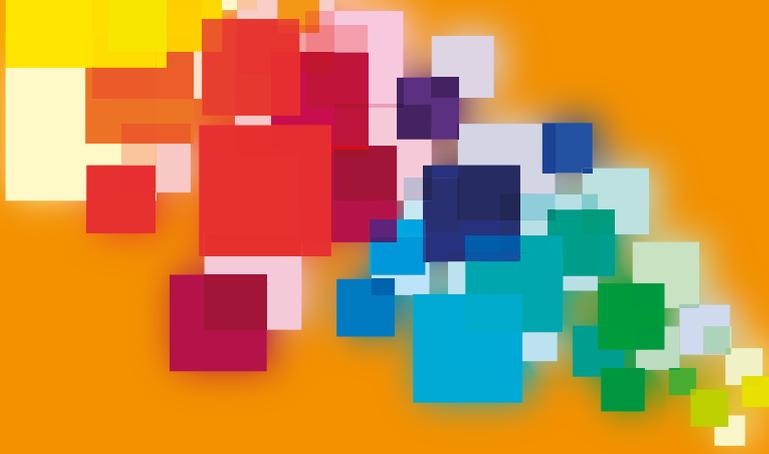


ZUKUNFTSFÄHIGE STÄDTE UND REGIONEN

EINE NEUE STRATEGIE FÜR DIE BREITE UMSETZUNG NACHHALTIGER STADTENTWICKLUNG
IN DEUTSCHLAND





ZUSAMMENFASSUNG

Die Bundesregierung hat die Herausforderungen, die sich durch den Klimawandel stellen, bereits 2010 erkannt und erste Förderprogramme für nachhaltige Stadtentwicklung und Digitalisierung aufgesetzt. Seitdem hat sich die Förderlandschaft in diesem Bereich stark ausdifferenziert, sie hatte bisher jedoch nicht den gewünschten Effekt, nachhaltige Entwicklung und Digitalisierung für alle Kommunen in Deutschland zu ermöglichen.

»Zukunftsfähige Städte und Regionen«, bündelt die Expertise aus zehn Jahren Fraunhofer Morgenstadt-Initiative und adressiert diese Problemlage. Vorgestellt wird eine Strategie, die darauf abzielt, einerseits bestehendes Wissen über Lösungen, Förderprogramme und Schulungsangebote zu bündeln und besser zugänglich zu machen und andererseits bestehende Lücken zu identifizieren und durch neue Angebote zu schließen. Dabei soll erstens die Aufbereitung sämtlicher Aspekte einer Lösung als adaptive Lösungsstruktur Kommunen bei der Planung, Beschaffung und Umsetzung von nachhaltigen Systemen unterstützen. Zweitens sollte der Wissenstransfer auf nationaler und internationaler Ebene zentral koordiniert und gemanagt werden. Drittens sollten neue Arten der Beschaffung entwickelt werden, die Investitionen auch in kleineren Kommunen attraktiv machen und die Kreditanstalt für Wiederaufbau sollte einen Nachhaltigkeitsfonds einrichten, der über entsprechende Vergabekriterien verfügt. Viertens sollte ein System für die Sicherung der Qualität, aber auch der Interoperabilität, nachhaltiger Lösungen eingerichtet werden, welches es Kommunen ermöglicht, für sie passende und hochwertige Lösungen zu finden. Fünftens sollten bestehende Weiterbildungsangebote besser vermittelt und Angebote zu neuen Themen entwickelt werden, um städtische Angestellte zu befähigen, nachhaltige Stadtentwicklung zu planen, zu finanzieren und effizient umzusetzen.

Für die bessere Vernetzung, Bündelung und Vermittlung bestehenden Wissens und die Identifikation neuer Themen wird eine ressortübergreifende Agentur vorgeschlagen, die die Bildung von Doppelstrukturen und Insellösungen verhindert und thematische Überfokussierung in einzelnen Bereichen ausgleicht. Außerdem sollte ein Datenkompetenzzentrum eingerichtet werden, welches Kommunen eine sichere und neutrale Datenarchitektur für den Betrieb von Smart City Applikationen anbietet. Auch dies würde die Ausbreitung von Insellösungen eindämmen und es Klein- und Mittelstädten ermöglichen, ihre Services zu verbessern und Daten für nachhaltige Entwicklung zu nutzen. Insgesamt ist Eile geboten, wenn die Erwärmung der Erdatmosphäre unter zwei Grad gehalten werden soll, zumal die Transformation unserer Städte der wirksamste Hebel im Kampf gegen die Klimaerwärmung ist. Deshalb wird vorgeschlagen, das Datenkompetenzzentrum als prioritäre Erstmaßnahme binnen 18 Monaten umzusetzen, während die Agentur als konzertierte Maßnahme nach der Bundestagswahl binnen einem Jahr angegangen werden sollte.

INHALT

	Zusammenfassung	2
1	Einführung	4
2	Nachhaltige Stadtentwicklung in Deutschland – aktueller Stand	6
	Ein Systemansatz für die zukunftsfähige Stadt	6
	Skalierung als Herausforderung	9
	Reallabore als Handlungsraum	10
3	Adaptive Lösungsstrukturen – die gemeinsame Grundlage	11
4	Ein neuer Ansatz für die breite Umsetzung nachhaltiger Lösungen	14
4.1	Eine Agentur für zukunftsfähige Städte und Regionen	14
4.1.1	Koordination und Wissenstransfer über Lösungen, Förder- und Bildungsprogramme	15
4.2.1	Neue Services und Finanzierungsmöglichkeiten	16
	Qualitätssicherung bei nachhaltigen Lösungen	16
	Neue Finanzierungsvehikel und neue Arten der Beschaffung	17
	Neue Weiterbildungsangebote	18
4.2	Urbane Datengovernance für alle: Ein Datenkompetenzzentrum für Städte und Regionen	19
5	Zukunftsfähige Städte und Regionen – die nächsten Schritte	20
6	Annex	21

1 EINFÜHRUNG

1 IPCC, Summary for Policy Makers. In: Global Warming of 1,5 C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty 2018, S. 12.

2 C40 Cities Finance Facility, Transforming cities and finance to address climate change. The example of the C40 Cities Finance Facility. 2018.

4 www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/

Die Herausforderungen für Deutschland durch den Klimawandel sind immens. Expertinnen und Experten zufolge bleiben noch zehn Jahre, um die CO₂-Emissionen auf ein vorindustrielles Level zu reduzieren, sonst droht eine durchschnittliche Erwärmung von mindestens zwei Grad Celsius.¹ Schon jetzt sind die Folgen des Klimawandels vielerorts spürbar. Zudem bergen die Schwächung von industriellen Schlüsselbranchen und strukturelle Veränderungen in der Energiegewinnung Herausforderungen und die Digitalisierung erfordert Transformationsprozesse in nahezu allen Branchen. Hier kommt Städten eine besondere Rolle zu: Immer mehr Menschen leben in urbanen Räumen, bereits heute sind es weltweit über 50 Prozent, in Europa über 75 Prozent. Städte produzieren den größten Teil des Bruttoinlandsprodukts, aber gleichzeitig auch den größten Teil der CO₂-Emissionen.² Sie stellen damit den zentralen Angriffspunkt dar, die aktuellen Herausforderungen in Deutschland und der Welt anzugehen. Gleichzeitig müssen Städte den digitalen Wandel bewältigen, um zukunftsfähig zu bleiben und die Vorteile einer Smart City nutzen zu können. Die Bundesregierung hat diese Herausforderungen bereits 2010 im Rahmen ihrer Hightech-Strategie 2020 erkannt und erste Förderprogramme für nachhaltige Stadtentwicklung und Digitalisierung aufgesetzt. Diese Förderung hatte bisher jedoch noch nicht den gewünschten Effekt, nachhaltige und klimaneutrale Entwicklung in Städten und Kommunen flächendeckend umzusetzen.

Was bisher vor allem in Reallaboren und Förderlinien öffentlicher Geber entwickelt wurde, braucht nun einen konzertierten Ansatz, um in die Breite getragen zu werden. Nur so können möglichst viele Kommunen entsprechende Lösungen zeitnah umsetzen und damit zum Klimaschutz, aber auch zu nachhaltiger Entwicklung, wie sie von den Vereinten Nationen in den Sustainable Development Goals (SDGs) definiert wird, beitragen.⁴ »Zukunftsfähige Städte und Regionen« ist eine Initiative, die ins Leben gerufen wurde, um nachhaltige Entwicklung in allen Städten und Kommunen Deutschlands zu ermöglichen. Ihr Ziel ist es erstens, Informationen über nachhaltige Lösungen zu bündeln, umfassend aufzuarbeiten, und allen Städten und Kommunen zugänglich zu machen. Zweitens sollen die Bedingungen für die Markteinführung nachhaltiger Lösungen verbessert werden. Dies ist möglich, indem nachhaltige Lösungen durch neue Finanzierungsvehikel und neue Arten der Beschaffung für alle Kommunen finanzierbar werden. Drittens sollte Sicherheit bezüglich der Qualität von Lösungen geschaffen und viertens das Ausbildungsangebot von kommunalen Akteurinnen und Akteuren im Nachhaltigkeitsbereich vervollständigt werden. Außerdem solle eine Datenarchitektur angeboten werden, die vor allem Klein- und Mittelstädten die Anwendung von Smart City Applikationen ermöglicht.

Ein entsprechender Ansatz wird es nicht nur ermöglichen, nachhaltige Lösungen in die Breite zu tragen, er hat gleichzeitig ein hohes Potenzial für den deutschen Wirtschaftsstandort. Prognosen zufolge wird der globale Nachhaltigkeitsmarkt in den kommenden 15 Jahren ein Volumen von 65 Billionen US-Dollar erreichen.⁵



Nachhaltigkeitstechnologien und deren Roll-Out können in Zukunft eine zentrale Säule für den Innovations- und Industriestandort Deutschland darstellen.

Trotz dieser Prognosen kann man die Markteinführung von Lösungen für nachhaltige Stadtentwicklung nicht allein dem Markt überlassen, denn Regionen und thematische Sektoren der Stadtentwicklung sind unterschiedlich attraktiv für Investitionen. Ein »Grundrecht auf Internetzugang«⁶ und das Handlungsziel der Bundesregierung, die Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse in Deutschland zu gewährleisten,⁷ machen einen Koordinierungs- und Investitionsaufwand auf Bundesebene notwendig, um die räumliche und inhaltliche umfassende Abdeckung und damit die flächendeckende Umsetzung nachhaltiger Entwicklung zu gewährleisten. Dies stellt zugleich eine hilfreiche Maßnahme dar, um den demografischen Wandel zu gestalten und gesellschaftlichen Entwicklungen wie Landflucht entgegenzusteuern. Dabei ist dieser Ansatz keineswegs neu: Die Notwendigkeit von intersektoralen Planungs- und Finanzierungsinstrumenten für die Markteinführung nachhaltiger urbaner Lösungen hatte die strategische Forschungs- und Innovationsagenda (FINA) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und des Bundesumweltministeriums (BMU) bereits im Jahr 2015 formuliert.⁸ Auf der Grundlage einer aktuellen Analyse des Markts für nachhaltige Stadtentwicklung in Deutschland werden diese Forderungen nun aufgegriffen und bezüglich der institutionellen Strukturen, die ihre Umsetzung effizient und gewinnbringend für alle ermöglichen, konkretisiert.

5 Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, Towards a Joint Investment Programme for European Smart Cities. A Consultation Paper to Stimulate Action.2016, hier S.14.

6 www.sueddeutsche.de/service/internet-altmaier-freier-zugang-zu-internet-muss-menschenrecht-sein-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-191124-99-860717

7 www.beauftragter-neue-laender.de/BNL/Navigation/DE/Themen/Gleichwertige_Lebensverhaeltnisse_schaffen/Gleichwertige_Lebensverhaeltnisse_schaffen.html-com-20090101-191124-99-860717

8 www.fona.de/de/themen/zukunftsstadt.php



2 NACHHALTIGE STADTENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND – AKTUELLER STAND

⁹ Vgl. Anna Schreuer u.a., *Introduction - Transforming the Energy System: the Role of Institutions, Interests and Ideas*, in: *Technology Analysis & Strategic Management* 22. 2010, S. 649–652; Frank Geels, *Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation*, in: *Understanding Industrial Transformation: Views from Different Disciplines* 2006, S. 163–186; Asier Perallos u.a. (Hg.), *Intelligent Transport Systems. Technologies and Applications*. Chichester, West Sussex, United Kingdom 2016.

