



# Smarte Städte und Regionen: Transformation gestalten



Mission Statement	04
Executive Summary	05
Einleitung	06
Smart-City-Domänen	06
Relevanz des Themas	10
Umwelt	12
Energie	14
Projektbeispiele	20
Im Spotlight: klimakommune.digital	20
Umwelt	22
Studiendesign	24
Methodik	24
Stichprobe	24
Indikatoren	25
Ergebnisse	26
Leistungsfähigkeit	26
Veränderungsbereitschaft	26
Resümee	27
Fazit: Was kommunale Entscheidungsträger:innen tun können	28
Über die Zusammenarbeit	31
Fußnoten	32
Ihre Ansprechpartner	34

# Mission Statement

Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA haben ein gemeinsames Modell zur Erfassung kommunaler Handlungsspielräume entwickelt, welche der Gestaltung einer Smart City und Smart Region zugrundeliegen. Das Kommunale Typologiemodell Smart City (KTMSC) kann von kommunalen Entscheidungsträger:innen zur Erhebung der individuellen Ausgangslage vor Ort unter Heranziehung der beiden Dimensionen „Leistungsfähigkeit“ und „Veränderungsbereitschaft“ angewandt werden. Das Modell liefert wertvolle Erkenntnisse bei Strategieentwicklung und Projektumsetzung im Smart-City-Umfeld sowie bei der Überprüfung aktueller und zukünftiger Maßnahmen. Mit der vierten Ausgabe der

Studienreihe „Smarte Städte und Regionen“ wird nun die Smart-City-Domäne „Umwelt und Energie“ betrachtet. Globale Entwicklungen und nationale Anwendungsfälle weisen auf die aktuellen Trends in diesem Bereich hin. Die Einordnung bundesdeutscher Kommunen in das KTMSC zeigt verschiedene Umsetzungswege auf. Auf Basis einer empirischen Datenerhebung und Typologisierung leiten Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA Handlungsempfehlungen für kommunale Entscheidungsträger:innen ab, um eine differenzierte Betrachtung der Domäne „Umwelt und Energie“ unter Smart-City-Perspektive auf kommunaler Ebene weiter voranzutreiben.



# Executive Summary

1. Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA untersuchen in einer gemeinsam durchgeführten Studienreihe die Positionierung bundesdeutscher Kommunen und ihr Potenzial zur Umsetzung von Smart-City-Initiativen. Die vorliegende Studienausgabe richtet sich an kommunale Entscheidungsträger:innen und Enthusiast:innen, die ihre Kommune auf dem Weg zu einer Smart City vorantreiben möchten.
2. Die vorliegende Ausgabe umfasst die Domäne „Energie und Umwelt“ im urbanen Raum aus strategisch-konzeptioneller Sicht. Bei einer zielgerichteten Betrachtung können innovative und digitale Lösungen Mehrwerte in diesem Handlungsfeld erzielen und vor allem auf den kommunalen Umwelt- und Klimaschutz einwirken. Mit der Studie möchten Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA die strategische Bedeutung dieser Domäne unter einer Smart-City-Perspektive aufzeigen und wichtige Trends und Herausforderungen hervorheben, die auf dem Weg zu smarten Städten und Regionen Beachtung finden sollten. Darüber hinaus werden mehrwertstiftende Beispiele aus der Praxis aufgeführt, die kommunalen Entscheidungsträger:innen eine erste Orientierung geben können.
3. Kommunen spielen eine wichtige Rolle bei der Reduktion von Treibhausgasen über alle Sektoren hinweg, auch wenn ein Großteil des bundesdeutschen Energiemix bis dato auf herkömmlichen Energiequellen basiert. Unabhängige Energie- und Versorgungsnetze können Kommunen in ihrer kommunalen Daseinsvorsorge autarker positionieren und Marktabhängigkeiten in der Preisentwicklung reduzieren. Das Potenzial zum Einwirken auf kommunale und nationale Klimaschutzziele ist immens. Kommunalen Entscheidungsträger:innen kommt bei der Transformation zu nachhaltigeren und lebenswerten Städten eine wichtige Rolle zu.
4. Die vorliegende Studie greift auf das von Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA gemeinsam entwickelte Kommunale Typologiemodell Smart City (KTMSC) zurück und stellt für die Domäne „Umwelt und Energie“ ein beispielhaftes Set an Indikatoren auf, welches anhand einer Stichprobe deutscher Kommunen unterschiedlicher Größenklassen verprobt wird. Das Modell erhebt die individuelle Ausgangslage vor Ort unter Berücksichtigung der Dimensionen „Leistungsfähigkeit“ und „Veränderungsbereitschaft“.
5. Die empirisch untersuchten Kommunen unternehmen unabhängig von ihrer Größe bereits vielerlei Bestrebungen in Bezug auf die Domäne „Umwelt und Energie“. Insbesondere geografische Faktoren beeinflussen die verschiedenen Indikatoren im Einzelnen jedoch erheblich und führen zu divergierenden Ergebnissen.
6. Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA sprechen – entlang der Domäne „Umwelt und Energie“, deren Indikatoren sich in dem Typologiemodell ergeben – Handlungsempfehlungen für kommunale Entscheidungsträger:innen aus. Diese können als erste Orientierung für die Ausrichtung des eigenen Innovations- und Investitionsgeschehens herangezogen werden. Außerdem können sie Hilfestellung bei Formulierung und Überprüfung städtischer Smart-City-Strategien geben. Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA bieten die individuelle Indikatorenerhebung vor Ort als Beratungsleistung an, um kommunalen Entscheidungsträger:innen Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Transformation zu smarten Städten und Regionen aufzuzeigen.

# Einleitung

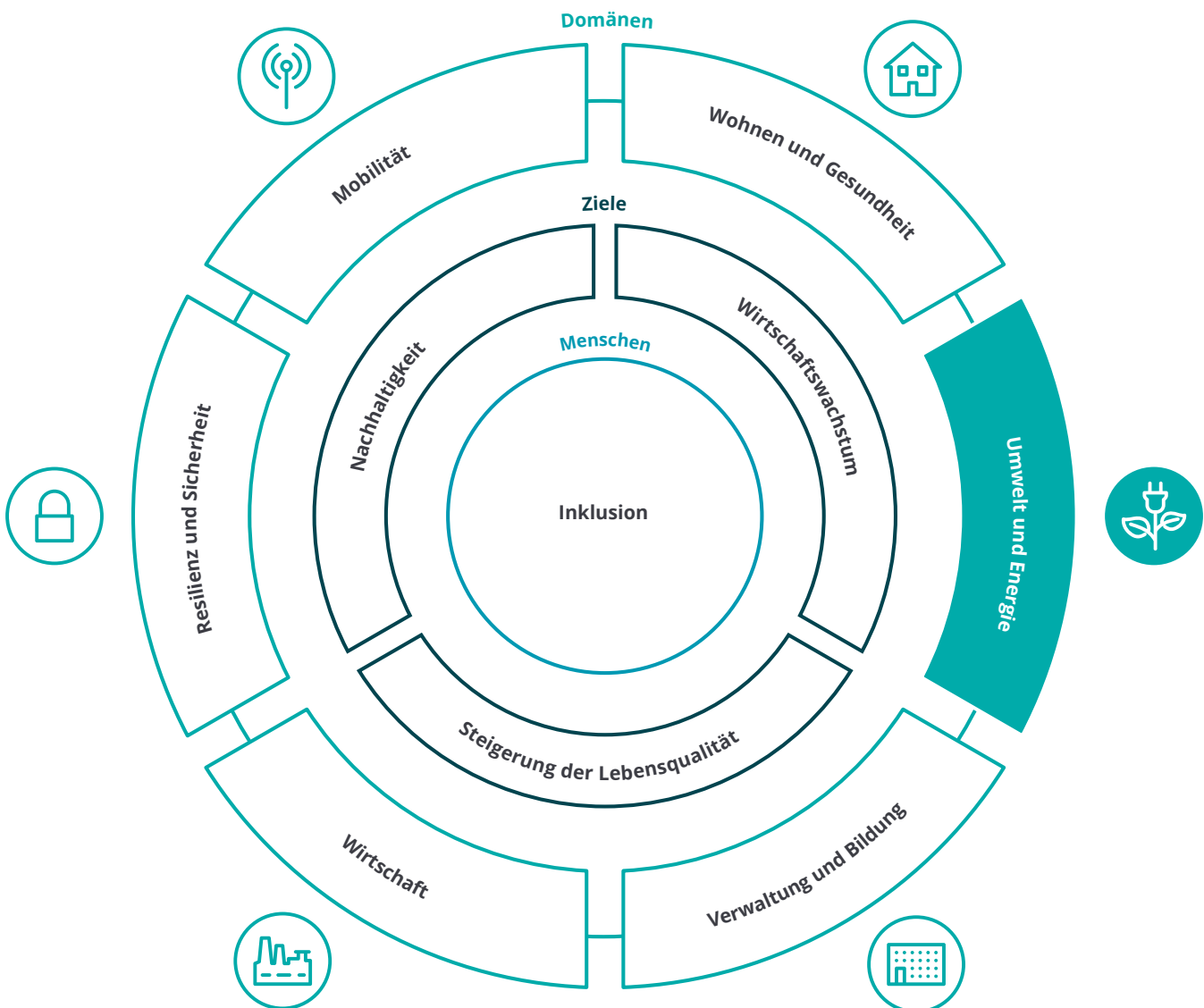
## Smart-City-Domänen

Innerhalb der Smart-City-Domäne sind die Themen Umwelt und Energie eng miteinander verzahnt. Sie stehen mit allen Domänen in einer starken Wechselwirkung. Die Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und entsprechenden Äquivalenten sowie Maßnahmen zur Dekarbonisierung gelten als übergeordnetes Ziel in vielen Smart-City-Strategien. Sofern Maßnahmen explizit darauf ausgerichtet sind, können sie einen direkten Beitrag zum Ressourcen- und Umweltschutz leisten.<sup>1</sup> Die gesetzten Ziele reichen von der CO<sub>2</sub>-neutralen Versorgung kommunaler Gebäude und Liegenschaften über nachhaltige Quartiere bis hin zu ganzen Städten. Insbesondere Handlungsmöglichkeiten im Energiebereich (z.B. Sanierungen) können einen Einfluss auf die Umwelt haben und zu verbesserter Energieeffizienz und sinkenden Energiekosten beitragen. So kann gleichzeitig das Klima geschützt und auf Nachhaltigkeitsziele hingewirkt werden.



Die Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und -Äquivalenten sowie Dekarbonisierungsmaßnahmen gelten in vielen Smart-City-Strategien als übergeordnetes Ziel.

