stadt. Bottrop.

Innovation City Management GmbH (Hrsg.) (2015): Zwischenbilanz 2010-2015. Erarbeitet im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung. Bottrop.

Innovation City Management GmbH (Hrsg.) (2019): Quartiersentwicklung im Ruhrgebiet. InnovationCity Roll out. Bottrop.

Ipsen, Kikki Lambrecht; Zimmermann, Regitze Kjær; Nielsen, Per Sieverts; Birkved, Morten (2018): Environmental assessment of Smart City Solutions using a coupled urban metabolism—life cycle impact assessment approach. In: Int J Life Cycle Assess 94 (3), S. 87. DOI: 10.1007/s11367-018-1453-9.

ISO (Hg.) (2013): Guidance for ISO liaison organizations. Engaging stakeholders and building consensus. Geneva, zuletzt geprüft am 23.05.2019.

ISO (Hg.) (2020): ISO/TC 268 "Sustainable cities and communities". Webseite. Online verfügbar unter www.iso.org/committee/656906.html, zuletzt geprüft am 23.01.2020.

ISO; IEC (Hg.) (2017): ISO/IEC 30182:2017(E): Smart city concept model — Guidance for establishing a model for data interoperability.

ISO; IEC (Hg.) (2019): ISO/IEC HTC 1. JTC 1/WG 11 Business Plan for 2019.

ITU-T Focus Group on Smart Sustainable Cities [FG-SSC] (Hg.) (2020): Working Programme 2017-2020.

Jänchen, Isabelle (2008): Normungsstrategien für Unternehmen. Eine ökonomische Analyse. 1. Aufl. s.l.: Beuth Verlag (Beuth Wissen).

Jenaer Nachrichten (2018): Smarte City: Jena wird digitale Modellregion 2018, 22.08.2018. Online verfügbar unter <https://www.jenaer-nachrichten.de/stadtleben/8630-smarte-city-jena-wird-digitale-modellregion>.

Jong, Micha de; Buck, Ab de; Balder, Marc; Bogen, Manfred (2018): RESIN Deliverable 5.1/2.2: Standardization in urban climate adaptation. Unter Mitarbeit von Peter Bosch, Holger Robrecht, Erich Rome und Efen Felio Torres. Hg. v. Resin-Project.

Jong, Martin de; Joss, Simon; Schraven, Daan; Zhan, Changjie; Weijnen, Margot (2015): Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. In: Journal of Cleaner Production 109, S. 25–38. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.02.004.

Kahlenborn, Walter; Keppner, Benno; Uhle, Christian; Richter, Stephan; Jetzke, Tobias (im Erscheinen): Die Zukunft im Blick: Konsum 4.0: Wie Digitalisierung den Konsum verändert. Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen.

Kaltschmitt, Martin; Schebek, Liselotte (2015): Umweltbewertung für Ingenieure. Methoden und Verfahren. Berlin: Springer Vieweg.

KoalV (2018): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD: Ein neuer Aufbruch für Europa - Eine neue Dynamik für Deutschland - Ein neuer Zusammenhalt für unser Land.

Kroos+Schlemper Architekten (o. J.): Arbeitshilfe Stadtbild Bottrop-Rheinbaben. Hg. v. Stadt Bottrop. Bottrop.

Landeshauptstadt München (o.J.): Smarter Together München. Faktenblatt. Hg. v. Referat für Arbeit und Wirtschaft, Fachbereich 1 - Europa. München.

Landeshauptstadt München (2014a): ISEK Kurzfassung. Neuaubing Westkreuz. München.

Landeshauptstadt München (2014b): Leitlinie Ökologie. Teil Klimawandel und Klimaschutz.

Landeshauptstadt München (2015): München: Zukunft mit Perspektive. Strategien, Leitlinien, Projekte. (Magazin zur Fortschreibung der Perspektive München).

Landeshauptstadt München (2018a): „Neuaubing – Westkreuz“: Zwischenbericht Sanierungsgebiet (Rathaus Umschau, 193).

Landeshauptstadt München (2018b): Strategische Leitlinie "aktive und verantwortungsbewusste digitale Transformation". München.