¹⁰ Alanus von Radecki, *Transformationsmodell für nachhaltige Stadtsysteme. Entwicklung und Erprobung eines systemischen Technologiemanagementansatzes für Städte*. 2019, hier S. 8.

Nachhaltige Entwicklung setzt ein systemisches Verständnis von Stadt voraus, welches die verschiedenen Handlungsfelder der integrierten Stadtentwicklung miteinander in Beziehung setzt und so die Interdependenzen zwischen Umwelt, Technologien und Gesellschaft in Betracht ziehen kann. Neuere Forschungserkenntnisse der Umwelt-, Energie-, Wirtschafts-, Innovations- und Mobilitätswissenschaften⁹ beziehen sich auf die Gestaltung und Steuerung von Systemen in der nachhaltigkeitsorientierten Transformation alltäglicher Prozesse und der gebauten Umgebung.

Ein Systemansatz für die zukunftsfähige Stadt

Nachhaltigkeit muss ganzheitlich gedacht und umgesetzt werden. Dies bedeutet, dass sie auf allen Ebenen, in allen Sektoren und für alle Bürgerinnen und Bürger einer Stadt geschaffen werden muss. Dies ist aufgrund der engen Verschränkung von sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Faktoren in einem Stadtsystem ein besonders anspruchsvolles Unterfangen. Lösungen in einem Bereich können erhebliche (negative) Konsequenzen für andere Bereiche haben oder Wirkungen in einzelnen Sektoren werden durch Barrieren in anderen Bereichen verhindert.¹⁰ Städte müssen deshalb als komplexe adaptive Systeme verstanden werden, in denen Technologien, Akteurinnen und Akteure, Strukturen und Prozesse auf verschiedenen Ebenen miteinander interagieren und dynamische, nichtlineare Entwicklungen auslösen. Um in einem solchen Kontext Transformation anzustoßen, müssen Städte in ihrer Gesamtheit wahrgenommen werden.

Ein entsprechender systemischer Ansatz setzt voraus, dass Lösungen als einzelne technische Elemente entwickelt und implementiert, ihre Effekte auf andere Sektoren aber in entsprechende Wirkungsmodelle integriert werden. Zudem muss Resilienz, verstanden als die Fähigkeit, tatsächliche oder potenzielle unerwünschte Ereignisse abzuwehren oder sich an diese anzupassen, ein wichtiger Bestandteil von Nachhaltigkeit sein. Dies ist der Fall, da wir schon jetzt mit den Auswirkungen des Klimawandels konfrontiert sind, und diese auch in Zukunft gravierende wirtschaftliche und soziale Konsequenzen haben werden. Daraus ergibt sich sowohl die notwendige Herangehensweise bei der Entwicklung nachhaltiger Technologien und Innovationen als auch die Vision einer zukunftsfähigen Stadt.



Das Ziel der zukunftsfähigen Stadt in Deutschland ist CO₂-Neutralität bei maximaler Lebenswertigkeit, Resilienz und Innovationskraft.

Die **Morgenstadt-Initiative** der Fraunhofer-Gesellschaft vertritt einen systemischen Ansatz für die Transformation von Städten seit ihrer Gründung durch 13 Fraunhofer-Institute im Jahr 2011. Seit damals haben die Institute Antragsforschungsprojekte aus Förderlinien der zuständigen Ministerien und in vielen Bundesländern umgesetzt. Zudem haben sie zahlreiche EU-Projekte entwickelt und realisiert. Damit verfügt das Morgenstadt-Netzwerk als Forschungsverbund über fundierte Erfahrungen mit den existierenden Förderlinien nachhaltiger bis digitaler Stadtentwicklung. Zudem konnten die Institute bereits umfassende Kenntnisse bezüglich der Bedarfe und Herausforderungen von Stadtssystemen sammeln. Durch ihren Fokus auf angewandte Forschung sind sie außerdem maßgeblich an der Entwicklung von Innovationen in diesem Bereich beteiligt.

Seither haben im zugehörigen Innovationsnetzwerk 35 Städte und 42 Unternehmen aus Deutschland und Europa gemeinsam in der »Morgenstadt« innovative Konzepte entwickelt, branchenübergreifende Lösungen erprobt und neue Projekte auf den Weg gebracht. Ihr systemischer Ansatz spiegelt sich aktuell in 11 Innovationsfeldern wider, die die thematischen Sektoren der Stadtentwicklung auf unterschiedliche Weise zusammenbringen:



Abbildung 1:
Die Innovationsfelder der Morgenstadt-Initiative.

Lösungen für eine zukunftsfähige Stadt

Im Gegensatz zu einem integrierten systemischen Ansatz sind die Fördermöglichkeiten für nachhaltige Stadtentwicklung auf nationaler Ebene sehr ressortbezogen gestaltet und verfolgen jeweils spezifische Aspekte von Nachhaltigkeitsthemen, ohne den Gesamtkontext in Betracht

- zu ziehen. Während beispielsweise das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in seiner Initiative »Stadt.Land.Digital«¹¹ Nachhaltigkeit als Standortfaktor definiert und dabei das Gestaltungspotenzial von Daten hervorhebt, werden auf der Dialogplattform »Smart Cities«¹² des Bundesministeriums des Innern, Bau und Heimat (BMI) bezüglich Digitalisierung vor allem Aspekte des Datenschutzes im Kontext einer integrierten Stadtentwicklung diskutiert. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert hingegen im Jahr 2020 Digitalisierung in ländlichen Regionen vor allem im Hinblick auf den Aufbau digitaler Dienste in der ländlichen Daseinsvorsorge. Das Bundesumweltministerium (BMU) fördert im Rahmen der Internationalen und Nationalen Klimaschutzinitiative IKI vor allem Projekte im Bereich Klimaanpassung und CO₂-Reduktion. Außerdem unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) aktuell noch sieben Leuchtturmprojekte im Rahmen des insgesamt dreistufigen Innovationswettbewerb »Zukunftsstadt«.¹³ Insgesamt hat die 2015 vorgestellte Forschungs- und Innovationsagenda »Zukunftsstadt« (FINA Zukunftsstadt) zu einer Vielzahl an Förderprogrammen und einem starken Angebot, mittlerweile auch im Bereich der Digitalisierung, geführt, während andere Themen deutlich weniger Förderung erfahren. Hinzukommen länder-spezifische Förderprogramme, die unterschiedlich gut ausgestattet sind und eigene inhaltliche Schwerpunkte setzen. So fallen Fördermöglichkeiten regional sehr unterschiedlich aus. Gleichzeitig hat sich auf europäischer Ebene die Smart City mittlerweile zum Überbegriff für Nachhaltigkeit entwickelt. Federführend ist hier seit 2012 die Europäische Innovationspartnerschaft »Smart Cities and Communities«.¹⁴
- 11 www.de.digital/DIGITAL/Navigations/DE/Stadt-Land-Digital/stadt-land-digital.html
- 12 www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/stadt-wohnen/stadtentwicklung/smart-cities/smart-cities-node.html
- 13 www.bmbf.de/de/zukunftsstaedte-koennen-loslegen-7292.html
- 14 <https://eu-smartcities.eu/>

Festzuhalten ist dabei, dass die existierenden Förderprogramme bisher vor allem die Pilotierung von singulären Lösungen gefördert haben. Im Rahmen von Förderprogrammen auf Bundes- und Länder-, aber auch auf europäischer Ebene wurden hunderte erfolgreicher Anwendungsfälle und Demonstrationsprojekte entwickelt, in denen Innovationen Kommunen darin unterstützen, ihre Klima- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und gleichzeitig den Service-Level für Bürgerinnen und Bürger sowie lokale Unternehmen zu verbessern. Smart City Applikationen können dabei tatsächlich wichtige Instrumente sein, indem sie Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen, um ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigere Stadtentwicklung zu erreichen. Allerdings bilden sie nur einen Teil aller Nachhaltigkeitsinitiativen ab.



Die Frage, wie Lösungen tatsächlich auf breiter Ebene umgesetzt werden können, wurde in den existierenden Förderlinien nicht in ausreichendem Maße beantwortet.

Insbesondere im Kontext der nachhaltigen Stadtentwicklung greift der Fokus auf traditionelle Geschäftsmodellentwicklung als Teil eines Innovationsprojektes zu kurz. Stattdessen wäre eine systemische Verankerung von öffentlicher und privater Finanzierung als integraler Teil nachhaltiger Lösungen angebracht. Gleichzeitig ist die Nachhaltigkeit von Projekten nicht immer ge-

währleistet, wenn nicht geregelt ist, wie Lösungen oder neu eingerichtete Strukturen nach Ende der Förderung verstetigt werden sollen. Im Bereich Digitalisierung führte ein starker Fokus der Länder auf dieses Thema dazu, dass Strukturen, wie zum Beispiel Datenplattformen, gleichzeitig, aber getrennt voneinander entwickelt und aufgebaut werden. Dies ist weder effizient noch ermöglicht es den Zusammenschluss von Städten und Kommunen, um sich gegenüber Anbietern zu positionieren und kostengünstige oder nonproprietarye Lösungen zu fordern.¹⁵

Dennoch existieren viele Lösungen bereits in ausreichender Marktreife und können rasch standardisiert werden. Gleichzeitig verfügen einige über eine Skalierbarkeit, die sich in Skaleneffekten bei großen Mengen oder großen Umsetzungsgebieten niederschlagen. Der Annex enthält eine Übersicht, über Lösungen in sämtlichen Bereichen nachhaltiger Stadtentwicklung, die diesen Status bereits erlangt haben.

i **Einheitliche Standards und Plattformen für klimaneutrale Kommunen zu schaffen, ist eine große Chance für die deutsche Stadtentwicklungs- und Innovationspolitik.**

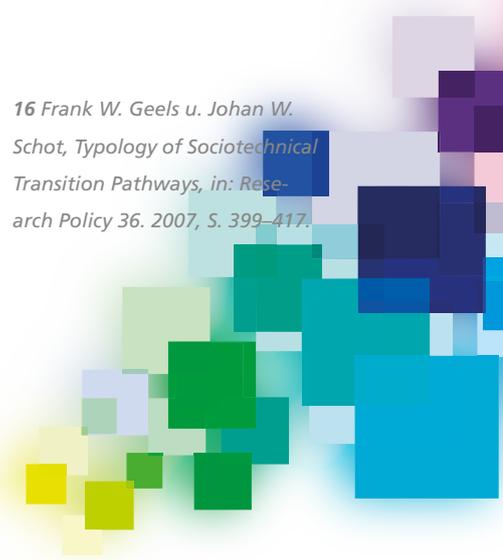
Skalierung als Herausforderung

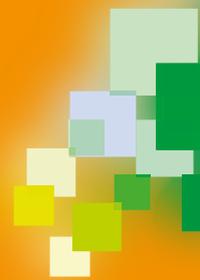
Zur Realisierung einer nachhaltigen und lebenswerten Stadt fehlt es folglich nicht mehr am Proof of Concept, es fehlt vielmehr an Modellen und Prozessen, um Lösungen rasch in die Breite zu tragen und auf einen signifikanten Anteil von Städten zu skalieren. Denn nur dann können nachhaltige Lösungen ihr Potenzial für den Klimaschutz entfalten. Der Grund für den Mangel an Skalierung liegt unter anderem darin, dass die Innovationsförderung auf europäischer und nationaler Ebene von der Prämisse ausgegangen ist, dass sich erfolgreiche Innovationen zwar in Nischenbereichen mit einer entsprechenden Förderungen entwickeln, sich anschließend aber auch auf dem freien Markt behaupten können.¹⁶ Der Markt für nachhaltige urbane Technologien ist allerdings so komplex, dass konventionelle Geschäftsmodelle und Finanzierungsmechanismen nicht greifen. Zu viele Komponenten kommen zusammen, die eine Geschäftsentwicklung wie im Lehrbuch der Markteinführung erschweren bzw. verhindern, darunter nicht zuletzt die unterschiedlichen räumlichen und sozialen Strukturen der Städte.