Abb. 1 – Rahmenmodell der Smart-City-Domänen







### Sustainable Development Goals: globale Ziele kommunal gedacht

17 Ziele einen die Weltgemeinschaft in der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals SDGs), die im Jahr 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedet wurde. Anders als die vorhergehenden Millennium Development Goals (MDGs) schließen die SDGs nicht nur Entwicklungs- und Schwellenländer, sondern auch Industrieländer mit ein. Die SDGs bilden den umfassenden Rahmen globaler Nachhaltigkeitsbestrebungen in ihren drei Dimensionen – Ökologie, Ökonomie und Soziales. Entsprechend ist die Agenda in nachgelagerten Strategien reflektiert: So fußen die politischen Leitlinien der EU auf den SDGs<sup>2</sup> – im Hinblick auf Umwelt und Energie allen voran der European Green Deal – und die Ziele sind Grundlage der Nachhaltigkeitspolitik Deutschlands.<sup>3</sup>

Die kommunale Ebene als unser alltäglicher lokaler Lebensraum spielt eine zentrale Rolle für die Umsetzung der SDGs.<sup>4</sup> Die Titel gleich mehrerer Ziele zeugen von unmittelbarer Relevanz für die Themen Umwelt und Energie im Kontext smarter Kommunen: Ziel 7 zu bezahlbarer und umweltfreundlicher Energie; Ziel 11 mit Fokus auf nachhaltige Städte und Kommunen sowie die Ziele 13, 14 und 15 zu Klimaschutz, Leben unter Wasser sowie an Land. Auf den zweiten Blick rückt die Relevanz weiterer Ziele in den Fokus und verweist auf die enge Verwobenheit der in den SDGs identifizierten Herausforderungen und Ziele. So beschäftigt sich beispielsweise Ziel 12 zu nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern

u.a. mit der effizienten Nutzung natürlicher Ressourcen und Ziel 6 zur Verfügbarkeit und nachhaltigen Bewirtschaftung von Wasser und sanitären Einrichtungen u.a. mit dem Schutz wasserbezogener Ökosysteme.

Gemeinsam mit weiteren Partnern präsentieren die kommunalen Spitzenverbände einen Ansatz, die internationalen Ziele handhabbar für deutsche Kommunen zu machen.<sup>5</sup> Fast drei Viertel der Unter- und Teilziele der SDGs stuft das Konsortium dabei als problem- und lösungsrelevant für die kommunale Ebene ein. Für diese wurde ein Katalog mit knapp 120 Indikatoren als Baukasten für ein kommunales SDG-Monitoring entwickelt. Nicht alle liegen jedoch mit der notwendigen Datenverfügbarkeit vor. Ähnlich steht es um die Datenverfügbarkeit auf internationaler Ebene, welche ein vollständiges Bild des Ist-Stands auf dem Weg zur Erreichung der SDGs erschwert.

Knapp 70 der Indikatoren bieten auf [www.sdg-portal.de](http://www.sdg-portal.de) Kommunen mit mehr als 5.000 Einwohner:innen Ansatzpunkte zur Ermittlung des eigenen Status quo und zur Identifikation von Handlungsbedarfen sowie Anregungen aus kommunalen Praxisbeispielen. Vor dem Hintergrund globaler Krisen und Herausforderungen – Covid-19, Ukraine-Krieg, Klimanotstand – sind die SDGs nichts weniger als „Ein Fahrplan zum Überleben“.<sup>6</sup>

Den Kommunen und Landkreisen kommt hier eine tragende Rolle zu.<sup>7</sup> Der Umstieg auf erneuerbare Energien bei der Strom- und Wärmeversorgung sowie energetisches Modernisieren bieten enormes Einsparpotenzial. Handlungsspielräume können von Einzelmaßnahmen (z.B. Heizungs- und Lüftungsanlagen) bis hin zu energetischer Komplettsanierung reichen. Zur Umsetzung gibt es eine Reihe staatlicher Förderungen und gezielter Beratungen.<sup>8</sup>

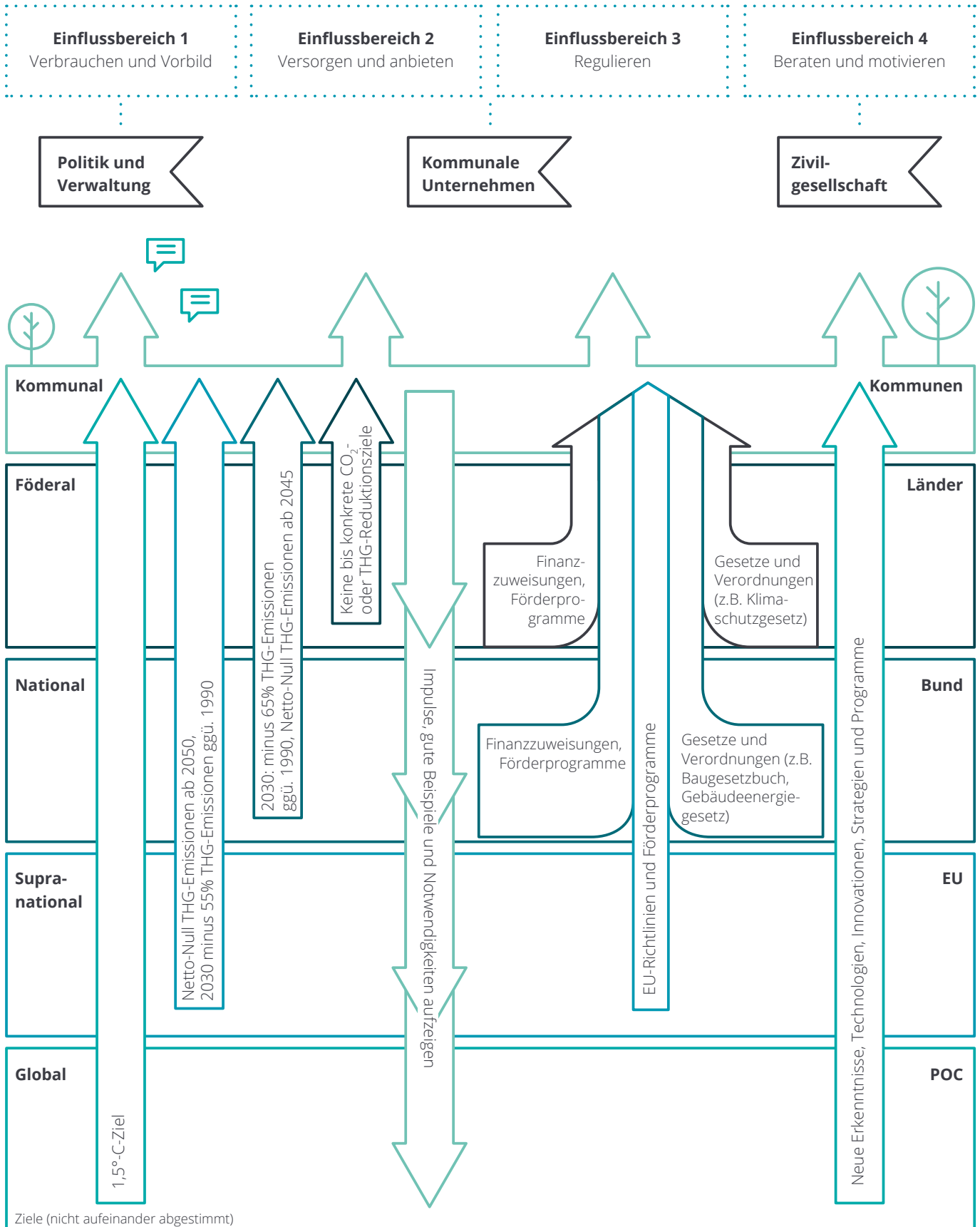
Smarte Konzepte und technische, innovative Lösungen können maßgeblich zum Umwelt- und Ressourcenschutz beitragen. Hier sollten Digitalisierung und Umweltschutz zusammengedacht werden. Die Themen bedingen sich gegenseitig und versprechen, negative Umwelteinflüsse (z.B. der Energieversorgung) im urbanen Raum zu verringern.<sup>9</sup> Es ist allerdings auch absehbar, dass smarte Lösungen selbst bei (kommunen)übergreifendem Einsatz nicht ausreichen werden, um zentrale klima- und umweltpolitische Ziele zu erreichen. Ansätze müssen also kombiniert werden mit weiteren Anreizmechanismen und Einsparmaßnahmen: Das Verständnis von smarten Städten und Regionen ist auf das Zusammenspiel digitaler und analoger Lösungen angewiesen. Die Bündelung analoger und technischer Maßnahmen erfordert weitreichende Anstrengungen aller beteiligten Akteur:innen (Veränderungsbereitschaft) sowie die Bereithaltung notwendiger personeller Expertise und finanzieller Ressourcen (Leistungsfähigkeit).

# Relevanz des Themas



Klimawandel und nachhaltige Energiegewinnung dominieren die politische Agenda, was Städte dazu drängt, auf eine klügere Nutzung von Ressourcen zu bauen. Die Ressourcenaufwendung kann durch den Einsatz von Sensoren und Aktoren aktiv überwacht und gesteuert werden. Bereits heute nutzen Städte diese Möglichkeiten, um die Luftqualität zu überwachen und bei Bedarf Verkehrsströme anzupassen, damit eine Entlastung der Luftverschmutzung bewirkt werden kann. Bürger:innen sollen dahingehend durchdachte Entscheidungen über die Nutzung von natürlichen Ressourcen treffen können.

Abb. 2 – Handlungsfelder im Bereich Umwelt und Energie auf politischen Ebenen<sup>10</sup>



Quelle: Umweltbundesamt 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/kommunaler-klimaschutz#Rolle>



## Umwelt

Kommunen spielen eine wichtige Rolle beim Erreichen lokaler sowie globaler Umwelt-, Klima- und Nachhaltigkeitsziele.<sup>11</sup> Innerhalb der Smart-City-Domäne Umwelt stellen die Zunahme von Extremwetterereignissen, die damit verbundenen Gesundheitsbelastungen, steigender Ressourcenverbrauch und Umweltverschmutzung die zentralen Herausforderungen für Kommunen dar.<sup>12</sup> Innovative (Smart-City-)Technologien können neue Möglichkeiten bieten, Kommunen im Umgang mit den aktuellen Herausforderungen und bei der Umsetzung der entsprechenden Ziele zu unterstützen.

Innovative (Smart-City-)Technologien können neue Möglichkeiten bieten, Kommunen im Umgang mit den aktuellen Herausforderungen und bei der Umsetzung der entsprechenden Ziele zu unterstützen.