Landeshauptstadt München (2018c): Smarter Together München. Gemeinsam an der Zukunft bauen: intelligente und nachhaltige Lösungen für lebenswerte Stadtviertel. München.

Landeshauptstadt München (2019a): 2. Stammstrecke der S-Bahn in München. Online verfügbar unter <https://www.muenchen.de/verkehr/zweite-stammstrecke-s-bahn-muenchen.html>, zuletzt geprüft am 13.08.2019.

Landeshauptstadt München (2019b): EU-Projekt Smarter Together München. Dokumentation der Aktivitäten und Ergebnisse. Februar 2016 - Januar 2019. München.

Lang, Patrick (2019): Audi E-Tron mit Startschwierigkeiten. auto motor und sport. Online verfügbar unter www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/elektroauto-hybrid-lieferzeit-modelle/, zuletzt aktualisiert am 24.02.2020, zuletzt geprüft am 24.02.2020.

Lea, Rodger (2017): Smart Cities: An Overview of the Technology Trends Driving Smart Cities. Hg. v. IEEE.

- Lemmer, Karsten (Hg.) (2019): Neue autoMobilität II. Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft. München: utzverlag GmbH (acatech STUDIE).
- Libbe, Jens (2014): Smart City: Herausforderung für die Stadtentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik. Berlin (Difu-Berichte, 2/2014).
- Mangelsdorf, Axel (2019): 2. Normen und Standards recherchieren und analysieren. In: Axel Mangelsdorf und Petra Weiler (Hg.): Normen und Standards für die digitale Transformation. Werkzeuge, Praxisbeispiele und Entscheidungshilfen für innovative Unternehmen, Normungsorganisationen und politische Entscheidungsträger. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 8–17.
- Möhlendick, Barbara (2017): Köln auf dem Weg zur Smart City. In: Informationen zur Raumentwicklung, S. 1–11.
- Mora, Luca; Bolici, Roberto; Deakin, Mark (2017): The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis. In: Journal of Urban Technology 24 (1), S. 3–27. DOI: 10.1080/10630732.2017.1285123.
- Müller, André (2017): Internationale Standardisierung. Einfluss der Normierung auf nationale und internationale Stadtentwicklung und Stadtplanung. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung [BBSR]. Bonn (BBSR-Analysen KOMPAKT, 12/2017).
- Ni, Bingchan; Grothues, Georg; Budschun, Frederik (2019): Energiewende im Verkehr im kommunalen Umfeld. Kopplung der Sektoren Verkehr und Strom für Kommunen, Stadtwerke, Verteilnetzbetreiber und Verkehrsunternehmen. Unter Mitarbeit von Silke Wilhelm. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [BMVI]. NOW GmbH. Düsseldorf.
- NOW GmbH (Hg.) (2019): Gesetzeskarte Elektromobilität. Online verfügbar unter www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/gesetzeskarte-elektromobilitaet, zuletzt geprüft am 29.11.2019.
- Reiß-Schmidt, Stephan; Heinig, Stefan; Kleinheins, Christina; Kröger, Maria; Plate, Elke (2015): Integrierte Stadtentwicklungsplanung und Stadtentwicklungsmanagement. Positionspapier des Deutschen Städtetages. Hg. v. Deutscher Städtetag. Berlin, Köln.
- Schwarzer, Christoph M. (2019): Elektroautos: Lange Lieferzeit, kleine Stückzahl. Absicht? Hg. v. electrive.net. Online verfügbar unter www.electrive.net/2019/04/29/elektroautos-lange-lieferzeit-kleine-stueckzahl-absicht/, zuletzt aktualisiert am 24.02.2020, zuletzt geprüft am 24.02.2020.
- Seidel, Uwe; Straub, Sebastian; Gieschen, Jan-Hinrich (2019): Rechtliche Herausforderungen bei Smart Services. Ein Leitfaden. Unter Mitarbeit von Jürgen Ensthaler und Martin S. Haase. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi]. Berlin.
- Senatskanzlei Freie und Hansestadt Hamburg (2015): Die Digitalisierung der großen Stadt – Chancen für Wirtschaftskraft, Kommunikation und öffentliche Dienstleistungen.
- Senatskanzlei Freie und Hansestadt Hamburg (2018): Digitale Stadt – Projekte. Online verfügbar unter https://www.hamburg.de/digitale-stadt/projekte/#anker_2, zuletzt geprüft am 22.08.2018.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2015): Smart City-Strategie Berlin.
- Soike, Roman; Libbe, Jens (2018): Smart Cities in Deutschland – eine Bestandsaufnahme. Berlin (Difu-Papers).
- Stadt Dortmund (o.J.a): Smart City Projekte in Dortmund. Online verfügbar unter https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/umwelt/smart_city_dortmund/projekte_smartcity/index.html, zuletzt geprüft am 12.08.2019.
- Stadt Dortmund (o.J.b): Städtische Projekte. Masterplan Digitales Dortmund. Online verfügbar unter https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/umwelt/smart_city_dortmund/projekte_smartcity/staedtische_projekte/index.html, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Stadt Dortmund (o.J.c): Ziele "Allianz Smart City Dortmund". Online verfügbar unter https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/umwelt/smart_city_dortmund/allianz_smartcity/ziele_der_allianz/index.html, zuletzt geprüft am 07.08.2019.