Zudem herrscht bei vielen Lösungen eine sozioökologische Investitionslücke vor: Die sozialen und ökologischen Vorteile einer Lösung können meist nicht in finanzielle oder ökonomische Vorteile übersetzt werden, da sie externalisiert sind und somit nicht in monetärer Form an potenzielle Investorinnen und Investoren zurückfließen. Die Lösungen erwirtschaften somit oft keinen angemessenen positiven Return on Investment, sondern stellen unter Umständen ein permanentes Zuschussgeschäft dar, wie beispielsweise der öffentliche Nahverkehr. Außerdem schafft eine nachholende Regulierung erst nach und nach die rechtlichen Voraussetzungen für

15 Fraunhofer FOKUS, Fraunhofer IAIS, Fraunhofer IML, Urbane Datenräume. Möglichkeiten von Datenaustausch und Zusammenarbeit im urbanen Raum. 2018.

16 Frank W. Geels u. Johan W. Schot, Typology of Sociotechnical Transition Pathways, in: Research Policy 36. 2007, S. 399–417.





einen breiten Roll-Out smarterer Technologien in unseren Städten. So verfügen viele marktreife Lösungen noch über keinen Standardprozess, was die Konzeption, Planung, Beschaffung bzw. Finanzierung, Umsetzung und den Betrieb anbelangt.

Reallabore als Handlungsraum

Einen chancenreichen Ansatz zum Umgang mit Skalierung und Umsetzungsstrategien verfolgt seit 2019 das BMWi mit der Initiative »Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung«. ¹⁷ Ziel ist dabei die Entwicklung von Rechtsrahmen als Voraussetzungen für die Erprobung innovativer Technologien und Geschäftsmodelle – somit auch für die Verstetigung laufender Pilotvorhaben. Reallabore zielen dabei nicht auf eine Deregulierung oder den Abbau von Sicherheits- und Schutzstandards ab. Ganz im Gegenteil gibt es im Zuge der Digitalisierung, z. B. in der Mobilität, der Logistik und der Energiewende, viele Bereiche im öffentlichen (Stadt-) Raum, in denen Rechtsunsicherheit besteht und sinnvolle Regelwerke erst geschaffen werden müssen. Reallabore als Testräume für Innovation und Regulierung zeichnen sich deshalb vor allem durch ein klares regulatorisches Erkenntnisinteresse aus.

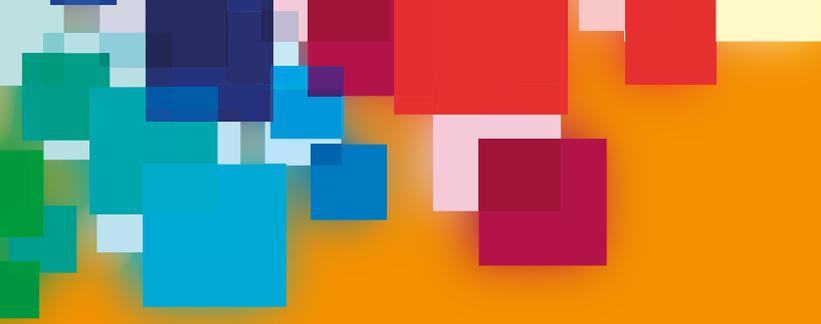
17 Reallabore. Testräume für Innovation und Regulierung. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2019. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/reallabore-testraeume-fuer-innovation-und-regulierung.html

Es geht dabei nicht nur um die Erprobung digitaler Innovationen unter realen Bedingungen, sondern auch um einen Erkenntnisgewinn des Gesetzgebers für künftige Regulierungen. Der niederländische Forscher Frank Geels verweist in seiner mittlerweile international anerkannten Multi-Level-Perspektive (MLP) im Umgang mit Ökosystem-Innovationen ¹⁸ auf die hohe Relevanz von »Regimes«, d.h. rechtlicher, wirtschaftlicher oder kultureller Randbedingungen. Diese sind entscheidend, wenn es um die Skalierung von nachhaltigen Lösungen aus einzelnen Nischen in die Breite geht.

18 Geels. Hier 167.



Es gilt, den Ansatz regulatorischer Testfelder noch stärker im Kontext einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung zu verankern.



3 ADAPTIVE LÖSUNGSSTRUKTUREN – DIE GEMEINSAME GRUNDLAGE

Auch wenn es noch keinen Standardprozess für die Umsetzung und den Betrieb neuer Lösungen für die nachhaltige Stadtentwicklung gibt, liegen aus den zahlreichen Pilotprojekten bereits detaillierte Erfahrungsberichte hinsichtlich Barrieren, Treibern, Stellschrauben und Erfolgsfaktoren für die Umsetzung nachhaltiger Lösungen vor. Auf dem Weg zu einer breiten Umsetzung von nachhaltigen urbanen Lösungen müssen jenseits individueller (kommerzieller) Produkte die Voraussetzungen geschaffen werden, um Kommunen und kommunale Partner wie z. B. Stadtwerke oder Ingenieurbüros in die Lage zu versetzen, rasch auf Erfahrungswissen aufzubauen und im Markt verfügbare Lösungen in die Umsetzung zu bringen. Dies bedeutet, dass die existierenden Informationen und Erfahrungen erstens systematisch aufbereitet und zweitens allen an nachhaltiger Stadtentwicklung beteiligten Akteurinnen und Akteuren zur Verfügung gestellt werden müssen. Die Lösung für die erste Herausforderung liegt in der Formulierung sogenannter adaptiver Lösungsstrukturen – ein Ansatz, den die EU bereits seit Jahren unter dem Begriff der »Packaged Solutions«¹⁹ vertritt.

Adaptive Lösungsstrukturen sind als neutrale Handbücher zu verstehen, welche alle Aspekte zur erfolgreichen Planung und den Betrieb einer urbanen Lösung herstellerunabhängig zusammenführen. Sie dienen somit Kommunen sowie Personen in Planung und Entwicklung als Blaupause für die Planung und Beschaffung, während Hersteller von Produkten und Komponenten sowie Ingenieurbüros und Investorinnen und Investoren sich daran hinsichtlich der Produktgestaltung und der Bedarfe orientieren können. Zu einigen Lösungen existieren bereits recht umfassende Informationssammlungen, diese sind aber häufig von Anbietern entwickelt worden und geben deshalb keinen umfassenden – und vor allem anbieterneutralen – Überblick. Eine solche Zusammenstellung relevanter Informationen ist auch notwendig, weil sich die Anforderungen an Lösungen für nachhaltige Stadtentwicklung in den vergangenen zehn Jahren erheblich verändert haben. Während anfangs bei der Umsetzung von Lösungen in Städten vor allem Fragen des ökologischen Nutzens, der Wirtschaftlichkeit und der Anpassbarkeit an die verschiedenen Bedarfe von Städten im Vordergrund standen, hat die Debatte um die Resilienz von Städten und ihren Infrastrukturen diese Aspekte noch einmal verändert. Vor allem in den letzten drei Jahren rückten zudem Fragen der rechtlichen Voraussetzungen für nachhaltige Entwicklung (und in wie weit sich diese verändern können und sollten) sowie die digitalen Kompo-

19 Marketplace of the European Innovation Partnership On Smart Cities and Communities. Towards a Joint Investment Programme For European Smart Cities. 2018. https://eu-smartcities.eu/sites/default/files/2018-06/EIP-SCC_TOWARDS%20A%20JOINT%20INVESTMENT-Paper.pdf

²⁰ Vgl. Reallabore – Testräume für Regulierung und Innovation.

²¹ N. Coulombel u.a., *Substantial rebound effects in urban ridesharing: Simulating travel decisions in Paris, France*, in: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 71, 2019, S. 110–126.

²² Koldo Urrutia Azcona, *Urban Freight Logistics Solution Booklet 2019*. Zu weiteren Lösungen hat die Bable UG eine erste abstrakte Lösungsarchitektur entwickelt und stellt sie auf der online Plattform www.bable-smartcities.eu/solutions.html kostenfrei zur Verfügung.

²³ *Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore.* Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 2019. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.pdf?__blob=publicationFile&v=14

nenen konkreter Lösungen in den Vordergrund.²⁰ Dementsprechend muss bei der Konzeption von Lösungen nun darauf eingegangen werden, dass teilweise digitale Infrastrukturen (z. B. Car-Sharing-Plattformen) immer stärker dynamisch und komplex sind und somit auch potenzielle Rebound-Effekte für die Nutzenanalyse einer Lösung in Betracht gezogen werden müssen.²¹

Folglich beinhaltet eine adaptive Lösungsstruktur neben den technischen Spezifikationen einer Lösung auch Informationen über deren Nutzeranforderungen und sozialen Aspekte, über optionale Geschäftsmodelle und Finanzierungsmöglichkeiten, die rechtlichen Voraussetzungen im urbanen Kontext sowie Informationen über Datenmodelle, Datenschnittstellen und Fragen des Datenschutzes im Lebenszyklus einer Lösung. Die Europäische Kommission hat im Rahmen ihres »Smart City Information Systems« (SCIS) bereits Handbücher für drei solcher adaptiven Lösungsstrukturen publiziert.²² Was die EU hier vorausgedacht hat, sollte so schnell wie möglich weiter ausgearbeitet und auf nationaler Ebene umgesetzt werden.



Adaptive Lösungsstrukturen können Deutschland einen wichtigen Standortvorteil im internationalen Nachhaltigkeitswettbewerb bieten, indem sie in anderen Ländern übernommen und angepasst werden können.

Folglich besteht eine adaptive Lösungsstruktur aus einer Informationssammlung und Auswertung in den folgenden Bereichen:

- **Ganzheitliche Nutzenanalyse:** Indikatorensätze und Berechnungsmodelle zur Ermittlung sozialer, ökonomischer und ökologischer Potenziale der Lösungen in Abhängigkeit vom jeweiligen (kommunalen) Kontext.
- **Technologievarianten:** Darstellung der verfügbaren technischen Varianten der Lösung und Ausblick auf die Einbeziehung weiterer technischer Innovationen.
- **Dimensionierung:** Strukturierung nach lokalen Bedarfen und Voraussetzungen (inkl. Nutzergruppen, Infrastruktur, zu erwartende Auslastung etc.).
- **Rechtliche Voraussetzungen** für die Planung und Umsetzung: Vorgaben der Stadtplanung und des Bauwesens, die deutsche Datenschutzgrundverordnung sowie die europäische »General Data Protection Regulation«, rechtliche Rahmenwerke, die in Reallaboren entwickelt wurden.²³
- **Datenmodelle und Datenschnittstellen:** Gestaltung der Datenschnittstellen, Aspekte der Datensicherheit und -souveränität.
- **Kosten-, Betriebs- und Finanzierungsstruktur:** Kalkulationsmodelle zur Kostenermittlung, Geschäftsmodellrechner, sowie Finanzierungsoptionen.
- **Erfahrungsberichte:** Best Practice-Sammlung und Risikoanalyse für die verschiedenen Aspekte.

Sämtliche Informationen, die es für die Definition einer adaptiven Lösungsstruktur braucht, liegen bereits aus Pilot- und Demonstrationsprojekten vor und müssen lediglich systematisch zusammengetragen und in den entsprechenden Kontext gesetzt werden. So geben sie Städten und Kommunen einen Überblick über bestehende Lösungen und deren Nutzen, ermöglichen eine schnelle und effiziente Anpassung an bestehende Kontexte, schaffen Planungssicherheit und geben einen Überblick über Finanzierungsmöglichkeiten. Damit gleichen sie fehlende Ressourcen bei Städten und Kommunen zur Sammlung und Analyse solcher Informationen aus und vereinfachen so die Umsetzung nachhaltiger Lösungen auf breiter Ebene. Indem eine adaptive Lösungsstruktur sämtliche Aspekte einer Lösung abdeckt, funktioniert sie gleichzeitig als Schnittstelle zwischen den Ansätzen und Schwerpunkten, die die verschiedenen Ressorts bei der Entwicklung neuer Lösungen verfolgen. Dementsprechend ist die Definition adaptiver Lösungsstrukturen auch im besten Falle in einer ressortübergreifenden Institution angesiedelt.