Abb. 3 - Faktoren urbaner Umwelt



Eine Studie des Umweltbundesamtes zeigt, dass Smart-City-Projekte mit einem Umweltfokus auf kommunaler Ebene vor allem die Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie eine Steigerung der Energieeffizienz zum Ziel haben.<sup>13</sup> Allerdings sind unterschiedliche Umweltbezüge in den Smart-City-Ansätzen der Kommunen erkennbar. Während einige bundesdeutsche Kommunen Nachhaltigkeit und Umweltschutz bereits zur Leitlinie ihrer übergeordneten Smart-City-Strategie erklärt haben, ist ein Umweltbezug bei vielen Smart-City-Maßnahmen und -Initiativen noch nicht eindeutig hergestellt.

Smart-City-Lösungen werden oft als Schlüssel für die nachhaltige Stadtentwicklung verstanden. Dabei ist ihr Beitrag zum Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz in der Praxis oft noch nicht eindeutig quantifizierbar.<sup>14</sup> Sowohl die „umweltbezogenen Funktionsverbesserungen“ für Infrastrukturen als auch die negativen Folgen, welche sich aus dem Einsatz von Smart-City-Technologien ergeben können, sind laut Umweltbundesamt und dem Deutschen Institut für Urbanistik bisher nur unzureichend erforscht worden.<sup>15</sup>

Umwelteffekte von Smart-City-Lösungen können auf globaler, städtischer oder anwendungsspezifischer Ebene verzeichnet werden.<sup>16</sup> Dabei wird zwischen Haupt- und Nebeneffekten unterschieden. Haupteffekte sind die jener Ziele von Smart-City-Lösungen, die proaktiv verfolgt werden. Nebeneffekte sind indirekt und werden nur selten kritisch reflektiert. Aussagen über etwaige Nebeneffekte können oft nur durch Umweltexpert:innen getroffen werden. Somit ist eine gesamtheitliche Bewertung von Smart-City-Lösungen im Hinblick auf ihre Umwelteffekte besonders komplex.

Eine große Herausforderung für das Quantifizieren und Bewerten der Umwelteffekte von Smart-City-Lösungen ist, dass Monitoring- und Evaluationssysteme aktuell noch nicht ausreichend ausgereift sind bzw. noch nicht flächendeckend eingesetzt werden.<sup>17</sup> Auch fehlen oftmals die notwendigen Umweltdaten.<sup>18</sup> Hier besteht also noch viel Aufholbedarf. Eine fundierte wissenschaftliche Grundlage ist für Kommunen unerlässlich, um beurteilen zu können, welche Smart-City-Lösungen sowohl aus ökonomischer als auch ökologischer Perspektive lohnenswert sind. Nur auf diesem Wege können die Förderung und der Einsatz von Smart-City-Lösungen sinnvoll vorangetrieben werden.<sup>19</sup>

Auch können Smart-City-Lösungen nicht allein stehen. Damit sie erfolgreich zur Erreichung von Umwelt-, Nachhaltigkeits- und Klimazielen eingesetzt werden können, müssen sie in die städtische Gesamtentwicklung und -planung integriert werden. Nur im Zusammenspiel mit den notwendigen Infrastrukturen (beispielsweise Radinfrastrukturen oder E-Mobilität) können neue Technologien ihre volle Wirkung entfalten.

Integrierte Datenplattformen können dabei helfen, das Thema Umwelt im Rahmen der Smart City ganzheitlich zu denken. Sie interagieren mit dem Geo-Informationssystem der Stadt und den kommunalen Anwendungen. So können unterschiedliche Umweltdaten wie beispielsweise Mess- und Prognosewerte sowie Wetter- und Hochwasserwarnungen auf einer urbanen Umweltplattform zusammengeführt werden. Durch so generierte Einsichten können Kommunen konkrete Maßnahmen ableiten, evidenzbasierte Entscheidungen treffen und schließlich den urbanen Umweltschutz als Leitlinie der urbanen Smart-City-Entwicklungen etablieren.<sup>20</sup>



## Energie

Die Versorgung der Haushalte spielt für Städte und Regionen eine tragende Rolle in ihrer Versorgungspflicht. Während Städte auf globaler Ebene lediglich 2 Prozent der Landmasse unserer Erde bedecken, konzentriert sich der größte Teil der Weltbevölkerung und der Wirtschaft in diesen Ballungszentren. Somit sind Städte für den Großteil des weltweiten Energieverbrauchs

verantwortlich. Aus diesem Grund ist Nachhaltigkeit für die Stadtentwicklung heute und in Zukunft ein wichtiger Faktor. Im Wettstreit der Städte, Unternehmen, Talente und Innovationen im globalen Wettbewerb anzuziehen, sind Solar- und Windenergie zu einem Schlüsselfaktor bei der Erreichung ihrer Smart-City-Ziele und nachhaltigen Energieversorgung geworden.<sup>21</sup>

**Abb. 4 – Wie erneuerbare Energien zur Erreichung von Smart-City-Zielen beitragen<sup>22</sup>**



### Nachhaltigkeit

- Gewissenhafter Einsatz von Energie und natürlichen Ressourcen durch smarte Gebäuden mit erneuerbaren Energiequellen
- Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks durch Energiequellen ohne Emissionen
- Förderung von sauberer Luft und weniger Lärm durch den Einsatz erneuerbarer, dezentraler Energiequellen und umweltfreundlicherer Kraftstoffe



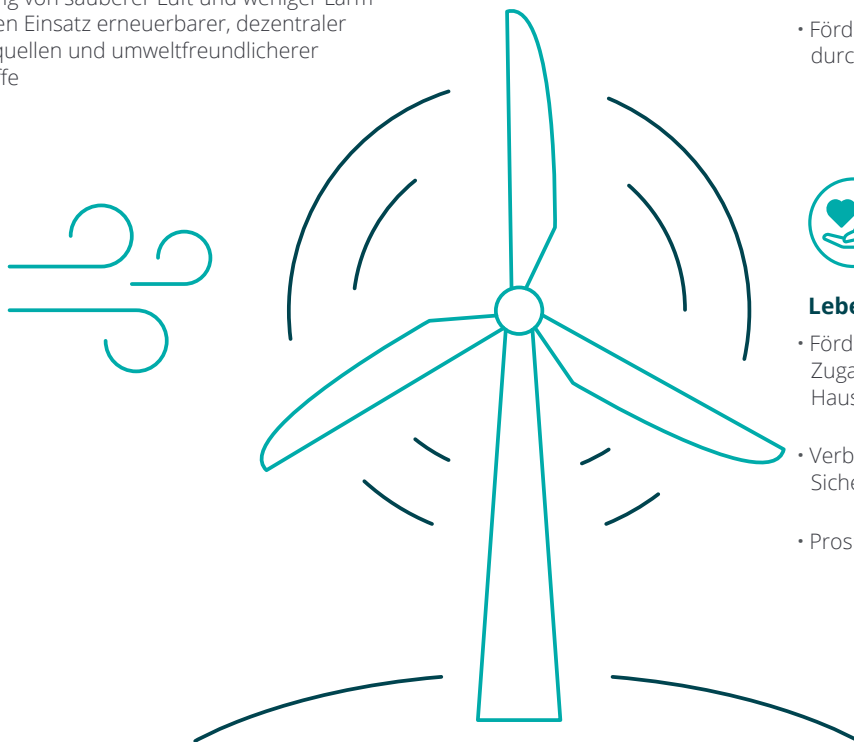
### Wirtschaftswachstum

- Förderung eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums mithilfe von bezahlbarer und zuverlässiger erneuerbarer Stromversorgung
- Locken und Binden von Unternehmen, die erneuerbare Energie nutzen und grüne Arbeitsplätze schaffen
- Förderung von Unternehmergeist und Innovation durch Gründerzentren für erneuerbare Energien



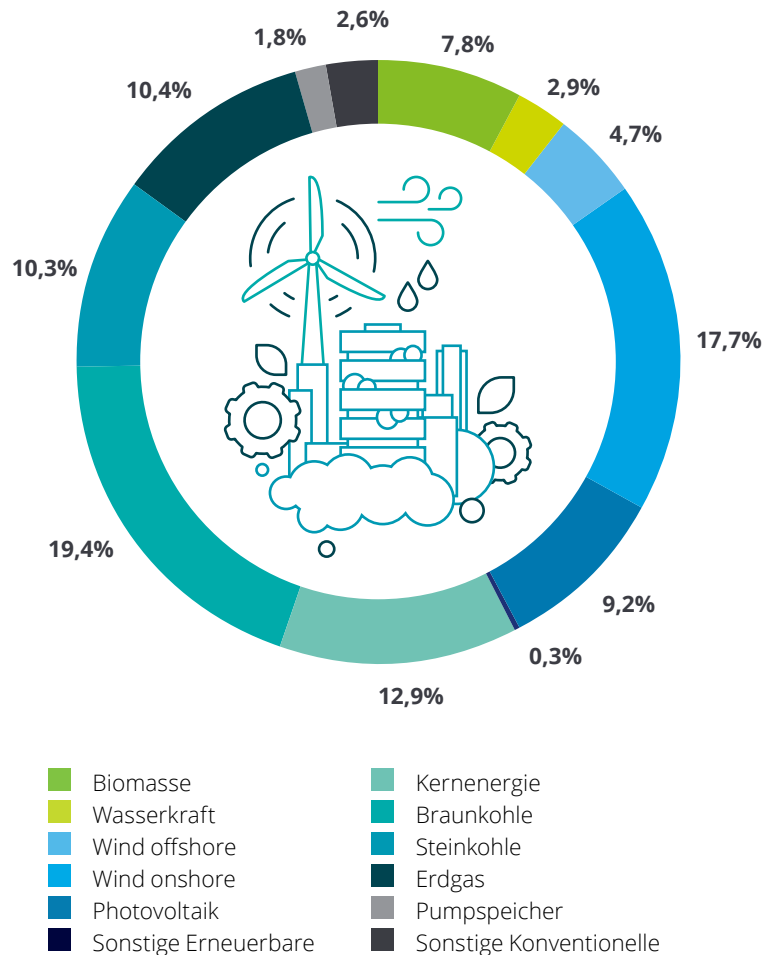
### Lebensqualität

- Förderung der Chancengleichheit durch Zugang zu erneuerbaren Energien für Haushalte mit geringem Einkommen
- Verbesserung der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit durch emissionsfreie Stadtzentren
- Prosumer-Engagement fördern



Auch in deutschen Kommunen steigen die Energiebedarfe aufgrund von Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum stetig. Umso wichtiger ist es daher, die kommunale Energieversorgung auszubauen, sodass diese als Teil der kommunalen Daseinsvorsorge nicht gefährdet ist. Viele Kommunen haben hierfür eigene Stadtwerke oder sind Mitglieder in einem Verbund eines überregionalen Versorgungsunternehmens, um dieser Vorsorgepflicht nachzukommen. Doch auch die Versorgungsunternehmen bzw. Stadtwerke stehen vor der Herausforderung, ihren Energiemix nachhaltiger zu gestalten. Aktuell setzt sich die erzeugte Energie in Deutschland noch immer zu einem großen Teil aus konventionellen Energiequellen zusammen, während erneuerbare Energiequellen im Energiemix nur langsam aufschließen. Diese Lücke in einer kurzen Dauer zu schmälern, ist die Aufgabe der nächsten Jahre. Im Jahr 2021 kamen 22,4 Prozent erneuerbare Energie aus Windkraftanlagen (on- und offshore) und stellten somit den größten Anteil der Gesamterzeugung dar, während der aus Photovoltaik erzeugte Anteil mit 9,2 Prozent zu Buche schlug (s. Abb. 5).