Stadt Dortmund (2014): Masterplan Energiewende Dortmund. Dortmund.

Stadt Dortmund (2017a): 10,5 Millionen Euro für Emissionsfreie Innenstadt - Dortmund gewinnt Wettbewerb. Fördergelder. Online verfügbar unter https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/nachrichtenportal/alle_nachrichten/nachricht.jsp?nid=507301, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Stadt Dortmund (2017b): Anlage 1 zur Vorlage Drucksache Nr.: 07286-17. Dortmund.

Stadt Dortmund (2019a): Dortmunder CO₂-Bilanz: Reduzierung um 30 Prozent von 1990 bis 2016 - 55 Prozent weniger CO₂ bleibt Ziel bis 2030. "Handlungsprogramm Klima-Luft". Online verfügbar unter https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/umwelt/umweltamt/nachrichten_umweltamt/detailseiten_104.jsp?nid=586435, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Stadt Dortmund (2019b): Drucksache Nr. 13026-18. Dortmund.

Stadt.Land.Digital (2018): Allianz Smart City Dortmund. WIR.MACHEN.ZUKUNFT. Online verfügbar unter <https://www.oip.netze-neu-nutzen.de/ideas/show/1092>, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Stadt Ludwigsburg (2019a): Innovationsnetzwerk Living LaB Ludwigsburg. Bericht 2015-2019. Ludwigsburg.

Stadt Ludwigsburg (2019b): Stadtentwicklung 2018. Eine Bilanz in Zahlen und Bildern. Ludwigsburg.

Stadt Ludwigsburg (o.J.): Living LaB Ludwigsburg. Ludwigsburg.

Stadt Ludwigsburg (o.J.): Green City Masterplan Ludwigsburg. Schlussbericht zu dem vom BMVI geförderten Projekt im Rahmen des Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020. Ludwigsburg.

Thielen, Pia; Stroch, Alexander; Tritthart, Wibke; Schrattenecker, Inge (2015a): Smart City STANDARDS. Normung für die nachhaltige Entwicklung von Städten und Kommunen - Grundlagen der Normung. Teil 1: Nationale und internationale Indikatorensysteme. Hg. v. Klima- und Energiefonds. Wien.

Thielen, Pia; Stroch, Alexander; Tritthart, Wibke; Schrattenecker, Inge (2015b): Smart City STANDARDS. Normung für die nachhaltige Entwicklung von Städten und Kommunen - Grundlagen der Normung. Teil 2: Potenziale der Normung und Prozessmodule. Hg. v. Klima- und Energiefonds. Wien.

turnit GmbH (Hg.) (2019): Lieferzeit von Elektroautos: Wie lang denn noch? smarter-fahren.de. Online verfügbar unter www.smarter-fahren.de/lieferzeiten-elektroauto/, zuletzt aktualisiert am 24.02.2020, zuletzt geprüft am 24.02.2020.

UBA (2018): Energieverbrauch privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte>, zuletzt geprüft am 24.04.2019.

UBA (2018b): Urbaner Umweltschutz. Die strategische Forschungsagenda des Umweltbundesamtes.