4 EIN NEUER ANSATZ FÜR DIE BREITE UMSETZUNG NACHHALTIGER LÖSUNGEN

Neben der Aufbereitung existierender Lösungen in adaptiven Lösungsstrukturen ist es auch notwendig, diese Informationen allen Akteurinnen und Akteuren, die an nachhaltiger Stadtentwicklung beteiligt sind, zugänglich zu machen. Dies sind neben Informationen über Lösungen und deren Einsatzmöglichkeiten beispielsweise auch Informationen über Förderlinien und Weiterbildungsangebote. Zudem sind noch weitere Maßnahmen notwendig, um einen breiten Roll-Out zu ermöglichen. Erstens müssen neue Finanzierungsvehikel geschaffen werden, die die Umsetzung nachhaltiger Lösungen für alle Städte und Kommunen in Deutschland finanzierbar machen. Dazu gehören einerseits innovative Finanzierungsprogramme und neue Arten der Ausschreibung, die den Nutzen nachhaltiger Lösungen für die Allgemeinheit miteinrechnen, und andererseits die Bündelung von Bedarfen mehrerer Kommunen, um Ausschreibungen für Investorinnen und Investoren attraktiv zu machen. Zudem müssen die Informationen über existierende Förderprogramme gesammelt und zugänglich gemacht werden. Auch Informationen über Weiterbildungsprogramme für städtische Angestellte müssen gesammelt und allen Kommunen zugänglich gemacht werden, sowie inhaltliche Lücken in den existierenden Programmen identifiziert und geschlossen werden. So ist zum Beispiel im Bereich der Finanzierung zu erwarten, dass sich mit neuen Finanzierungsvehikeln auch neue Weiterbildungsbedarfe ergeben. Zusätzlich braucht es eine Organisation, die die Governance urbaner Daten für Klein- und Mittelstädte in Deutschland handhab- und finanzierbar macht.

4.1 Eine Agentur für zukunftsfähige Städte und Regionen

Für die meisten dieser Leistungen eignet sich eine ressortübergreifende Agentur, die sämtliche Informationen zum Thema nachhaltige Stadtentwicklung bündelt und vermittelt. Dabei würde es nicht darum gehen, Doppelstrukturen zu Angeboten und Förderlinien zu schaffen, sondern bestehende Angebote aufzubereiten und zugänglich zu machen sowie Lücken in bestehenden Angeboten zu identifizieren und zu füllen. Dafür wäre keine große Ausstattung von Nöten, sondern vor allem die Unterstützung sämtlicher Ressorts, die notwendigen Informationen kontinuierlich bereitzustellen. Dementsprechend sind fest etablierte, kurze Kommunikationskanäle mit sämtlichen Ministerien und Bundesländern notwendig sowie ein kleiner Stab an Mitarbei-

tern, die diese Informationen aufbereiten und in Datenbanken einspeisen. Entsprechend des ressortübergreifenden Ansatzes sollte außerdem der Bund Gesellschafter der Agentur sein. Eine solche Agentur bräuchte Unterstützung durch Systemforschung hinsichtlich der Definition, Umsetzung und Skalierung von adaptiven Lösungsstrukturen. Zudem könnten sich externe Partner an der Entwicklung von Zertifizierungsprozessen, Weiterbildungsmaßnahmen und Finanzierungsvehikeln beteiligen. Diese Agentur würde die folgenden Funktionen übernehmen:

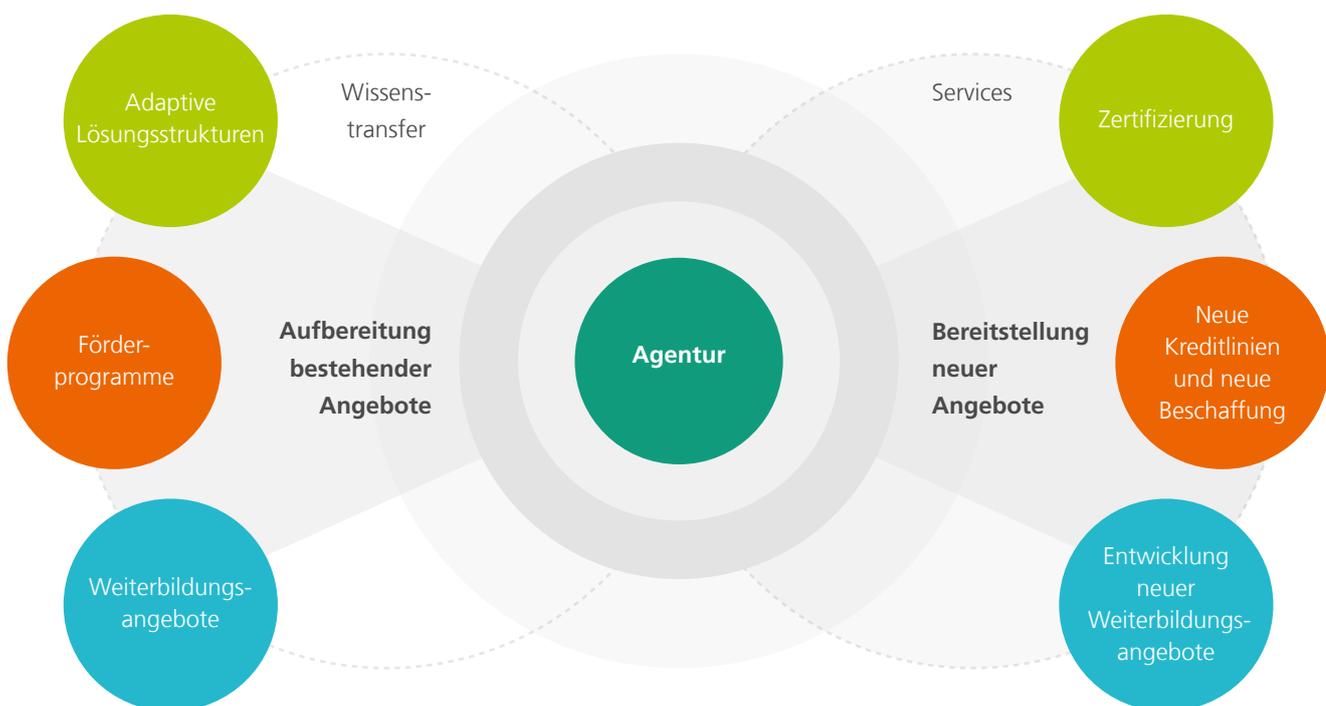


Abbildung 2: die Funktionen der Agentur für smarte urbane Entwicklung.

4.1.1 Koordination und Wissenstransfer über Lösungen, Förder- und Bildungsprogramme

Im Bereich Wissenstransfer hätte die Agentur drei Aufgabenfelder. Erstens würde sie Konzepte und Ideen zum Thema nachhaltige Stadtentwicklung zusammenführen und den Wissenstransfer mit anderen Ländern gestalten. So wäre eine zentrale Anlaufstelle für Anfragen aus dem Ausland geschaffen, um in Deutschland entwickelte Lösungen im Ausland zu vermitteln, den wissenschaftlichen Austausch zu fördern und ein breites systemisches Verständnis von Nachhaltigkeit weltweit zu fördern. Zweitens wäre sie innerhalb Deutschlands für die Bündelung und Aufbereitung von Wissen zuständig. Dies beinhaltet die Definition adaptiver Lösungsstrukturen sowie die **Bündelung und Vermittlung von Förderprogrammen und Weiterbildungsangeboten**. Dafür bringt sie Akteurinnen und Akteure, Angebote und Informationen zum Thema auf einer **zentralen Datenplattform** zusammen und bündelt somit Ressourcen, Kompetenzen und Wissen von Ministerien, Kommunen, Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen.



4.2.1 Neue Services und Finanzierungsmöglichkeiten

Zusätzlich zur Aufbereitung und Vermittlung bestehender Angebote und Lösungen sollte die Agentur außerdem die oben genannten, neuen Services entwickeln und managen, die in der Lage sind eine breite Umsetzung nachhaltiger Stadtentwicklung zu gewährleisten. Dies umfasst folgende Funktionen für die Agentur:

Qualitätssicherung bei nachhaltigen Lösungen

Eine der Schwierigkeiten für die Markteinführung nachhaltiger Lösungen ist, dass es zwar viele Pilotprojekte, aber kaum Orientierung über die Qualität und Anpassungspotenziale der entwickelten Lösungen an die spezifischen Bedarfe einer Stadt gibt. Neben adaptiven Lösungsstrukturen ermöglichen Standards eine Vergleichbarkeit zwischen Lösungen und geben Städten Orientierung bezüglich der zu ergreifenden Maßnahmen. In den letzten Jahren sind zahlreiche Standards auf transnationaler Ebene entstanden, wie zum Beispiel der Standard ISO 37120 für nachhaltige Stadtentwicklung (2014), ISO 37101 für nachhaltiges Management (2016) und ISO 37122 für Smart Cities (2018). Diese Entwicklung gilt es zu unterstützen und gleichzeitig hinsichtlich eines systemischen, sozial verträglichen Ansatzes für die nachhaltige Stadtentwicklung zu beeinflussen.



Indem die Agentur die Sammlung relevanter Informationen und Best Practices vorantreibt, kann sie entsprechenden Input in die Arbeitsprozesse transnationaler Standardisierungsorganisationen einspeisen.

Bei Smart City Applikationen kommt außerdem den offenen Standards eine besondere Bedeutung zu. Diese werden von einem Standardisierungsgremium erarbeitet und der Öffentlichkeit frei zur Verfügung gestellt, wodurch sie die Entstehung eines offenen, dynamischen Ökosystems sicherstellen. Darüber hinaus ermöglichen sie Interoperabilität, indem verschiedene Smart City Lösungen modular und integrativ zusammengestellt werden können. Dies verhindert die Abhängigkeit von einem einzigen Anbieter bei der Einrichtung und dem Betrieb von Smart City Lösungen.²⁴

24 Als Beispiele für zu nutzende offene Standards können IoT-Protokolle wie CoAP, MQTT, LoRaWAN sowie Datenmodelle wie DCAT-AP, SensorML und NGSI genannt werden.

Außer Standardisierung können Zertifizierungsprozesse Abhilfe bei Unsicherheiten hinsichtlich nachhaltiger Stadtentwicklung schaffen. Diese helfen einerseits den Entwicklerinnen und Entwicklern von Lösungen, ihre Systeme kontinuierlich zu verbessern, während sie es andererseits Kunden – d.h. die Städte und Kommunen mit ihren Bürgerinnen und Bürgern – ermöglichen, Lösungen in Bezug auf ihre Qualität, Interoperabilität und ihren Reifegrad hin zu beurteilen. So könnten verschiedene Aspekte von Nachhaltigkeit von etablierten Prüfungsinstitutionen aufgenommen werden, oder neue Zertifizierungsprozesse entstehen.



Durch eine Kooperation mit den bestehenden Prüfungsinstitutionen kann die Agentur zur Qualitätssicherung nachhaltiger Lösungen beitragen.

Denkbar ist auch ein Zertifizierungsprozess für die Interoperabilität von Smart City Applikationen auf der Basis von offenen Datenschnittstellen. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt momentan einen entsprechenden Zertifizierungsprozess, der Städte und Gemeinden Unabhängigkeit von bestimmten Anbietern verschafft, und so Smart City Lösungen einfacher zu finanzieren und besser an sich wandelnde Begebenheiten anpassbar macht.

Neue Finanzierungsvehikel und neue Arten der Beschaffung

Um eine Markteinführung nachhaltiger Lösungen zu ermöglichen, ist es notwendig, den bereits angestoßenen Paradigmenwechsel einer stärkeren Verschränkung von öffentlicher Hand und Privatwirtschaft zu vollenden. Dies bedeutet, dass Rentabilität nicht mehr nur rein marktwirtschaftlich gedacht wird, sondern auch Erwägungen des Gemeinwohls und der Klimagerechtigkeit Eingang in Geschäftsmodelle finden. So können Ausschreibungen die Berücksichtigung des mittel- und langfristigen Nutzwertes bezüglich der gesamten Lebenszykluskosten einer Lösung sowie positiver Umwelteffekte, zum Beispiel durch Energieeinsparung, zur Voraussetzung machen.²⁵ Das BMWi schlägt dafür den MEAT (most economically advantageous tender)-Ansatz zur Berechnung von Lebenszykluskosten vor, der Umwelt- und Nachhaltigkeitsfaktoren sowie Entsorgungskosten miteinbezieht.²⁶ Solche neuen Arten der Beschaffung müssen Städten und Kommunen anhand konkreter praktischer Beispiele vermittelt und die Entwicklung weiterer Ansätze vorangetrieben werden, um die Umsetzung nachhaltiger Lösungen attraktiv zu machen.