**Abb. 5 – Energieanteile an der Gesamterzeugung im Jahr 2021 (Deutschland)<sup>23</sup>**



Im aktuellen Energiemix werden immer noch enorme Mengen an klimaschädlichen Treibhausgasen freigesetzt und während Kommunen auch hier bestrebt sind, ihre Bilanz zu reduzieren, gestaltet sich die Umsetzung dahingehend schwieriger, da Klimaschutz keinen Teil der kommunalen Daseinsvorsorge darstellt. Unter diesen Voraussetzungen ist es Kommunen auf der einen Seite so gut wie unmöglich, an Ressourcen und Kompetenzen in diesem Bereich zu kommen, während auf der anderen Seite der politische Wille sowie eine verwaltungsseitige Zuständigkeit fehlen.<sup>24</sup>

Ein weiterer Aspekt, der im Einklang mit der kommunalen Energieerzeugung und -verteilung einhergeht, ist die Sektorkopplung, insbesondere im Bereich des Wärmemanagements. Freigesetzte Wärme als Resultat der Energieerzeugung könnte im Zusammenspiel mit erneuerbaren Wärmequellen eine nachhaltige Zukunft in Kommunen einläuten und diese mit Fördergeldern aus Bundesmitteln noch weiter beschleunigen.<sup>25</sup> Kommunen können darüber hinaus auch durch geringere

### Smart Grid

Intelligente Stromnetze (Smart Grids) kombinieren Erzeugung, Speicherung und Verbrauch. Eine zentrale Steuerung stimmt sie optimal aufeinander ab und gleicht somit Leistungsschwankungen – insbesondere durch fluktuierende erneuerbare Energien – im Netz aus. (Umweltbundesamt 2013)

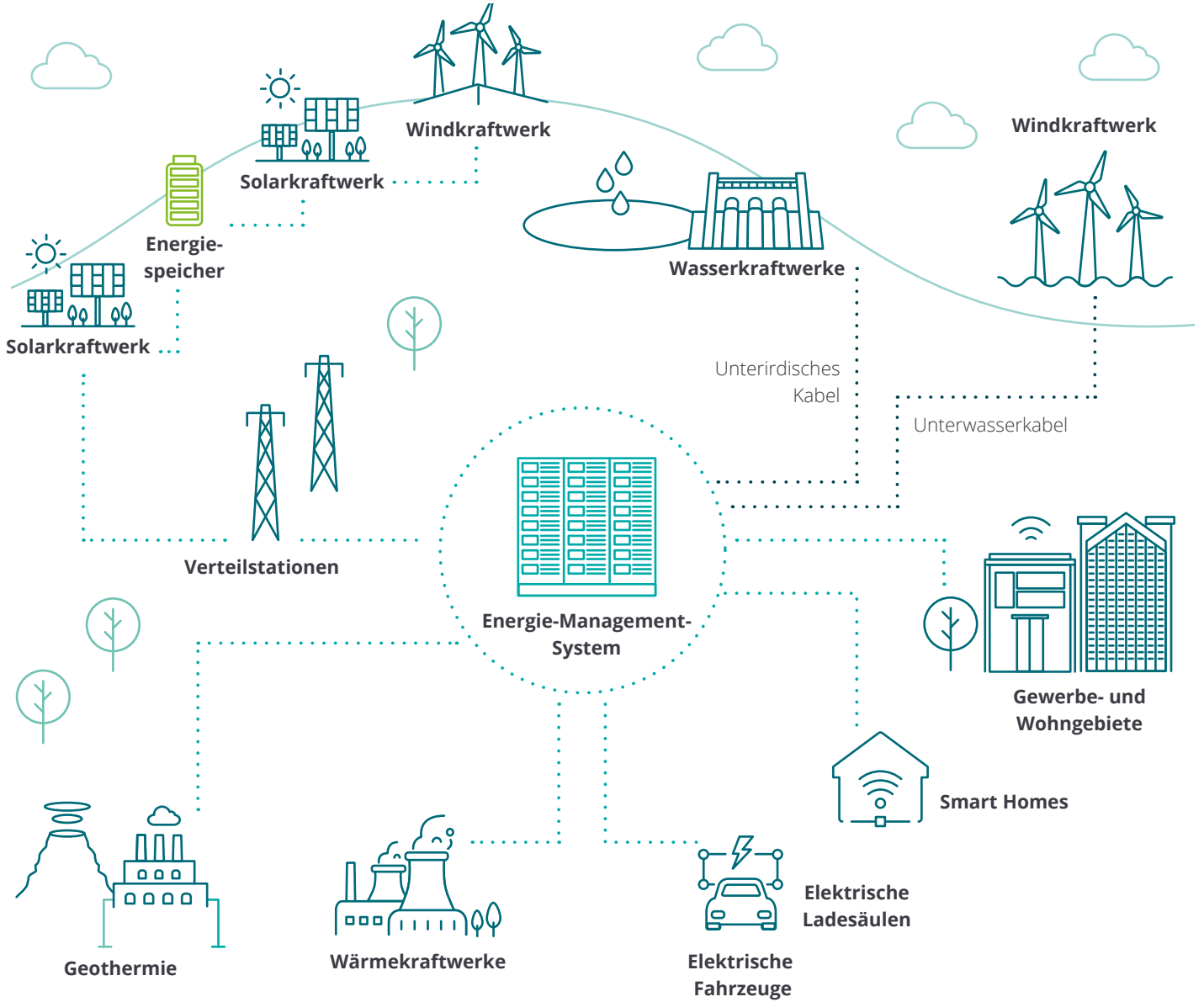
Energieverbräuche im Gesamten einen Beitrag zum Energiesparen und Umweltschutz leisten. Dies könnte mit intelligenten Versorgungssystemen ermöglicht werden, indem sich die Energieinfrastruktur von statischen Netzen hin zu dynamischen Systemen entwickelt. Hierdurch kann ein größtmögliches Maß an Effizienz und Nachhaltigkeit realisiert werden.<sup>26</sup> Dies lässt sich unter dem Sammelbegriff „Smart Grid“ subsumieren.

Smart Grids sind auf sich ändernde Rahmenbedingungen ausgelegt und können die Energiebedarfe besser steuern als herkömmliche Stromnetze. Dies liegt vor allem daran, dass erneuerbare Energien wie Wind- und Sonnenstrom nicht künstlich zu erzeugen sind oder sich bei höheren Bedarfen schwer steuern lassen.<sup>27</sup>





Abb. 6 – Smart Grids zur Realisierung von Effizienz- und Nachhaltigkeitszielen





**Tab. 1 – Herausforderungen im Bereich „Energie“**

---

Ausbau erneuerbarer Energien noch nicht weit genug vorangeschritten

---

Komplexe Geschäftsmodelle der Sektorenkopplung (z.B. Quartiersstrom, Energieausgleichskonzepte für die elektrische Energieversorgung)

---

Schwierige Umsetzung von „Energy Sharing“ aufgrund aktueller Gesetzeslage

---

Echtzeitdaten als Voraussetzung zahlreicher Geschäftsmodelle

---

Geringe Umsetzung von Smart-Meter-Technologien in Deutschland

---

Geringe Anreize für lokalen Stromhandel und gemeinsame (regionale) Stromnutzung

---

Schwierigkeiten bei der Gestaltung von (dynamischen) Netzentgelten

- Geringe Erschließung von Potenzialen im ländlichen Raum
- Komplexe Akteursstrukturen

---

Fehlende einheitliche Standards

---

Die Förderung alternativer Energieversorgungssysteme und der Regionalisierung der Energieerzeugung hätte nicht nur positive klimatische Effekte, sondern würde auch den Wettbewerbs- und Innovationsraum für neue Unternehmen schaffen. Mit dem gestiegenen Angebot an regionalen Unternehmen würden auch Verbraucher:innen eine größere Unabhängigkeit von Anbietern erfahren und so erhebliche Kostenersparnisse einfahren können. Zusätzlich könnten private Haushalte die Möglichkeit erhalten, durch das Einspeisen von selbst erzeugtem, überschüssigem Strom in das intelligente, europaweit vernetzte Stromnetz zu nachhaltigen Energieproduzenten zu werden.<sup>28</sup>

Perspektivisch kann dadurch das Energieversorgungsnetz auf neue Anforderungen ausgelegt und angepasst werden. Dies würde ebenfalls auf die Resilienzfähigkeit der kommunalen Energieversorgung einzahlen und Kommunen autonomer agieren lassen, wenn es um die Sicherheiten im Energiemarkt und bei der Verteilung durch Versorgungsnetzanbieter geht.

# Projektbeispiele

## **Im Spotlight: klimakommune.digital Ein Interview mit Dominik Noroschat, Stadt Hagen**

### **Warum ist klimakommune.digital ein spannendes Projekt aus Smart- City-Perspektive?**

Die klimakommune.digital ist gleich aus mehreren Perspektiven ein spannendes Projekt. Unter anderem ist das Thema Umwelt für die Stadt Hagen sehr wichtig. Ein Grund hierfür ist beispielsweise, dass Hagen die walddreichste Großstadt in Nordrhein-Westfalen ist. Darüber hinaus befindet sich die Innenstadt in einer Kessellage, wodurch bspw. eine erhöhte Feinstaubbelastung auftreten kann. Zudem konnten wir durch die vier Flüsse in den letzten Jahren den Klimawandel (u.a. durch die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021) in Hagen am eigenen Leib erfahren. Durch die Stadtentwicklung hin zu einer Smart City wollen wir wichtige aktuelle Themen in Hagen adressieren und Lösungen für die genannten Probleme finden. Bei der aktuellen Entwicklung einer Smart-City-Strategie werden deshalb auch die Themen Umweltschutz und Klimawandel mit aufgenommen. Es ist ein sehr umfangreiches Projekt, das die drei Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr adressiert. Besonders interessant an dem Projekt ist der offene Lösungsweg, der sowohl eine Chance als auch eine Herausforderung darstellt. Um das Projektziel zu erreichen, werden durch das Konsortium in den Sektoren unterschiedliche Maßnahmen entwickelt und implementiert. Dieser Gestaltungsspielraum macht das Projekt umso interessanter.