UBA (2019): Rechtsgutachten umweltfreundliche öffentliche Beschaffung. Aktualisierung Februar 2019.

UBA (2020): Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Texte, 74/2020). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/smart-umweltrelevante-infrastrukturen>, zuletzt geprüft am 08.09.2020.

United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] (Hg.) (2020): UNECE Portal on Standards for the SDGs. Webseite. Online verfügbar unter <https://standards4sdgs.unece.org/>, zuletzt geprüft am 30.01.2020.

UN Habitat (2020): Cities and Pollution contribute to climate change. Online verfügbar unter <https://www.un.org/en/climatechange/cities-pollution.shtml#:~:text=According%20to%20UN%20Habitat%2C%20cities,cent%20of%20greenhouse%20gas%20emissions.&text=to%20climate%20change.-,According%20to%20UN%20Habitat%2C%20cities%20consume%2078%20per%20cent%20of,cent%20of%20greenhouse%20gas%20emissions.>, zuletzt geprüft am 11.09.2020.

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.; DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik; DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hg.) (2014): Die Deutsche Normungs-Roadmap Smart City. Version 1.0. Konzept. Frankfurt am Main.

VDI-Initiative Stadt:Denken (2019): Erkenntnisse und Anregungen für die Stadt der Zukunft. VDI-Handlungsfelder Juni 2019. Hg. v. VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik.

Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH (VVS): polygo. Mobilität und Services in der Region Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.mypolygo.de/ueber-polygo/>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.

VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V. (25.01.2019): Politische Einigung auf Inhalte der PSI-Richtlinie. Trilogverhandlungen stehen vor dem Abschluss. Online verfügbar unter www.vku.de/themen/recht/politische-einigung-auf-inhalte-der-psi-richtlinie/, zuletzt geprüft am 23.05.2019.

VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V. (22.05.2019): Digitalunion schreitet voran – Auswirkungen auf die Kommunalwirtschaft. Einigung zu 28 von 30 Gesetzgebungsvorschlägen in der auslaufenden Wahlperiode. Barth, Christine; Mendyka, Nicola. Online verfügbar unter <https://www.vku.de/themen/europa/digitalunion-schreitet-voran-auswirkungen-auf-die-kommunalwirtschaft/>, zuletzt geprüft am 23.05.2019.

Voigt, Mario; Sinemus, Kristina; Liebetanz, Denis (2020): Weißbuch Digitale Daseinsvorsorge stärken. Unter Mitarbeit von Justus Krause und Kevin Bayer. Hg. v. Verband kommunaler Unternehmen e.V. [VKU]. Quadriga Hochschule Berlin. Berlin.

von Lojewski, Hilmar; Munzinger, Timo (2013): Smart Cities und das Leitbild der europäischen Stadt. In: Städtetag aktuell (9), S. 10–11.

Washburn, Doug; Sindhu, Usman (2010): Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives. Defining The Smart City, Its Drivers, And The Role Of The CIO. Online verfügbar unter <https://www.forrester.com/report/Helping+CIOs+Understand+Smart+City+Initiatives/-/E-RES55590#>, zuletzt geprüft am 21.08.2010.

WBGU (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. WBGU Hauptgutachten 2016. Hg. v. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Berlin.

Wilson, Charlie; Hargreaves, Tom; Hauxwell-Baldwin, Richard (2017): Benefits and risks of smart home technologies. In: Energy Policy 103, S. 72–83. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.12.047.

Wissenschaftlicher Dienst des Bundestages (2018): Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen. WD 7 - 3000 - 111/18. Hg. v. Deutscher Bundestag. Berlin.

Weltbank (2020): Urban Development. Online verfügbar unter <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>, zuletzt geprüft am 11.09.2020.

Zwanzig, Julia (2019): Smarte City-Logistik am Beispiel LOUISE in Bottrop, in: Merten, Thomas, Judith Terstiep, Nils Seipel und Maria Rabadjieva (Hrsg.) (2019): Lokale Wirtschaftsstrukturen transformieren! Gemeinsam Zukunft gestalten. Bottrop: Amt für Wirtschaftsförderung und Standortmanagement der Stadt Bottrop, S. 122–123.