*25 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Innovative öffentliche Beschaffung. Leitfa-
den, 2. Auflage 2017, S.10.*

26 Ebd. S. 11.

Der gegenwärtige Smart City Markt zeichnet sich durch starke Fragmentierung aus: Viele Anbieter haben ähnliche Produkte und Lösungen im Portfolio, während Planungs- und Beschaffungsprozesse hoch individualisiert und separat in einzelnen Abteilungen von Städten und Kommunen ablaufen. Der Ansatz der adaptiven Lösungsstruktur ermöglicht es, die Bedarfe mehrerer Kommunen zu bündeln. Dies kann geschehen, indem sich mehrere Städte und Kommunen für einen gemeinsamen Beschaffungsprozess zusammenschließen, oder indem sie einzeln standardisierte Investitionsbündel schnüren. Beides macht die Ausschreibung für private Investorinnen und Investoren attraktiv, denn so lässt sich ein Skaleneffekt erzielen, der sich in besseren Preisen, sowie in einer Defragmentierung des Marktes ausdrückt.



Die Agentur sollte Kommunen neue Arten der Beschaffung und neue Finanzierungsvehikel vermitteln und sie bei der Abstimmung ihrer Prozesse unterstützen.

27 www.eib.org/de/press/all/2018-323-deja-plus-dun-milliard-deuros-consacre-au-developpement-des-villes-intelligentes-et-durables-en-belgique-grace-au-partenariat-bei-belfius.htm

28 www.eib.org/de/press/all/2015-237-nord-pas-de-calais-15-meur-dans-un-fonds-dinvestissement-dedie-a-la-troisieme-revolution-industrielle.htm

29 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/860386/just_transition_mechanism_en.pdf.pdf

Die Finanzierung von Nachhaltigkeits-Investitionen benötigt einen neuen Ansatz, der der Komplexität des Markts und der notwendigen Verschränkung von öffentlichen und privaten Stakeholdern Rechnung trägt. Bisher existieren lediglich wenige Pilotprojekte mit vergleichsweise geringem Investitionsvolumen, welche dies erproben – wie z. B. der gemeinsame »Smart City Fonds« von Belfius Bank und European Investment Bank²⁷ oder das regionale Investitionsvehikel in Nord-Pas de Calais.²⁸ Den entsprechenden Kreditlinien ist gemein, dass sie konkrete Bewertungskriterien für Nachhaltigkeit, Klimaneutralität und Energieeffizienz haben. Ein vergleichbarer Nachhaltigkeitsfond sollte über die Kreditanstalt für Wiederaufbau angeboten und von der Agentur gemanagt werden.



Eine kontextabhängige Investitionspartnerschaft zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft wäre in der Lage, nachhaltigen Lösungen für Stadtentwicklung über die Rentabilitätsschwelle zu helfen.

Kontinuierliche Beteiligungen der öffentlichen Hand sowie weitere Instrumente zur Senkung des Investitionsrisikos (z. B. Bürgschaften) stellen somit entsprechend der Idee des »European Green Deal« wichtige und neue Elemente dieses Marktes dar.²⁹

Neue Weiterbildungsangebote

Stadtverwaltungen stehen im Kontext von Digitalisierung und nachhaltiger Entwicklung vor großen transformatorischen Aufgaben. Hierbei unterscheiden sich ihre Ausgangsvoraussetzungen massiv in Bezug auf hausinterne personelle und finanzielle Ressourcen, die sie bei der strategischen Entwicklung, sowie der Identifikation und Umsetzung von Initiativen unterstützen. Es ist unerlässlich, Städte und Kommunen einerseits über entsprechende Maßnahmen und Institutionen zu informieren und sie andererseits zu befähigen, ihr eigenes Profil zu definieren und kompetent neuen Herausforderungen zu begegnen. Dafür ist die kontinuierliche Schulung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Stadtverwaltungen notwendig. Innerhalb der kommunalen Verwaltungen sind verschiedene Abteilungen in die Planung und Umsetzung involviert und es müssen zum Teil neue Strukturen geschaffen werden, um die abteilungsübergreifenden Themenstellungen anzugehen und Mehrwerte zu identifizieren. Dafür ist ein grundsätzliches Verständnis von Mehrwerten und technischen Möglichkeiten notwendig, um die Implikationen, die neue Lösungen haben, ganzheitlich zu begreifen und für den konkreten Anwendungsfall beurteilen zu können. Damit Lösungen nachhaltig in die Stadt integriert werden können, müssen ihre Kosten langfristig gedeckt werden. Deshalb sollten Schulungen alternative Formate der Finanzierung vermitteln und die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in die entsprechenden Prozeduren einweisen. Auch ein Webtool für gemeinsame Beschaffung sowie die verschiedenen existierenden Förderlinien setzen eine Einweisung und kontinuierliche Anwendung voraus, um sicher zu gehen, dass die betroffenen Stakeholder sie gewinnbringend nutzen können. Bei der Governance urbaner Daten ist es außerdem unerlässlich, Expertise innerhalb der Stadtverwal-

tungen aufzubauen. Nur so wird sichergestellt, dass Städte informierte Entscheidungen über Vergaben in diesem Bereich und deren Konsequenzen treffen können. Schulung sollten hier die rechtlichen Voraussetzungen für die Sammlung und Inwertsetzung urbaner Daten sowie die technischen Spezifikationen von Smart City Applikationen vermitteln, um die Entwicklung nachhaltiger Digitalisierungsstrategien zu ermöglichen.

i Die Agentur sollte bestehende Weiterbildungsangebote an Städte und Kommunen vermitteln und inhaltliche Lücken identifizieren, um entsprechende Angebote zu entwickeln.

4.2 Urbane Datengovernance für alle: Ein Datenkompetenzzentrum für Städte und Regionen

Neben der Beratung und Vernetzung von Kommunen sowie der institutionellen Verankerung des Themas in einer Digitalstrategie der Bundesregierung, stellt der sichere, standardisierte und interoperable Austausch von Daten auf praktischer Ebene den Schlüssel für die digitale und damit auch nachhaltige Transformation unserer Städte dar. Vernetzte und saubere Technologien für unsere Städte beruhen auf der Echtzeit-Kommunikation von Daten und dem Internet of Things (IoT). Bisher entstehen die entsprechenden Datenplattformen für einzelne Städte, die dafür Förderung erhalten oder über entsprechend ausgestattete Haushalte verfügen. Es fehlt aber eine sichere, neutrale und vertrauensvolle Lösung, die auch für Klein- und Mittelstädte finanzierbar ist.

i Ein Datenkompetenzzentrum könnte eine neutrale und sichere Architektur für den Betrieb digitaler Lösungen in Städten und Kommunen anbieten und diese so bei der Inwertsetzung ihrer Daten unterstützen.

Bei einem solchen Datenkompetenzzentrum sollte es sich um eine neue Organisation handeln, die eine offene, standardisierte und interoperable Architektur für den Betrieb digitaler Lösungen in Kommunen in Deutschland zur Verfügung stellt und betreibt. Auf einer in Deutschland gehosteten Cloud sollte eine sichere Umgebung für die Erhebung, Speicherung und Verarbeitung kommunaler Daten sowie Daten von Drittanbietern gewährleistet werden. Die Architektur könnte auf dem Standard des International Data Space (IDS) aufbauen, der ein Kernelement der europäischen Cloud-Infrastruktur darstellt. Damit werden Interoperabilität, Datensouveränität und höchste Sicherheitsanforderungen sichergestellt. Die beschriebenen adaptiven Lösungsstrukturen können hierdurch auf Basis von standardisierten Datenmodellen rasch repliziert und in die Breite getragen werden. Ein offener Ökosystemansatz würde gleichzeitig sicherstellen, dass lokale Partner (z. B. Stadtwerke und städtische Betriebe) aber auch Startups, kleine und mittelständische sowie andere Unternehmen digitale Dienste auf kommunalen Daten anbieten können.

5 ZUKUNFTSFÄHIGE STÄDTE UND REGIONEN – DIE NÄCHSTEN SCHRITTE

Es gilt, diesen neuen Ansatz für eine breite Umsetzung nachhaltiger Stadtentwicklung möglichst rasch umzusetzen, um Kommunen zu befähigen, sich aktiv am Klimaschutz und dem Erreichen der Klimaziele zu beteiligen, denn die Zeit drängt. Denkbar ist die Einrichtung der oben beschriebenen Agentur innerhalb eines Zeitrahmens von maximal drei Jahren. Dabei stellt dieser Ansatz eine wichtige Weichenstellung zukünftiger nachhaltiger Stadtentwicklung dar, der im Idealfall als Leitlinie für die Bundestagswahl 2021 kommuniziert und nach der Wahl in die Umsetzung gebracht werden kann. Da sich das vorgeschlagene Datenkompetenzzentrum direkt mit der Umsetzung von Datengovernance befasst, unterscheidet sich sein Aufgabenfeld grundsätzlich von dem einer vorwiegend koordinierenden und Akteure vernetzenden Agentur. Es ist daher sinnvoll, diese beiden Initiativen organisatorisch zu trennen. Aufgrund der Entwicklungen im Smart City-Bereich und dem aktuell verstärkten Aufbau von urbanen Datenplattformen, ist es außerdem sinnvoll, den Aufbau des Datenkompetenzzentrums als prioritäre Erstmaßnahme bereits innerhalb dieses Jahres anzugehen und bis 2021 umzusetzen.

Abbildung 3: die nächsten Schritte für die Initiative »Zukunftsfähige Städte und Regionen«.

2022

Arbeitsgruppe zur Umsetzung der Initiative »Zukunftsfähige Städte und Regionen«

2020

Aufbau des Datenkompetenzzentrums für Städte und Regionen

2023

Einrichtung der Agentur für »Zukunftsfähige Städte und Regionen«

2021

Bundestagswahl, Unterstützung der Koalitionsparteien für die Initiative »Zukunftsfähige Städte und Regionen«
Eröffnung des Datenkompetenzzentrums

6 ANNEX

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über intelligente und nachhaltige urbane Lösungen, die bereits Marktreife erlangt haben. Deren Replizierung und Skalierung wäre deshalb unmittelbar möglich – und erfolgt teilweise bereits in Ansätzen. Das Beispiel der »Mobility as a Service« wird hier zunächst stellvertretend für ein großes Portfolio an Lösungen eingehender betrachtet und dient damit als Referenz für die notwendige Erfassung des ökologischen, sozialen und ökonomischen Potenzials der Lösungen in Abhängigkeit des jeweiligen städtischen Kontexts.

In diesem Annex wird zwischen konkreten Lösungen und Planungsinstrumenten unterschieden. Innovative Lösungen für die Stadt benötigen oftmals neuartige Planungsinstrumente, um der Komplexität und der Interdisziplinarität von Stadtentwicklung sowie den dafür notwendigen digitalen Schnittstellen gerecht zu werden. In den vergangenen Jahren wurden deshalb zahlreiche neue Instrumente entwickelt und erprobt, welche die Planung, Dimensionierung, Wirkung und Machbarkeit der genannten Lösungen in einem individuellen Kontext analysieren und ermöglichen. Da eine große Vielfalt an entsprechenden Instrumenten existiert, sei in diesem Kontext lediglich auf zwei Beispiele verwiesen. Eine erschöpfende und anwenderfokussierte Übersicht existierender Planungsinstrumente und deren Anwendungspotenzial wäre im Rahmen einer entsprechenden Studie separat zu erstellen.