### **Inwieweit zählt das Projekt besonders auf die Felder Energie und Umwelt ein?**

Einerseits ist es ein Ziel des Projektes, ein CO<sub>2</sub>-Monitoring (möglichst in Echtzeit) für die Stadt Hagen hinzubekommen. Dadurch könnten Maßnahmen, die zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen, validiert werden. Aktuell ist

es bspw. der Fall, dass bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für Hagen drei Jahre alte Daten verwendet werden. Mit veralteten Daten ist es jedoch schwierig, aktuelle Maßnahmen zu bewerten, da sich oftmals die Rahmenbedingungen geändert haben. Damit zählt das Projekt groß auf das Thema Umwelt und die Maßnahmen für den Klimaschutz ein. Jetzt ist es natürlich der Fall, dass wir direkte und indirekte Emissionen haben. Im Sektor Industrie bspw. finden wir eine direkte CO<sub>2</sub>-Emission durch Prozessemissionen vor. Da dieses jedoch nicht an jeder Stelle der Fall ist, versuchen wir die indirekten Emissionen durch CO<sub>2</sub>-Äquivalente messbar zu machen. Energie ist ein großes Thema, auf welches unsere Maßnahmen ebenfalls einzahlen sollen. Denn um ein CO<sub>2</sub>-Monitoring aufzubauen, nehmen wir zunächst einmal ein Energie-Monitoring vor, um darauf aufbauend durch CO<sub>2</sub>-Äquivalente auch das CO<sub>2</sub>-Monitoring umzusetzen. Im Anschluss geht es dann neben der Erfassung darum, Maßnahmen für eine gesteigerte Energieeffizienz festzulegen.

### **Welche konkreten Ergebnisse sind zu erwarten?**

Abschließend kann ich die Frage zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht beantworten, da sich noch einiges in der Entwicklung befindet. Ich hängele mich jedoch einmal an den drei Sektoren entlang. Wir haben zum einen den Sektor Gebäude. Hier werden alle städtischen Gebäude mit fernauslesbaren Messeinrichtungen ausgestattet. Wir wollen eine der ersten Kommunen Deutschlands werden, die intelligente Messsysteme für Strom in allen öffentlichen Gebäuden installiert hat. Darüber hinaus installieren wir LoRaWAN-Sensoren für Wasser-, Wärme- und Gasverbrauch, um die Verbräuche für alle städtischen Gebäude digital erfassen zu können. Darauf aufbauend werden wir neue Maßnahmen festlegen und analysieren, wie wir

diese Datengrundlage nutzen können, um energieeffizienter zu werden. Im Sektor Verkehr bauen wir gerade eine Pilotstrecke aus, bei der wir ebenfalls den CO<sub>2</sub>-Ausstoß messen. Zum einen erfolgt dies direkt über Infrarotsensoren, aber auch indirekt, indem wir statistische Daten sowie Daten zu Geschwindigkeit, Verkehrsstärke und Art der Verkehrsteilnehmer miteinander verschneiden. Folgend können wir eine CO<sub>2</sub>-Bilanz errechnen und mithilfe der Sensoren konkrete Maßnahmen umsetzen. Denkbar sind bspw. verkehrslenkende Maßnahmen über eine intelligentere Ampelsteuerung. Wir zielen zudem immer in allen Sektoren darauf ab, die Bürgerschaft mitzunehmen, indem wir die erhobenen Daten teilen und damit für das Thema Klimaschutz/-wandel sensibilisieren. Erfolgreiche (skalierbare) Lösungen können dabei ausgeweitet werden. Beim Sektor Industrie fahren wir einen ähnlichen Ansatz. Hier setzen wir mit sechs Industriepartnern ein CO<sub>2</sub>-Monitoring in den einzelnen Betrieben um. Dadurch sollen Maßnahmen, die zum Teil bereits von den Betrieben implementiert werden, im Hinblick auf eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen messbar gemacht werden. Dieses versetzt die Unternehmen in die Lage, ihre Investitionen zielgerichtet einzusetzen. Grundsätzlich haben wir bisher die Erfahrung gemacht, dass die meisten Unternehmen bereits daran interessiert sind, energieeffizienter zu werden, nicht zuletzt aus Kostengründen (Stichwort Gasmangellage).

### **Wie können Mehrwerte der Digitalisierung für die Stadt Hagen abgeschöpft werden? Wie profitiert die Stadt Hagen von dem Projekt?**

Wir installieren eine Vielzahl an Hardwarekomponenten. Dazu zählen die Sensoren, durch welche wir den Verkehr, den Energieverbrauch sowie den CO<sub>2</sub>-Ausstoß messen können. Diese sind auch für weitere Anwendungsfälle wichtig. Dadurch

schaffen wir auf der einen Seite ein Stück Infrastruktur, was wir dann auch für weitere Anwendungen nutzen können. Auf der anderen Seite haben wir die Software. Eine Maßnahme hierbei ist es, ein Energiemanagementsystem bspw. für die Stadtgebäude anzuschaffen. Nicht zuletzt ist es außerdem ein großes Ziel des Projektes, eine Datenplattform zu implementieren, auf der zukünftig die gesamten erhobenen Daten abrufbar werden und dargestellt werden können. Zudem können diese mit bereits gesammelten Daten kombiniert werden. Die Datenplattform ist somit ein Herzstück für die Smart City von morgen, die wir in Hagen erreichen wollen.

**Wie kann die Bürgerschaft der Stadt Hagen davon profitieren? Wird diese bereits mit eingebunden?**

Die Bewohner:innen der Stadt Hagen werden insbesondere von den Maßnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen profitieren. Eine verbesserte Luftqualität durch effizienzsteigernde Maßnahmen in den Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie sind Vorteile, die das Leben in Hagen attraktiver und gesünder machen.

Wir haben die Bürgerschaft von Anfang an mit einbezogen. Im Rahmen des Projektes haben wir eine breit gestreute Online-Umfrage gestartet, durch welche wir die Bürgerschaft mitnehmen. Hierbei fragen wir die gesetzten Ziele ab. Dadurch erfahren wir von der Bürgerschaft, ob diese mit deren Zielen übereinstimmen, und geben ihnen die Chance, diese zu bewerten. Zudem ermöglicht die Umfrage, Vorschläge für weitere Maßnahmen zu machen. Im Laufe des Projektes sind weitere Aktionen zur Einbindung der Bürgerschaft geplant. Neben den Umfragen haben wir zudem ein umfangreiches Kommunikationskonzept entwickelt, durch welches wir unsere Ergebnisse regelmäßig präsentieren und den Austausch Richtung Bürgerschaft halten.

**Was kann interessierten Kommunen mit auf den Weg gegeben werden?**

Am Ende des Projektes wird es eine entsprechende Dokumentation und Aufbereitung geben, in der wir unsere Erfahrungen teilen. Unsere geschaffenen Mehrwerte sowie Erkenntnisse für die Forschung und

Entwicklung werden uns Kosten-Nutzen-Abschätzungen ermöglichen. Somit stellen wir hier schon einmal eine ganze Menge an Informationen zur Verfügung. Zudem wird auch der Prozess dokumentiert, wie wir zu unseren Ergebnissen gekommen sind. Dadurch kann dieser auf die einzelnen Kommunen übertragen werden. Natürlich nicht eins zu eins, da die Voraussetzungen und Interessenslagen von Kommune zu Kommune unterschiedlich sind.

Anderen Kommunen kann ich aus unserer Erfahrung mit auf den Weg geben, dass sie die entsprechenden Stakeholder (Bürgerschaft, Unternehmen, städtische Töchter) in dem Prozess mitnehmen müssen, weil nur in diesem Rahmen Maßnahmen umfassend umgesetzt und nach dem Projekt weitergeführt werden können. Es ist wichtig die Ziele der entsprechenden Stakeholder zu berücksichtigen. Die beste Maßnahme bringt nichts, wenn man dafür keine Akzeptanz und Partner hat. Zudem ist es aus unserer Sicht wichtig, die einzelnen Maßnahmen in eine Gesamtstrategie einzubinden. Viele Städte und Gemeinden haben bereits eine Smart-City-Strategie entwickelt. Zumindest sollte man versuchen, auf technischer Ebene das Ganze so zu denken, dass keine Datensilos entstehen. Die Daten sollten so nutzbar gemacht werden, dass man diese auch für weitere Anwendungsfälle verwenden kann.

**Zusammenfassend sind somit die drei wichtigsten Punkte: Transparenz zu schaffen, Akzeptanz zu fördern und die wichtigsten Stakeholder mitzunehmen.**

Genau! Ebenso wichtig ist ein ganzheitlicher technischer Ansatz bspw. über eine Datenplattform und offene Schnittstellen.



**Dominik Noroschat** ist Leiter der Sachgruppe Smart City bei der Stadt Hagen. Im Rahmen der Smart-City-Aktivitäten werden in Hagen der Mobilfunk- und der Breitbandausbau vorangetrieben sowie spezifische Smart-City-Projekte umgesetzt. Darüber hinaus wird derzeit eine Smart-City-Strategie entwickelt, um zukünftige Smart-City-Projekte an den individuellen Herausforderungen und Zielen der Stadt Hagen ausrichten zu können.

**Hintergrundinfos zum Projekt**

Im Projekt klimakommune.digital des Future Energy Lab der Deutschen Energie-Agentur sollen Kommunen befähigt werden, Klima- und Umweltdaten in Echtzeit zu erfassen und darauf aufbauend Gegenmaßnahmen zu entwickeln. So können Kommunen als Innovationsräume für Klimaschutz und Digitalisierung aufgebaut werden.

Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA unterstützen das Projekt in Form einer wissenschaftlichen Begleitforschung.

Weitere Infos zum Projekt unter: [www.klimakommune.digital](http://www.klimakommune.digital)

## Umwelt

### • **Umwelttracking und Challenge zu Umweltdaten, Stadt Leipzig**

Das Umwelttracking-Team der Stadt Leipzig untersucht, an welchen Orten und zu welchen Zeiten die Einwohner:innen Leipzigs schädlichen Umweltfaktoren ausgesetzt sind. Ein besonderes Augenmerk liegt darauf, wie Radfahrer:innen die Belastungen von Luftverschmutzung, Lärm und Hitze während der Sommermonate wahrnehmen und ob ihre Beobachtungen mit den Messdaten übereinstimmen. Um diese Expositionen zu analysieren, werden Sensoren an Leipziger Radfahrer:innen sowie Fußgänger:innen „montiert“, um Daten zu Feinstaub, Ozon, Stickoxiden, Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu sammeln. Diese Messdaten werden dann mit GPS-Daten auf den Smartphones der Testpersonen verknüpft.

Gleichzeitig möchte die Stadt Leipzig im Bereich Umwelttracking aufgrund der steigenden Nachfrage nach Umweltdaten und Informationen ihr bisheriges Angebot zur Bereitstellung der Daten erweitern. Dazu wird im Rahmen des Wettbewerbs „Urbane Umweltdaten sehen und verstehen“ aufgerufen, Ideen und Konzepte für eine digitale Kommunikationsstrategie einzureichen. Anhand eines Umweltatlanten und digitaler Kommunikationstools sollen die räumlichen Zusammenhänge von Schadstoffbelastungen erkannt und dargestellt sowie die Öffentlichkeit sensibilisiert werden.<sup>29, 30</sup>

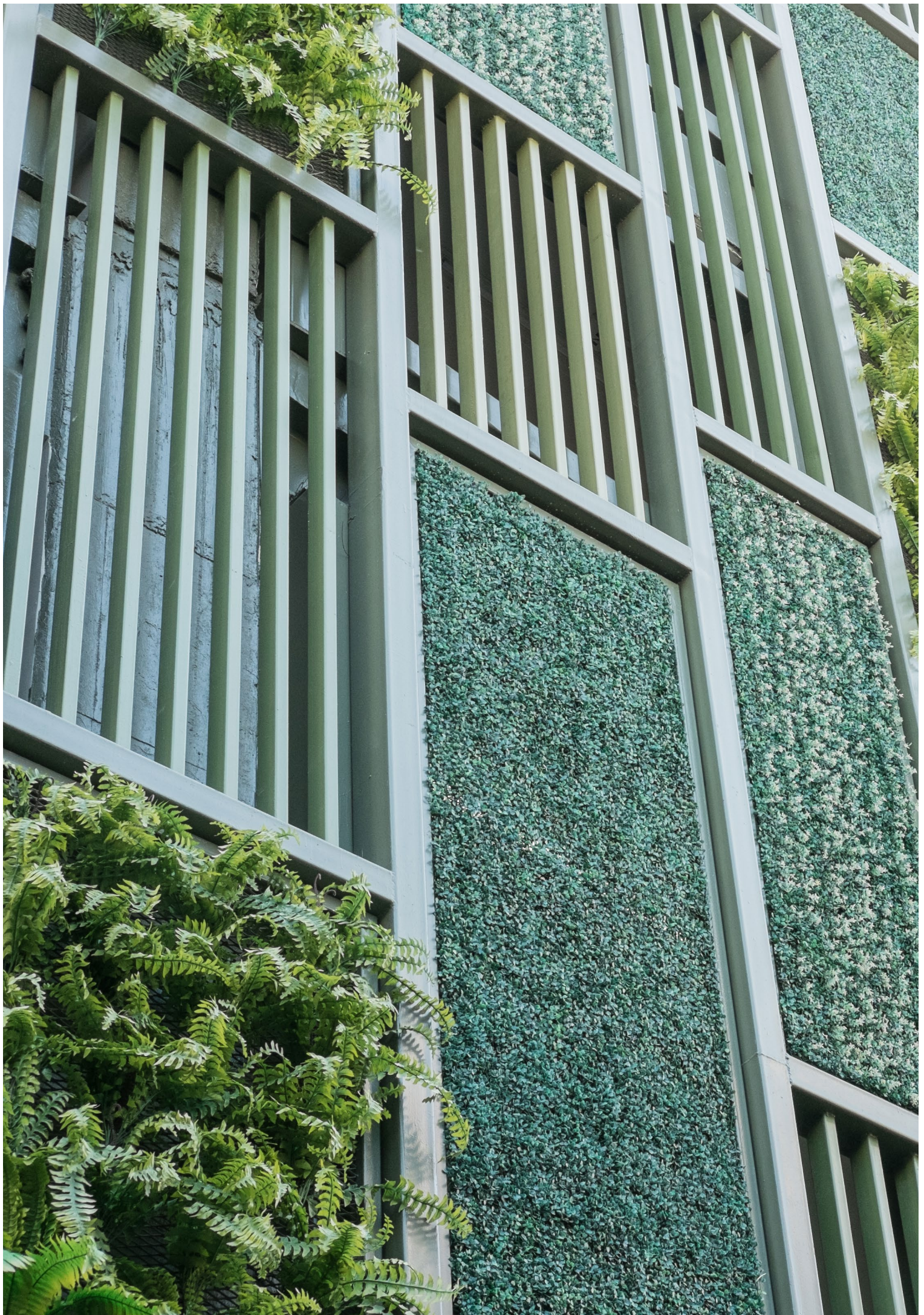
### • **BürgerWOLKE Soest**

In Soest wird mit dem Projekt „BürgerWOLKE“ die Erfassung von Klimadaten realisiert. Dies erfolgt mit einem kostengünstigen Mix aus Sensoren und einem LoRaWAN-Netzwerk, um die Daten in Echtzeit zu verarbeiten und zu visualisieren. Mithilfe eines Dashboards werden die offenen Daten (Open Data) unter einer Plausibilitätsprüfung ausgewertet und die gefühlte Temperatur so abgeleitet. Die Daten speisen zudem ein Warnsystem, welches Bürger:innen bei hohen Temperaturen und Hitzewarnungen informiert.

Die im Projekt erfassten Klimadaten werden den Bürger:innen auf einem Dashboard so zu Verfügung gestellt, dass interessierte Personen sich die individuellen Messpunkte anschauen können. Hierbei werden Daten zu Lufttemperatur, Luftdruck, relativer Luftfeuchte, UV-Intensität und Beleuchtungsstärke angezeigt. Da es sich um ein Citizen-Science-Projekt handelt, können Messstellen auch von Bürger:innen sowie öffentlichen Einrichtungen eingerichtet werden. Die aktive Messung des Klimas am eigenen Wohnort soll perspektivisch das Thema Klimaschutz im Bewusstsein der Soester Bevölkerung weiter verankern.<sup>31</sup>

### • **Cottbus: Innovatives Energiemonitoring in Gebäuden**

Das Projekt „Cottbus Innovatives Energiemonitoring in Gebäuden“ zielt darauf ab, den Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden der Stadt Cottbus zu überwachen und zu optimieren. Hierfür werden Messgeräte und Sensoren in den Gebäuden installiert, die Energieverbräuche sowie Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfassen und in Echtzeit übermitteln. Die gesammelten Daten werden analysiert, um Einsparpotenziale zu identifizieren und Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung zu entwickeln. Das Projekt soll dazu beitragen, den Energieverbrauch und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. „Cottbus Innovatives Energiemonitoring in Gebäuden“ wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Förderprogramms „Energieeffiziente Stadt“ gefördert. Das Projekt stellt dabei das Erste von insgesamt 15 Teilprojekten des geförderten Smart-City-Modellprojekts der Stadt Cottbus dar.<sup>32, 33</sup>



# Studiendesign

## Methodik

Bei der Transformation hin zu smarten Städten und Regionen kommt der kommunalen Verwaltung eine entscheidende Rolle zu. Wie sie diese Themen angeht, hängt von der individuellen Ausgangslage ab. Um diese zu bemessen, haben Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA das Kommunale Typologiemodell Smart City (KTMSC) entwickelt. Die vorliegende Ausgabe thematisiert die Smart-City-Domäne „Umwelt und Energie“ und erfasst mit dem KTMSC kommunale Handlungsspielräume innerhalb dieser. Das Forschungsdesign beruht auf einer deduktiven Vorgehensweise, bei der ausgehend von den beiden Dimensionen Leistungsfähigkeit und Veränderungsbereitschaft eine Kreuzkombination mit vier Kategorien entsteht. Daraus ergibt sich die Zuordnung einer Kommune zu einem der folgenden vier kommunalen Typen: „Die Bewahrerin“, „Die Mobilisiererin“, „Die Aktivistin“ und „Der Leuchtturm“. [Lesen Sie mehr zur Methodologie und zu den ermittelten Typologien im Detail in der ersten Ausgabe dieser Studienreihe.](#)

## Stichprobe

Metropolen und Metropolregionen finden sich häufig unter den Top-10-Rankings der einschlägigen Smart-City-Benchmarks wieder. Sie zeichnen sich durch hohe Motivation und Fähigkeit sowohl in personeller als auch finanzieller Form aus und entwickeln Strategien, die sich individuell an den eigenen, oft sehr spezifischen Anforderungen orientieren. Um eine Vergleichbarkeit zu erreichen, soll der Fokus weg von spezifischen Inhalten und Einzelprojekten hin zu messbaren Indikatoren erfolgen, welche sich gegenüberstellen lassen. Die in der Publikationsreihe betrachteten Kommunen werden durch ein stratifiziertes Zufallsverfahren ausgewählt, aber in der Veröffentlichung nicht namentlich erwähnt.

Der Smart-City-Ansatz kann nur dann nachhaltig verankert werden, wenn er in der Breite der Städte Einzug hält. Für einen horizontalen Vergleich scheinen Kommunen am besten geeignet, die weder in die Kategorie Kleinstädte und Gemeinden noch in einen Einwohnerzahlbereich größer als 500.000 fallen. Somit kann eine gewisse Repräsentativität für alle bundesdeutschen Kommunen aus dem Stichprobenprinzip sichergestellt werden. Die kleineren Kommunen unterscheiden

sich in der Bewertung der Kriterien deutlich von Großstädten. So sind die Themen im Bereich Umwelt und bei der Energieversorgung bei kleineren Kommunen auf andere Schwerpunkte fokussiert als bei großen Ballungszentren. Kleinere Kommunen sind besonders bei Versorgungssicherheit und Naturkatastrophen anfälliger als Metropolregionen. Die Auswahl der Stichprobe berücksichtigt jeweils fünf bundesdeutsche Kommunen aus den Klassifizierungen:

- Mittelstadt, Mittelzentrum, 20.000–100.000 Einwohner
- Kleine Großstadt, Oberzentrum, 100.000–250.000 Einwohner
- Große Großstadt, Oberzentrum, 250.000–500.000 Einwohner

Die betrachteten Kriterien bei 15 Kommunen stellen nach wissenschaftlicher Ansicht durch diese Einschränkungen einen guten Vergleichswert innerhalb der Gesamtheit dieser Zielgruppe dar. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden ausschließlich öffentlich zugängliche Daten verwendet.