LÖSUNGEN FÜR NACHHALTIGE STADTENTWICKLUNG

Mobility as a Service (MaaS)

Zur Steigerung der Nutzerfreundlichkeit werden Mobilitätslösungen in einem integrierten urbanen Mobilitätsansatz miteinander kombiniert und »as a Service« wie aus einer Hand angeboten. Im Kern stellt MaaS eine digitale Plattform dar, die alle verfügbaren Mobilitätsangebote in einer Stadt (oder Region) digital miteinander verknüpft und in ein Format überführt, das die Nutzer bei der Planung, Buchung und Durchführung ihrer täglichen Wege unterstützt.¹ Ziel ist, es den Nutzern so einfach und komfortabel wie möglich zu machen, ihre privaten Fahrzeuge für den Stadtverkehr aufzugeben - nicht weil sie dazu gezwungen werden, sondern weil die Alternative attraktiver ist.²

Ein **Beispiel** ist die »**Polygo-Card**«³ in Stuttgart, die mit Unterstützung des Fraunhofer IAO entwickelt wurde. Mit der »Polygo-Card« haben der Verkehrsverbund Stuttgart und 23 Kooperationspartner eine regionale »Mobilitätsmarke« eingeführt. Mit dieser Karte können Kunden zusätzlich zu ihrem ÖPNV-Abonnement auch die Carsharing-Flotten von car2go, Stadtmobil und Flinkster sowie Fahrräder von Call-a-Bike und Nexter nutzen.⁴ Die Karte kann auch für weitere Funktionen genutzt werden wie bargeldloses Zahlen, als Ausweis der Stuttgarter Stadtbibliothek, als Dauerparkausweis oder für die Nutzung von Ladestationen für E-Fahrzeuge. Weitere Beispiele in Deutschland sind FREE NOW, die KVB-App (Köln), Jelbi (Berlin) oder Quixxit (DB).

Voraussetzung für die Implementierung von MaaS-Systemen ist eine volle Integration der Daten verschiedener Mobilitätsdienstleister innerhalb einer Plattform. Dafür müssen sowohl die technischen Voraussetzungen (z. B. Datenschnittstellen, sichere Datenübertragung etc.) ge-

1 Giesecke et. al. (2016) »Conceptualising Mobility as a Service«; Deloitte (2017) – »The rise of MaaS«

2 Li, Voegelé (2017) »Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required«

3 <https://www.mypolygo.de/>

4 Am weitesten fortgeschritten in Europa ist die Whim-App in Helsinki, die dazu beitragen soll die private Fahrzeugnutzung bereits bis 2025 komplett abzulösen und mit der die Einwohner Helsinkis alle öffentlichen und privaten Verkehrsmittel innerhalb der Stadt planen und bezahlen. (<https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainable-citiescollective/helsinki-aims-be-car-free-2025/297026/>).

währleistet sein, als auch die Bereitschaft der verschiedenen Anbieter, ihre Daten zur Verfügung zu stellen. Hierbei spielt oftmals die Stadt, bzw. das städtische Transportunternehmen eine wichtige Rolle. Die Kosten für den Aufbau und den Betrieb eines MaaS Systems tragen sich – im Regelfall - durch die Gebühren der zusätzlichen Nutzer.

Noch liegen nur wenige Daten über den **Nutzen** von MaaS-Diensten vor. Für Carsharing-Systeme zeigen Daten eine **Reduktion von Treibhausgasemissionen** um 130 bis 980 kg CO₂-Äquivalente pro Jahr und Haushalt vor.⁵ Für eine Stadt mit 100 000 Einwohnern und einer MaaS-Durchdringung von 30 Prozent liegt somit das Minderungspotenzial bei 1560 bis 11 760 t CO₂-Äquivalente pro Jahr. Neben dem Emissionsminderungspotenzial und der damit einhergehenden Verbesserung der Luftqualität besteht ein weiterer ökologischer Nutzen in der Reduktion des beanspruchten städtischen Raums. Da MaaS-Dienste oft über ÖPNV Tickets angeboten werden, steigern sie außerdem die Gesamtmobilität von Menschen und besonders von benachteiligten Gruppen, die von staatlichen Angeboten, wie z. B. dem Fahrkostenzuschuss profitieren. Sie haben folglich auch einen **sozialen Nutzen**. MaaS-Lösungen steigern ihre Attraktivität mit der Anzahl der Services, die hierdurch »seamless« miteinander vernetzt werden. Folglich können eine Vielzahl an städtischen Diensten miteinander intelligent verkettet werden, was eine stärkere Vernetzung sämtlicher Sektoren nachhaltiger Stadtentwicklung ermöglicht.

Nachtlogistik

In Zeiten der Elektrifizierung von Fahrzeugen eröffnen sich für die urbane Versorgung ganz neue Möglichkeiten: Die Innenstadtbeflieferung von Handelsfilialen kann unter der Verwendung von Elektro-Lkw, deren Alleinstellungsmerkmal der geräuscharme Fahrbetrieb ist, in die frühen Morgen- oder Abendstunden verlagert werden. Die »Nachtlogistik« ermöglicht eine viel unkompliziertere Versorgung hochbelasteter Innenstädte, indem der Wirtschaftsverkehr in Zeiten mit niedrigem Verkehrsaufkommen stattfindet. Um eine geräuscharme Nachtlogistik durchführen zu können, bedarf es aber der Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure: den Städten, den Transportunternehmen, den Versendern und den Empfängern, den Anwohnern und den Fahrzeugherstellern. Zum einen müssen sich Akteure auf veränderte Versorgungszeiten einstellen. Zum anderen ist es sehr wichtig, dass sich die Lkw-Fahrer operativ so verhalten, dass die Lärmgrenzwerte sicher und dauerhaft eingehalten werden. Hierzu benötigt es entsprechender Schulungen und den Einsatz geräuscharmer Umschlagequipments.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Köln⁶

⁵ Skjelvik, J., Erlandsen, A., Haavardsholm, O. (2017). Environmental impacts and potential of the sharing economy. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

⁶ <https://www.genalog.de/>

Digitale Ladezonen

Die Digitalisierung von Lieferzonen in urbanen Räumen stellt eine erhebliche Verbesserung für den Verkehrsfluss dar, da das Parken in zweiter Reihe auf Grund der expliziten Ausweisung und Überwachung von Ladezonen entfällt. Durch die Neuausweisung der Ladezonen sowie durch die einheitliche und eindeutige Markierung kann eine flächendeckende und bedarfsgerechte Verteilung der Zonen im urbanen Raum gewährleistet werden, sodass sich die Entfernungen zur Andienung im fußläufigen Bereich befinden. Die Überwachung der Ladezonen erfolgt sensor- bzw. kameragestützt. Die resultierenden und in Echtzeit verfügbaren Kapazitätsauslastungen können über entsprechende Applikationen für die Akteure des Wirtschaftsverkehrs sichtbar gemacht werden, sodass einerseits die Lieferdienste die Sicherheit erlangen können, einen Parkplatz für den Be- und Entladevorgang zu zielgerichtet zu finden und andererseits, durch den verringerten Parkraumsuchverkehr, die Emissionsbelastung gesenkt werden kann. Des Weiteren dienen die erhobenen Daten für kommunale Akteure als wichtige Planungsgrundlage für weitere Optimierungen.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Bilbao⁷, Barcelona⁸, Stuttgart⁹

Intelligente Verkehrssteuerung

Ein zentraler Enabler des effizienten urbanen Verkehrs ist eine ganzheitliche, intelligente Verkehrssteuerung. Dies betrifft sowohl den Personen- als auch den Güterverkehr und berücksichtigt Straßen- als auch Schienenverkehr sowie Anbindungen beispielsweise an den Luftverkehr. Alle Verkehrs- und Mobilitätssteuerungsdienste können aus digitalen Verkehrsleitzentralen überblickt und im Bedarfsfall integriert gesteuert werden. Allerdings erfolgt dies im Rückgriff und unter Koordination vieler selbstorganisierter, dezentraler Kooperationen, lokaler Optimierungen und einer hohen Automatisierung der Verkehrssteuerung. Dadurch kann beispielsweise eine Kommune den Verkehr effektiv beeinflussen, ohne Flexibilität im Straßenverkehr einzubüßen oder Limitationen in der Skalierbarkeit bezüglich der Größe des gesteuerten Systems zu er-

7 <http://cogistics.eu/portfolio/bilbao/>

8 <https://www.parkunload.com/de/>

9 <https://www.kodis.iao.fraunhofer.de/de/projekte/smartzone.html>

fahren. Die dafür notwendigen Daten werden unter Wahrung des Datenschutzes aller Beteiligten durch einen neutralen Datentreuhänder bereitgestellt. Dies erlaubt zusätzlich den diskriminierungsfreien Zugang für Mobilitätsdienste von Drittanbietern.¹⁰

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Dresden¹¹, Ruhrgebiet¹², Kassel¹³

Multimodale Mobilitätsstationen

In jüngerer Zeit gehen erste Kommunen dazu über, Mobilitätsstationen als multimodale Verknüpfungspunkte zu schaffen, deren Konzept über die bisher vielfach üblichen bimodalen Verknüpfungen (wie Park+Ride oder Bike+Ride) hinausgeht und etwa Carsharing, Bikesharing, den öffentlichen Nahverkehr sowie das Abstellen von privaten Fahrrädern und PKW in unterschiedlichen Kombinationen verknüpft. Durch das Zusammenlegen zahlreicher Funktionen, werden Mobilitätsstationen hierdurch oft zu attraktiven Quartierszentren, die weitere Anwendungen im Quartier zentralisieren – wie z. B. Paketstationen, Logistik-Hubs oder Co-Working Spaces.¹⁴ Ziel der Multimodalen Mobilitätsstationen ist, die Abhängigkeit vom Privat PKW zu minimieren und einen möglichst reibungslosen und aufeinander abgestimmten Wechsel zwischen verschiedenen Verkehrsträgern zu ermöglichen.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: München¹⁵, Hamburg¹⁶, Köln¹⁷

¹⁰ https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/10/acatech_Zwischenbericht_Neue_Automobilitaet_II.pdf

¹¹ https://www.deutschlandfunkkultur.de/intelligente-verkehrssteuerung-in-dresden-in-der-gruenen.1001.de.html?dram:article_id=394496

¹² <https://www.t-systems.com/en/best-practice/02-2018/best-practices/itcs/intelligent-traffic-management-system-811222>

¹³ <https://www.kassel.de/pressemitteilungen/2018/september/auf-dem-weg-in-die-digitalisierung-kassel-geht-erste-schritte-in-richtung-alltagsbetrieb-mit-kooperativer-verkehrstechnik.php>

¹⁴ https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Studien/2013/Mobilitaetsformen-Mobilitaetsstationen/01_Start.html?nn=636766¬First=true&docId=636762

¹⁵ <https://www.mvg.de/dam/mvg/services/mobile-services/mobilitaetsstation/flyer-mobilitaetsstation-muenchner-freiheit.pdf>

¹⁶ <https://www.hamburg.de/hw/4123240/switchh/>

¹⁷ <https://blog.kvb-koeln.de/auf-den-punkt-gebracht-mobilstationen>

Elektrische Flotten

Elektrofahrzeuge machen im Flotteneinsatz besonders viel Sinn: Hier stehen dem Nutzer oft mehrere unterschiedliche Fahrzeugkategorien und -typen zur Verfügung, sodass je nach aktuellem Mobilitätsbedarf das passende Fahrzeug ausgewählt werden kann. Der Umstieg von konventionellen auf elektrische Fahrzeuge – z. B. im Fuhrpark von Kommunen oder kommunalen Unternehmen – legt gleichzeitig den Aufbau von Ladeinfrastruktur nahe und erfordert sowohl ein entsprechendes Energiemanagement, als auch ein Flottenmanagementsystem, welches die Spezifika von E-Fahrzeugen (z. B. Ladezyklen und Reichweite) berücksichtigt. Bei richtiger Planung können Elektrofahrzeuge schon heute oftmals einen Großteil der Mobilitätsanforderungen abdecken. Werden Elektrofahrzeuge optimal in den Fuhrpark integriert, können bereits heute leicht wirtschaftliche Vorteile generiert werden. Bei einer Flottengröße von ca. 500 Fahrzeugen und einer Fahrzeuglebensdauer von acht Jahren ergeben sich Emissionseinsparungen von ca. 40 000 t CO₂ pro Stadt beim Umstieg auf E-Mobilität und erneuerbaren Strom. Noch größer ist dieses Potenzial, wenn nicht PKWs, sondern E-Busse betrachtet werden.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Stuttgart¹⁸, Düsseldorf¹⁹

Virtuelle Kraftwerke²⁰

Ein Virtuelles Kraftwerk ist ein Zusammenschluss von dezentralen Einheiten im Stromnetz, die über ein gemeinsames Leitsystem koordiniert werden. Die Einheiten können Stromproduzenten wie Biogas- Windkraft-, Photovoltaik-, KWK- oder Wasserkraftanlagen, Stromverbraucher, Stromspeicher und Power-to-X-Anlagen (Power-to-Gas, Power-to-Heat) sein. Zweck des Virtuellen Kraftwerks ist die gemeinsame Vermarktung von Strom und Flexibilität aus dem Schwarm der aggregierten Anlagen. Jeder dezentral produzierende, speichernde oder verbrauchende Akteur am Strommarkt kann Teil eines Virtuellen Kraftwerks werden.