**Indikatoren**

Die Entwicklung der Indikatoren erfolgte in Anlehnung an bereits bestehende Initiativen und Aktivitäten, die auch einen Bezug zur Smart City herstellen und dem Studiendesign als Anknüpfungspunkt dienen. Zum Beispiel sind dies das Projekt BürgerWOLKE Soest, das IÖR-Monitoring und der Morgenstadt-Index. Um die Ausprägung der Dimensionen „Veränderungsbereitschaft“ und „Leistungsfähigkeit“ bestimmen zu können, werden Smart-City-domänenspezifische Indikatoren und Kennzahlen ausgewählt:

• **Veränderungsbereitschaft**

Mit der Veränderungsbereitschaft wurde eine wichtige Determinante im kommunalen Weg zur smarten Stadt oder Region bemessen. In vielen Fällen ist sie von finanziellen Mitteln abhängig, was kommunale Unterschiede erklärt. Dieser Aspekt ist jedoch nicht der einzige. Kommunale Entscheidungsträger:innen, die den Status quo verändern wollen, sind mit ihren Kommunen eher im Bereich der „Mobilisiererin“ oder sogar des „Leuchturms“ wiederzufinden.

• **Leistungsfähigkeit**

Mit dieser Dimension wird aufgezeigt, welche Strukturen und Organisationen im kommunalen Umfeld die Domäne beeinflussen können. Haushaltsmittel können keine direkte Veränderung bewirken. Es hängt vielmehr an personellen und organisatorischen Komponenten, inwieweit eine Kommune den Status quo verändern kann. Die jeweils zuständige Spitze aus Verwaltung und Politik sollte neue Grundvoraussetzungen schaffen, um die Attraktivität der Kommunen zu fördern und somit den Weg zu einer smarten Stadt oder Region zu untermauern.

Jeweilige Ausprägungen resultieren aus vorhandenen Möglichkeiten wie auch aus determinierten Begrenzungen eines jeweiligen Indikators. In die Betrachtung werden bewusst klassische Gradmesser einbezogen, von denen angenommen wird, dass Smart-City-Lösungen einen erheblichen Einfluss auf sie ausüben werden. Für jede

Kommune stellt sich die Frage, wie hoch ihr realistischer Handlungsspielraum zur Beeinflussung des betreffenden Indikators ist. Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA gehen von eher „passiveren“ Gradmessern aus, das heißt jenen, die nur geringfügig veränderbar sind (z.B. Grünflächen). Im Gegensatz dazu stehen „aktivere“ Indikatoren (z.B. CO<sub>2</sub>-Emissionen) für eine leichtere Beeinflussung durch kommunale Entscheidungsträger:innen. Generell gilt, dass Indikatoren die Bemühungen der Kommune und äußere Faktoren, die auf sie einwirken, widerspiegeln. Wir nehmen daher an, dass aus kommunaler Perspektive digitale Lösungen einen Einfluss auf alle Gradmesser ausüben können. Für die Einordnung im KTMSC werden Letztere einer der beiden Dimensionen „Veränderungsbereitschaft“ oder „Leistungsfähigkeit“ zugeordnet. Für die Domäne „Umwelt und Energie“ ergeben sich folgende Indikatoren, deren Ausprägungen in der Stichprobe bestimmt wurden, ohne dass hier ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht.

**Tab. 2 - Beispielhafte Indikatoren für die Domäne „Energie und Umwelt“**

Leistungsfähigkeit	Veränderungsbereitschaft
Waldflächenanteil, Anteil Mischwald, Waldregenerierung, Moorrenaturierung	Luftqualität
Grünflächen/Naturschutzgebiete/Natura2000, FFH-Gebiete erweitern	CO <sub>2</sub> -Emissionen
Versiegelungsdichte	Fahrradklima
Hochwasserrisiko	Anteil erneuerbare Energien
Wasserverbrauch	Windenergie
Abfallmengen	Photovoltaik
Stickstoffüberschuss	Biomasse
E-Car-Sharing, Bike-Sharing, E-Roller	Ausbau/Anteil Wohngebäude mit erneuerbaren Energien
Anzahl Kraftwagen pro Einwohnende	Smart Grids
	Smarte Beleuchtung
	E-Ladesäulen in Kommunen
	Förderbudgets für energetische Sanierung (kommunal)

# Ergebnisse

## Leistungsfähigkeit

Die Dimension „Leistungsfähigkeit“ beeinflusst die Handlungsspielräume kommunaler Aktivitäten. Das KTMSC zeigt, dass die Leistungsfähigkeit einer Kommune auf gesamter Ebene nicht ausschließlich von ihrer Größe abhängt. Stattdessen lässt sich eine umgekehrte Tendenz erkennen. Bei den leistungsfähigsten Kommunen handelt es sich mit einer Ausnahme ausschließlich um Mittelstädte. Unter den drei Größenklassifizierungen bilden große Großstädte die Kommunen mit der durchschnittlich geringsten Leistungsfähigkeit. Die ausgewählten Kommunen zählen tendenziell eher zum Typ der „Mobilisiererinnen“, wobei sich einzelne Großstädte mit höherer Leistungsfähigkeit bereits in Richtung „Leuchtturm“ oder „Aktivistin“ einordnen lassen. Diese Ergebnisse finden sich insbesondere beim Wasserverbrauch wieder, der in Großstädten am höchsten niederschlägt. Die Ergebnisse des KTMSC für die Indikatoren „Versiegelungsgrad“ und „Grünflächen“ zeigen in die gleiche Richtung. Die untersuchten großen Großstädte weisen durchschnittlich einen höheren Versiegelungsgrad sowie einen damit verbundenen geringeren Anteil an Grünflächen auf. Beim Müllaufkommen verhält es sich hingegen genau andersherum. Mittelstädte verzeichnen ein höheres Müllaufkommen als Großstädte.

Andere Indikatoren, wie z.B. der Waldflächenanteil, der Überschwemmungsgebietsanteil oder der Stickstoffüberschuss, zeigen hingegen eine große Varianz zwischen den einzelnen betrachteten Kommunen der gleichen Größenklassifizierung auf. Geografische und strukturelle Charakteristika scheinen an dieser Stelle die Leistungsfähigkeit einer Kommune deutlich stärker zu beeinflussen als ihre Größe. So konnte sowohl für eine Mittelstadt als auch für

eine große Großstadt eine hohe Stickstoffbelastung gemessen werden, was sich durch die hohe landwirtschaftliche Nutzung der Kommunen erklären lässt.

Für Indikatoren mit Bezug zum Verkehr zeigt sich ein überwiegend gleichmäßiges Bild über die verschiedenen Kommunen hinweg, insbesondere was die Anzahl von Kraftwagen pro Einwohner:innen betrifft. Dies überrascht insofern, als dass im urbanen Raum die Transportmöglichkeiten z.B. durch ein breiteres Angebot im öffentlichen Nahverkehr oder auch eine größere Anbieteranzahl an Shared Mobility und E-Mobility, wie z.B. E-Car-Sharing, Bike-Sharing oder E-Roller, vielfältiger sind.

## Veränderungsbereitschaft

Mit der Dimension „Veränderungsbereitschaft“ kann die strategische Ausrichtung der Kommunen erfasst werden. Das KTMSC kann dabei einen insgesamt positiven Trend für die Domäne „Energie und Umwelt“ aufzeigen. Der Anteil an fertiggestellten Wohngebäuden mit erneuerbarer Heizenergie nimmt in den untersuchten Kommunen in den meisten Fällen zu. Auch LEDs, zum Teil in Kombination mit einer Bewegungserkennung und automatischer Dimmung, finden im Rahmen einer smarten Beleuchtung immer mehr Anwendung. Lediglich bei der flächendeckenden Verteilung von Smart Meters besteht noch Ausbaupotenzial innerhalb der ausgewählten Kommunen. Die Auswertung zeigt nichtsdestotrotz auf, dass es einzelne Vorreiter im Bereich Smart Grid gibt, an denen sich andere Kommunen orientieren können.

Wie zu erwarten, schneiden kleinere Städte bei der Luftqualität im Durchschnitt besser ab, wobei in einem Fall die individuellen geografischen Gegebenheiten einer Kom-

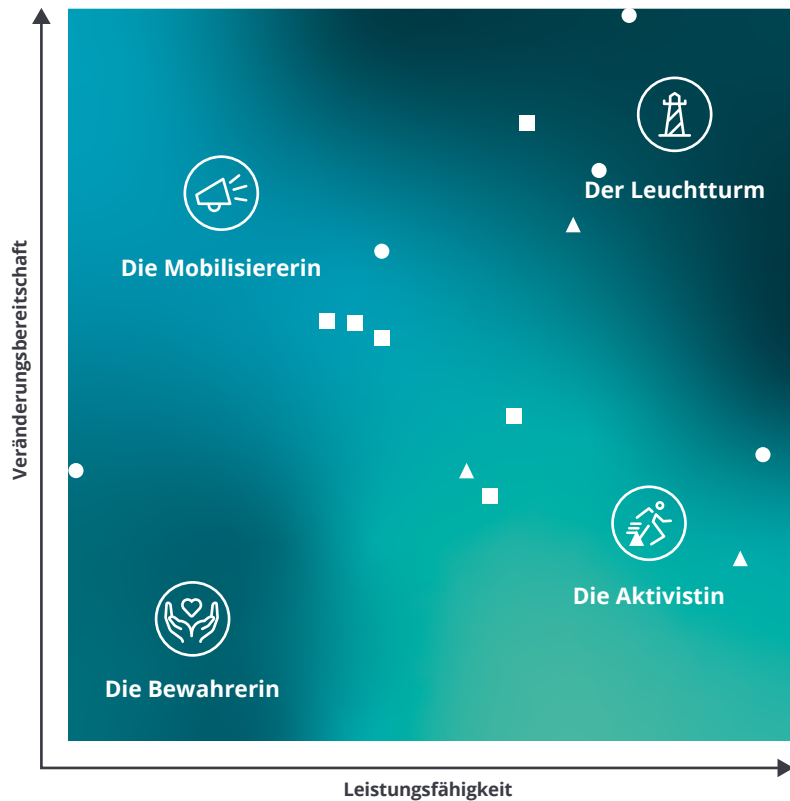
mune zu einem schlechteren Ergebnis führen. Ein Unterschied zwischen urbanem Stadtraum und ländlicher Umgebung findet sich auch in den genutzten Energiequellen wieder. Während in Städten der Großteil des Stroms aus erneuerbarer Energie durch Photovoltaikanlagen auf Dächern und Biogasanlagen stammt, spielt auf dem Land Windkraft eine größere Rolle. Mit Blick auf die verschiedenen Größenklassen der Kommunen lässt sich die Erkenntnis ableiten, dass insbesondere kleine Großstädte im Durchschnitt den höchsten Anteil an erneuerbaren Energien nutzen, während Mittelstädte hier noch Optimierungspotenzial aufweisen.