Die Führung des Schwarms aus einzelnen Einheiten übernimmt ein zentrales Leitsystem, das mittels eines speziellen Algorithmus nicht nur die einzelnen Anlagen im Virtuellen Kraftwerk koordiniert, sondern auch, wie ein einzelnes Großkraftwerk auf Netzzustände und Regener-

18 <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.umwelt-stadt-baut-ihre-e-flotte-aus.66d27fd0-e063-4d89-9c1f-d9578369849d.html>

19 <https://www.zfk.de/mobilitaet/e-mobilitaet/artikel/duesseldorf-elektrifiziert-die-flotte-2019-12-18/>

20 https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/gf/vpp/FhIEE_GF_Virtuelle_Kraftwerke_web.pdf

gieabruhbefehle durch Übertragungsnetzbetreiber reagiert. In Verbindung mit dem Stromhandel ist das Virtuelle Kraftwerk zudem in der Lage, schnell und effizient auf Preissignale aus den Strommärkten zu reagieren und seine Fahrweise entsprechend anzupassen.²¹

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: VPP Manchester²², RegModHarz²³

Kalte Nahwärmenetze (Low-Exergy)

Im Gegensatz zu den derzeitigen Fernwärmenetzen, die durch einen klassischen Vor- und Rücklauf mit hohen Temperaturen charakterisiert sind und damit auf einen zentralen Wärmeproduzenten – das (meist fossile) Heizkraftwerk – und seine Abnehmer (bspw. Privathaushalte) ausgelegt sind, können kalte Nahwärmenetze sowohl lokale Wärme und Kälte bereitstellen, als auch lokal produzierte Wärme und Kälte aus dezentralen Anlagen aufnehmen und somit zusätzlich als Speicher dienen.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Malmö²⁴, Ludwigsburg,²⁵ Stockholm²⁶

(Bi-direktionale) Ladeinfrastruktur

Wenn Autos und Ladeinfrastruktur sich miteinander verständigen, kann das für die Netze und das Stromangebot eine ganze Reihe erwünschter Effekte haben. Und für den Besitzer eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs materielle Vorteile, sogar wenn es steht. Die Fähigkeit zum bidirektionalen Laden ermöglicht es E-Fahrzeugen, beim Anschluss an eine dafür ausgelegte Ladestation oder Wallbox elektrische Energie auch in das Stromnetz zurück zu speisen. Die Batterien der E-Fahrzeuge werden so zu mobilen Energiespeichern, die bei Bedarf auch Strom abgeben können und so einen größeren Verbund bedienen – also eine geldwerte Leistung erbringen, oder zu Hause erzeugte Sonnenenergie puffern.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Amsterdam Energy Arena²⁷

²¹ <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/virtuelles-kraftwerk>

²² <https://www.bable-smartcities.eu/explore/use-cases/use-case/useCase/smart-city-central-energy-controller.html>

²³ <http://www.regmodharz.de/>

²⁴ <https://www.eon.com/de/geschaeftskunden/nachhaltige-staedteloesungen/projekte/medicon-village.html>

²⁵ <http://www.bine.info/publikationen/publikation/nahwaermenetz-verbindet-neubau-mit-bestandsquartier/>

²⁶ <https://www.opendistrictheating.com/>

²⁷ <https://www.electrive.com/2019/12/09/amsterdam-stadium-integrates-bi-directional-charging/>

Intelligente Straßenbeleuchtung

Mit der Einführung und Verbreitung der LED-Technologie wurde die Straßenbeleuchtung in den letzten Jahren revolutioniert. Die neue Technik bietet neben einer erhöhten Lichtausbeute und höherer Energieeffizienz auch die Chance einer zielgerichteten Beleuchtung und des Einsatzes intelligenter Steuerungstechnik. Hierdurch lässt sich die Qualität des Lichts weiter verbessern – bei gleichzeitiger Senkung der Energiekosten und des Verwaltungsaufwands. Da Straßenlaternen ein bestehender Teil des Stadtmobiliars sind und bereits über einen Stromanschluss verfügen, stellen Sie darüber hinaus die Infrastruktur-Grundlage für eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen, wie z. B. eine Beleuchtungssteuerung in Abhängigkeit der Straßennutzung, die Messung von Luftqualität, die Überwachung und das Management des Parkraums, die Messung und Steuerung des Verkehrs, die Bereitstellung von öffentlicher Konnektivität (z. B. WLAN), oder die Integration von Ladeinfrastruktur. Über die effiziente Steuerung können intelligente Straßenlaternen die Energiekosten stark senken und über eine digitale Aufwertung, zusätzlichen Nutzen erzeugen.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Ludwigsburg²⁸, Eindhoven²⁹, Cairn³⁰

Urbane Datenplattformen

Urbane Datenplattformen bilden die Grundlage für eine Vielzahl von Anwendungen in einer Smart City, sie sind gewissermaßen das digitale Backend für unterschiedliche Anwendungen wie z. B. intelligente Straßenlaternen, vernetzte Mülltonnen, kommunizierende Parkplätze oder Dezentrale Energiesysteme. Eine städtische Datenplattform erfasst, speichert und integriert Daten von verschiedenen Akteuren des städtischen Ökosystems (öffentliche Einrichtungen, Unternehmen, Bürger und Organisationen). Die Daten können anderen Dienstleistern angeboten, analysiert oder visualisiert, und veröffentlicht werden. Grundlage dieser Dienste und Angebote ist die gemeinsame Datenbasis im urbanen Datenraum. Dieser bezeichnet einen digitalen Raum, der die für den kommunalen Politik-, Verwaltungs- und Wirtschaftsraum relevanten Daten enthält sowie alle Informationen über diese (sogenannte Metadaten), um die Daten auffindbar und umgehend nutzbar zu machen.³¹

28 https://www.ludwigsburg.de/start/stadt_buerger/intelligente+strassenbeleuchtung.html

29 <https://www.bable-smartcities.eu/explore/use-cases/use-case/useCase/smart-lighting-in-strijp-s-eindhoven.html>

30 <https://www.bable-smartcities.eu/explore/use-cases/use-case/useCase/humble-lamppost-integrated-multifunctional-smart-lamppost.html>

31 https://cdn0.scrvt.com/fokus/774af17bdc0a18cd/69f7a401c168/UDR_Studie_062018.pdf

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: London³², Wien³³, e-estonia,³⁴ Hamburg³⁵

Datenbasiertes Luftqualitätsmanagement

Mit kostengünstigen, über die Stadt verteilten Sensoren, können Städte die Konzentration der wichtigsten Schadstoffe in der Luft messen. Intelligente Algorithmen nutzen diese Daten, um aus vielen punktuellen Messwerten in Verbindung mit weiteren Quellen (aktuellen Wetter-, Satelliten- und Verkehrsdaten) ein flächendeckendes und hochauflösendes Bild der Luftqualität zu berechnen – auch an Orten, an denen keine Sensoren installiert sind. Dies versetzt Städte in die Lage, ihre Luftqualität zielgenau zu managen und Maßnahmen – beispielsweise bei der Verkehrsberuhigung, Baustellenlogistik oder dem Feuerstellenbetrieb – punktgenau zu konzentrieren. Langzeitbetrachtungen helfen zudem dabei, effiziente Strategien und Regulierungen zu erarbeiten, die in die längerfristige Stadt- und Verkehrsplanung überführt werden können.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: München³⁶, Zürich³⁷, Barcelona³⁸

Smart Waste Management

Öffentliche Abfallcontainer mit Füllstandssensoren ermöglichen einen effizienten Einsatz von Müllfahrzeugen, sorgen für Ordnung im öffentlichen Raum und helfen dabei das Klima zu schützen. In vielen Städten werden Groß-Abfallcontainer (auch: Depotcontainer) für die Sammlung von Altglas und Altpapier eingesetzt. Die Leerung der Container folgt meist einem definierten Rhythmus (z. B. alle 4 Wochen). Mit Smart Waste Management Technologien können die Container nach Bedarf entleert werden. So kann einerseits verhindert werden, dass relativ leere Container geleert werden und es zu Fahrzeugeinsätze mit nicht wirtschaftlichen Fahrzeugauslastungen kommt. So werden auch unnötige CO₂-Emissionen vermieden. Andererseits wird relativ frühzeitig erkannt, wenn sich der Füllstand einem definierten kritischen Maß nähert. Heute ist es ein relativ großes Stadtbild- und Umweltproblem, dass Müll neben vollen Cont-

32 <https://data.london.gov.uk/>

33 <https://smartdata.wien/>

34 <https://e-estonia.com/>

35 <http://www.urbandataplatform.hamburg/was-ist-die-urban-data-platform-hamburg/>

36 <https://www.munich-startup.de/50447/messnetzwerk-fur-luftqualitat-hawa-dawa/>

37 http://opensense.epfl.ch/wiki/index.php/OpenSense_2.html

38 <https://barcelona.citi-sense.eu/default.aspx>

ainern abgelegt wird. Zu Spitzenzeiten, wie z. B. zur Weihnachtszeit, vermüllen vielerorts die Containerstandorte. Dank des Einsatzes von Vernetzungstechnologien und dynamischen Methoden der Routenplanung können diese Probleme bald der Vergangenheit angehören.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Region Twente³⁹, Helsinki⁴⁰, Bochum⁴¹

Naturbasierte Lösungen für Klimaanpassung in Städten

Naturbasierte Lösungen, die grüne und blaue städtische Gebiete fördern, haben ein erhebliches Potenzial, die Anfälligkeit für extreme Wetterphänomene zu verringern und die Resilienz von Städten zu verbessern. Als proaktive Anpassungsmöglichkeiten für Kommunen können sie dazu beitragen, die Veränderungen durch den Klimawandel zu verringern. Zu naturbasierten Lösungen gehören u. a. die Begrünung von Fassaden und Dächern, grüne Korridore, Mooswände, Infiltrations- und Rückhaltebecken für Regen, durchlässige Straßenbeläge oder die Restaurierung und Renaturierung von Flüssen und Bächen. Naturbasierte Lösungen adressieren mehrere kommunale Herausforderungen gleichzeitig und eignen sich somit als kostengünstige Ergänzungen zur konventionellen Planung und Entwicklung von öffentlichem Raum oder gebauter Stadt.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Tampere⁴², Genua⁴³, Porto⁴⁴

39 <https://www.ad.nl/utrecht/sensoren-waarschuwen-als-ondergrondse-afvalcontainer-vol-zit~a7b7867c/?referer=https://www.google.com/>

40 <http://smartnclean.helsinkibusinesshub.fi/projects/onecollect>

41 <https://www.usb-bochum.de/orange-4-0-sensor-spuert-den-fuellstand-an-containern/>

42 <https://unalab.eu/taxonomy/term/467>

43 <https://unalab.eu/taxonomy/term/478>

44 <https://urbinat.eu/cities/porto/>

Semizentrales/dezentrales integriertes Wasser- und Abwassermanagement

Seit mehr als 100 Jahren werden in den Industrieländern Fäkalien mit Trinkwasser aus den Wohngebieten über lange Strecken zu einer zentralen Kläranlage gespült. Bau und Instandhaltung der Kanalisationsnetze verschlingen hohe Kosten, welche die Kommunen – und letztlich die Bürger – tragen müssen. Zudem ist sauberes Wasser ein knappes Gut – zu wertvoll, um als Transportmedium missbraucht zu werden.

Vakuumsanitärsysteme wie in Flugzeug, Schiff und Bahn sind auch für Haushaltswasser verfügbar. Diese Systeme und die Nutzung von Regenwasser und Brauchwasser senken den Trinkwasserverbrauch und die Kosten drastisch. Das semizentrale Konzept ermöglicht zudem, die Leitungsquerschnitte der Abwasserkanäle und deren Einbautiefe zu verringern. Bauwerke der Abwasserbehandlung müssen nur noch auf der Grundlage von Schmutzwassermengen ausgelegt werden. Auch dies senkt die Kosten, ebenso die Einsparung von Zentralkläranlagen und Regenrückhaltebecken. Ein integriertes, semizentrales Wasser- und Abwassermanagement vermag es zudem, Stoffkreisläufe zu schließen, indem die Inhaltsstoffe des Abwassers zu Wertstoffen umgewandelt werden: Kohlestoffverbindungen zu Methan, Stickstoffverbindungen zu Ammoniumdünger und Phosphorverbindungen zu einem Phosphatdünger. Dies konnte in einigen Demonstrationsvorhaben gezeigt werden.⁴⁵ Eine Verbreitung dieser Konzepte, an denen in den letzten 20 Jahren viel geforscht wurde, gab es bisher nur vereinzelt. Ein Grund dafür ist die Langlebigkeit der Wasserinfrastrukturen, aber auch der Mangel an Anreizen für kreislauforientierte Systeme.

Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung: Knittlingen⁴⁶, Lünen⁴⁷, Qingdao⁴⁸

⁴⁵ Bieker, Susanne (2015): Vier gewinnt im Kreislauf - Der semizentrale Infrastrukturansatz; In: Politische Ökologie 142, StadtLust - Die Quellen urbaner Lebensqualität; oekom e.V. - Verein für ökologische Kommunikation (Hrsg.), S.67-72; Tolksdorf, J.; Bieker, S.; Lu, D.; Cornel, P. (2015) Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für urbane Räume – erstmalige Realisierung in Qingdao, China, gwf – Wasser|Abwasser, Ausgabe 12/2015, S. 1254-1262; Marius Mohr u. Walter Trösch, Milestones in Water Reuse. The best success stories, in: Valentina Lazarova (Hg.), Milestones in water reuse. The best success stories, London, New York 2013; Ursula Schließmann u. a., Dezentrale regenerative Wasserver- und -entsorgungssysteme für Stadtquartiere, in: Klaus Sedlbauer (Hg.), Innovationen für die Baubranche. Beispiele aus Forschung und Entwicklung, Stuttgart 2012.

⁴⁶ https://www.igb.fraunhofer.de/content/dam/igb/de/documents/Brosch%C3%BCren/DEUS21_Regeneratives_Wassermanagement.pdf

⁴⁷ <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2018/presseinfo-06-2018-nachhaltige-urbane-wasserinfrastrukturen.html>

⁴⁸ <http://www.semizentral.de/projekte/projekte-china/implementierung-semizentral-qingdao/>

Blau-Grüne Infrastrukturen

Bei der Sammlung und Ableitung von Regenwasser haben sich dagegen in den letzten 10-20 Jahren mehr und mehr dezentrale Ansätze durchgesetzt. Dies wurde getrieben von der Notwendigkeit, das Regenwasser aus den Mischkanälen herauszuhalten, um ein Überlaufen bei starken Regenereignissen zu vermeiden. Der zunehmenden Flächenversiegelung werden mehr und mehr blaue ((temporäre) Wasserflächen im Siedlungsraum) und grüne (z. B. Gründächer und Fassaden, gezielte Bepflanzungen) Infrastrukturlösungen entgegengesetzt, bei denen naturnahe Flächen so gestaltet werden, dass Regenwasser zurückgehalten wird und versickert bzw. verdunstet. Dies entlastet die Kläranlagen und spart damit Energie, verringert die Gefahr von Überflutungen und kühlt bei Hitze auch die Umgebungsluft ab.

Nexus Wasser – Energie

Die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung tragen zu einem erheblichen Teil zum kommunalen Gesamtenergiebedarf bei. Gleichzeitig bieten sowohl der Bereich der Wasserversorgung als auch der Bereich der Abwasserentsorgung ein erhebliches Energieeinsparungs- und -rückgewinnungspotential.

Energieeinsparungen bei der Wasserversorgung können bspw. im Rahmen eines Smart-Water-Grids durch Optimierung von Wasserstand und -druck im Wasserverteilungsnetz sowie durch den Einsatz von energieeffizienten Pumpen erreicht werden. Durch Ausnutzen von Höhendifferenzen im Verteilungsnetz kann möglicherweise ein Teil der enthaltenen potentiellen Energie gewonnen werden. Im Bereich der Abwasserbehandlung bieten neben dem Einsatz von energieeffizienten Pumpen und Behandlungsanlagen die Anaerobtechnik (Umwandlung von organischen Stoffen zu Biogas) und Wärmerückgewinnung aus Abwasser große Energierückgewinnungsmöglichkeiten. Hierdurch ergeben sich direkte Effekte auf die Energiewirtschaft einer Stadt, die in ökonomischen und ökologischen Vorteilen resultieren (geringerer Energieverbrauch, Energieerzeugung).

NEUE PLANUNGSINSTRUMENTE

Smart Monitoring und Bilanzierung der Energiewende

Klimaschutz und der Ausbau von Erneuerbaren Energien stehen für viele Kommunen hoch auf der Agenda. Insbesondere für kleine und mittelgroße Kommunen bietet sich oft die Chance, durch gezielte Maßnahmen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen lokalem Energiebedarf und erneuerbaren Energiepotentialen herzustellen. Ambitionierte Klimaschutzziele erfordern durch ihre Langfristigkeit ein integriertes interdisziplinäres Vorgehen und einen hohen Zielkonsens bei allen Akteuren. Zur Bewertung und Nachverfolgung von Etappenzielen auf dem Weg der Energiewende ist es erforderlich, einerseits ein verlässliches Monitoringsystem zu etablieren um Erreichtes auf Expertenebene abbilden und quantifizieren zu können. Da ein breiter gesellschaftlicher Konsens für die Umsetzung der Maßnahmen unerlässlich ist, ist andererseits auch eine allgemeinverständliche Darstellung und Kommunikation mit der Öffentlichkeit und energietechnischen Laien notwendig. Webbasierte GIS-Systeme können diese Anforderungen sowohl auf der fachlichen als auch auf der kommunikativen Ebene bedienen.

Auf Städte und Gemeinden zugeschnittene GIS-Systeme bieten im Kontext der Energiewende zahlreiche neue Anwendungsfelder. Da Pläne weniger abstrakt sind als Diagramme und Tabellen, können Laien die Inhalte in der Regel leichter erfassen. Da nicht nur Planer und Geographen mit dem Lesen und Interpretieren von Karten vertraut sind, bietet GIS eine interdisziplinäre Arbeitsplattform. Der Ausbau von erneuerbaren Energien hat ebenso wie die Energieverbrauchsstrukturen einen starken räumlichen Bezug.

In Kooperation mit der Firma INTEND Geoinformatik hat das Fraunhofer IEE ein Monitoring- und Bilanzierungswerkzeug für Städte- und Kommunen entwickelt, welches sowohl die Abbildung von Ergebnissen über einen WebMap-Service als auch Datenauswertungen und –eingaben ermöglicht. Über den zentralen Prozessor werden vorhandene Datensätze zu einer standardisierten Kommunalbilanz zusammengefasst. Fehlende Daten werden aus open-access-Quellen und statistischen Modellen ergänzt.

Durch die Struktur als WebMap-Service eignet sich die Anwendung insbesondere auch für kleine und mittelgroße Städte und Kommunen ohne eigene GIS-Infrastruktur. Als weitergehende Module können Entwicklungsszenarien und Optimierungsmodelle auf den bestehenden Daten-

sätzen aufgebaut werden. Ein standardisiertes Monitoring und eine hohe Interoperabilität von Modellen und städtischen Daten ermöglicht es auch kleineren Kommunen, ihre Potentiale zu erschließen und die lokale Energiewende erfolgreich umzusetzen.

Unterstützung von Investitionsentscheidungen zur Transformation von Energieversorgungssystemen

Das ursprünglich im vom BMWi geförderten Projekt »Transformationspfade im Wärmesektor«⁴⁹ entwickelte Tool »investSCOPE« unterstützt Investitionsentscheidungen zur Transformation von Energieversorgungsstrukturen, bspw. mit dem Ziel der Dekarbonisierung. Mögliche Transformationspfade der Energieversorgungssysteme werden anhand von betriebswirtschaftlich relevanten Kenngrößen optimiert, d. h. Kosten werden minimiert und optimale Investitionszeitpunkte bestimmt. Über eine integrierte Einsatzoptimierung (microSCOPE) wird die Deckung der Energiebedarfe sowohl des Zieljahres als auch während des Transformationsprozesses sichergestellt. Bisher liegt der Fokus der Optimierung auf dem Umbau der Erzeugerstruktur von Wärmenetzen. Das Tool kann ebenso für die Bewertung von Stromversorgungsportfolios bzw. sektorengekoppelte Betrachtungen genutzt werden.

⁴⁹ <https://www.iee.fraunhofer.de/de/projekte/suche/laufende/transformationspfade-im-waermesektor.html>

Autoren und Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer
Geschäftsführender Institutsleiter Fraunhofer IAO,
Technologiebeauftragter des Landes Baden-Württemberg

Dr.-Ing. Alanus von Radecki
Leiter Team Urban Governance Innovation Fraunhofer IAO, Direktor Morgenstadt Initiative

Dr. Eva Ottendörfer
Forschungskoordination Morgenstadt Initiative

Co-Autoren und Mitwirkende

Dr.-Ing. Nikolay Tcholtchev, Philipp Laemmel; Fraunhofer FOKUS
Steffen Braun, Willi Wendt; Fraunhofer IAO
Dr. Gunnar Grün, Dr. Harald Will; Fraunhofer IBP
Dr. Christina Sager-Klauss, Dr.-Ing. Stefan Bofinger; Fraunhofer IEE
Dr. Marius Mohr; Fraunhofer IGB
Dr. Christoph Vornholt, David Rüdiger; Fraunhofer IML
Urban Kaiser; Fraunhofer IMW
Gerhardt Stryi-Hipp; Fraunhofer ISE
Dr.-Ing. Felix Tettenborn, Dr.-Ing. Susanne Bieker; Fraunhofer ISI
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite, Annika Henze-Sakowsky; Fraunhofer IOSB-INA
Dr. Steffen Hess, Gerald Swarat; Fraunhofer IESE
Thilo Zelt (Roland Berger), Ulf Narloch (Roland Berger); Stadt.Land.Digital
Michael Materne; T-Systems
Dr. Iris Belle; Drees&Sommer

Hintergrund

Dieses Positionspapier basiert auf zahlreichen Projekterfahrungen, Studien und Analysen, welche im Rahmen der Fraunhofer **Morgenstadt Initiative** im Zeitraum 2012 – 2020 gesammelt und angefertigt wurden.

Die Morgenstadt-Initiative wurde 2011 durch einen Verbund von 10 Fraunhofer-Instituten unter Leitung des Fraunhofer IAO initiiert. Seither haben 35 Städte, 42 Unternehmen und 13 Fraunhofer-Institute gemeinsam Ideen entwickelt, Lösungen erprobt und neue Projekte auf den Weg gebracht. Das Gesamtvolumen der durch Morgenstadt initiierten Projekte beläuft sich auf 500+ Millionen Euro – und weit über 100 Städte weltweit arbeiten derzeit an Projekten und Lösungen, die aus der Morgenstadt-Initiative hervorgegangen sind. Während die erste Phase (2012 – 2013) ganz im Zeichen der Analyse stand und mit dem **Morgenstadt Framework** ein neuartiges Analyse- und Transformationsmodell für die Stadt der Zukunft entstand, wurden ab 2014 die ersten gemeinsamen Pilotprojekte initiiert und intelligente, saubere und vernetzte Technologien in Partnerstädten in Europa pilotiert. Dabei wurde z. B. auch das Morgenstadt Framework in den ersten **City Labs** in Prag, Lissabon, Chemnitz und Tiflis erprobt und verfeinert. Seit 2017 widmet sich die Morgenstadt verstärkt **systemischen Marktfragen**. In diesem Kontext hat die Fraunhofer-Gesellschaft bereits erste Spin-off Unternehmen wie die BABLE UG initiiert. Außerdem wurde mit der »Urban Development Initiative« (UDI) in Eindhoven, eine erste regionale Innovationspartnerschaft geschaffen.