Es zeigt sich zudem deutlich, wie sehr sich die verschiedenen Indikatoren der Domäne „Energie und Umwelt“ gegenseitig beeinflussen. Eine kleinere Großstadt sticht beispielsweise beim Indikator CO<sub>2</sub>-Emission positiv hervor, was sich u.a. auf eine Kombination von einem sehr hohen und vergleichsweise klimafreundlichen Fernwärmeanteil, einem hohen Anteil an neuen oder sanierten Gebäuden, vergleichsweise geringem Wohnflächenbedarf sowie einem geringen Anteil an Industrie zurückführen lässt.

**Resümee**

Mit Blick auf den Ergebnisplot des KTMSC wird deutlich, dass – abgesehen von einer Kommune – die Dimensionen „Leistungsfähigkeit“ und „Veränderungsbereitschaft“ im Rahmen der Domäne „Umwelt und Energie“ bei der untersuchten Stichprobe bereits hoch ausgeprägt sind. Abgesehen von einer Mittelstadt wird keine Kommune dem Typ der „Bewahrerin“ zugeordnet. Alle andere Kommunen verteilen sich nahezu gleich auf die Typen „Mobilisiererin“, „Aktivistin“ sowie „Leuchtturm“. Dies verdeutlicht, dass die Themen Umwelt und Energie bereits in vielerlei Hinsicht eine wichtige Rolle innerhalb aller Kommunen einnehmen. Es fällt jedoch auf, dass es insbesondere individuelle geografische Faktoren sind, wie beispielsweise die Lage einer Kommune, und nicht nur ihre Größe, die die verschiedenen Indikatoren stark beeinflussen. Dieses Bild verstärkt sich mit genauerem Blick auf die vier Kommunen, die als „Leuchtturm“ typologisiert werden: Es handelt sich um zwei Mittelstädte, eine kleine Großstadt und eine große Großstadt.

**Abb. 7 – Kommunales Typologiemodell Smart City (KTMSC)**



- Mittelstadt, Mittelzentrum (20.000–100.000 Einwohner)
- ▲ Kleine Großstadt, Oberzentrum (100.000–250.000 Einwohner)
- Große Großstadt, Oberzentrum (250.000–500.000 Einwohner)

# Fazit: Was kommunale Entscheidungsträger:innen tun können

Transformationsprozesse stehen allen Städten und Regionen bevor, da externe Faktoren die Anforderungen an eine leistungsfähige Kommune ständig neu definieren. Ausgehend vom Kommunalen Typologiemodell Smart City (KTMSC) können Kommunen einer von vier Typologien zugeordnet werden, woraus sich spezifische Handlungsempfehlungen ableiten lassen. Für Kommunen ergibt sich ein unmittelbarer Mehrwert, die eigene Position zu kennen. So können Zielbilder definiert und über Kennzahlen quantifiziert werden. Außerdem können Optimierungspotenziale identifiziert und über den Zeitverlauf überwacht werden, sodass beispielsweise verstärkt die Anwerbung von fachkundigem Personal vorangetrieben, Finanzierungsmöglichkeiten identifiziert oder die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der öffentlichen Verwaltung zu fördern in den Mittelpunkt der Aktivitäten gerückt werden können.

Betrachtet man die umwelt- und energiepolitischen Herausforderungen, denen kommunale Entscheidungsträger:innen aktuell gegenüberstehen, können für die beiden Dimensionen Veränderungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit spezifische Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Je nach individueller Ausprägung und Positionierung im Typologiemodell können Schwerpunkte vor Ort gesetzt werden.



Umwelt

Tab. 3 – Handlungsempfehlungen für kommunale Entscheidungsträger:innen im Bereich „Umwelt“

	<p><b>Urbanen Umweltschutz und Smart City gemeinsam denken:</b> Damit Smart-City-Lösungen ihr Potenzial im Hinblick auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit entfalten können, sollten kommunale Smart-City-Strategien und Strategien für die nachhaltige Stadtentwicklung miteinander verknüpft werden.</p>
	<p><b>Umweltschutz zur Leitplanke von kommunalen Smart-City-Strategien machen:</b> Um sicherzustellen, dass Smart-City-Lösungen umweltfreundlich gestaltet sind, sollten ihre Wirkungen auf den Umweltschutz bei der Implementierung berücksichtigt werden. Insbesondere blaue und grüne Infrastrukturen zählen auf Nachhaltigkeitsaspekte und die Erreichung der Sustainable Development Goals (SDGs) ein.</p>
	<p><b>Expert:innen für Klimaschutz stärker in die Ausgestaltung von Smart-City-Konzepten einbinden:</b> Insbesondere das Involvieren von kommunalen Fachabteilungen für den Umwelt- und Klimaschutz ist eine Grundvoraussetzung, um sicherzustellen, dass Digitalisierung und Umweltschutz auf kommunaler Ebene zusammengedacht werden. Auch lokal ansässige Wissenschaftseinrichtungen können eine Kompetenzschmiede für den kommunalen Dienst und die kompetente Begleitung der Maßnahmen sein.</p>
	<p><b>Bürger:innen aktiv am Umweltschutz teilhaben lassen:</b> Über Citizen-Science-Ansätze können Mehrwerte von Daten für das Stadtklima aufgezeigt werden. Die Beteiligung von Bürger:innen durch Gamification- und Belohnungsmechanismen kann Anreize schaffen. So wurden im bereits erwähnten Projekt BürgerWOLKE Soest die Standorte der Sensoren mit der Bürgerschaft gemeinsam identifiziert und festgelegt.</p>
	<p><b>Transparenz über die Umweltwirkungen von Smart-City-Lösungen durch Monitoring und Evaluation schaffen:</b> Um Smart-City-Lösungen im Sinne des Umweltschutzes gezielt zu fördern und einzusetzen, müssen ihre Umweltwirkungen besser nachvollzogen werden können. Dafür ist es essenziell, dass Monitoring- und Evaluationssysteme weiterentwickelt und flächendeckend eingesetzt werden.</p>
	<p><b>Integrierte Datenplattformen etablieren:</b> Urbane Datenplattformen bieten die Möglichkeit, Umweltdaten zusammenzuführen, Zusammenhänge zu erkennen und auf dieser Basis evidenzbasierte Handlungsempfehlungen abzuleiten.</p>
	<p><b>Experimentierräume schaffen:</b> Unter vereinfachtem Regulationsrahmen sollten Smart-City-Lösungen mit Blick auf Umweltaspekte erprobt werden. Intersektorale Kooperationen eignen sich dabei besonders dazu, um innovative Lösungen für das Erreichen von kommunalen Strategien einzusetzen.</p>

## Energie

Tab. 4 – Handlungsempfehlungen für kommunale Entscheidungsträger:innen im Bereich „Energie“



**Gemeinsames Smart-City-Verständnis schaffen:** Bei der Erstellung eines Smart-City-Konzepts sollten alle beteiligten Akteur:innen die grundlegenden Voraussetzungen innerhalb der Kommune kennen und eine gemeinsame Vision definieren. Nur so können nachhaltige Energieversorgungsziele die Daseinsvorsorge unterstützen.



**Kommunale Klima- und Energieziele (Nachhaltigkeitsstrategie) definieren:** Klare Klima- und Energieziele geben die Richtung der Transformation zu erneuerbaren Energien vor und machen Fortschritt messbar. Ziele könnten bspw. einen erhöhten Anteil erneuerbarer Energien im Energiemix und die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen umfassen. Die Erreichung dieser Ziele trägt unmittelbar zur Erreichung der Sustainable Development Goals (SDGs) bei.



**Entsprechende Infrastruktur bereitstellen:** Die Bereitstellung einer leistungsfähigen und modernen Infrastruktur ist für eine sichere kommunale Energieversorgung unerlässlich. Infrastrukturprojekte sollten diesen Aspekt immer mitdenken, um Synergien zu Bauvorhaben und Sanierungen zu heben.



**Fördermittel bereitstellen und identifizieren:** Fördermittel sind ein weitverbreiteter Hebel, um die finanzielle Umsetzung von Energieprojekten innerhalb von Kommunen zu erleichtern. Kommunen sollten dahingehend Förderaufrufe überwachen und bei geeigneten Fördertöpfen eine Bewerbung einreichen.



**Schulung von fachlichem Personal sicherstellen:** Der Auf- und Ausbau von Kompetenzen mit dem Schwerpunkt (erneuerbare) Energie ist besonders für (kommunale) Versorgungsunternehmen wegweisend. Nur so können neue Anforderungen an ein Smart (Mini) Grid getroffen und verbessert werden.



**Öffentlich-private Partnerschaftsmodelle berücksichtigen:** Die Möglichkeit, mit der aktiven Beteiligung durch Bürger:innen den Wandel voranzutreiben, kann im richtigen Moment einen positiven Einfluss auf kommunale (Energie-)Ziele haben. Kommunen haben hierdurch die Chance, sich im Bereich Energie neu aufzustellen und die Bürgerschaft von Anfang an mit einzubeziehen.



**Interkommunale Energiepartnerschaften forcieren:** Partnerschaften mit benachbarten Kommunen oder regionalen Akteuren schaffen Synergien für die gemeinschaftliche Transformation zu erneuerbaren Energien. Die Gründung interkommunaler Energiegenossenschaften erlaubt es, gemeinsam in erneuerbare Energien zu investieren und die lokale Energieversorgung zu verbessern. Darüber hinaus bieten Energiepartnerschaften eine Möglichkeit zur Erschließung neuer Geschäftsmodelle. Wo rechtliche Rahmenbedingungen Umsetzungsprojekte vor Herausforderungen stellen, können rechtliche Experimentierklauseln und Reallabore neue Spielräume schaffen.



**Bürger:innen für erneuerbare Energien sensibilisieren:** Über gezielte Maßnahmen können Bürger:innen zu den Vorteilen erneuerbarer Energien aufgeklärt und ihr Bewusstsein für kommunalen Klimaschutz gestärkt werden. Hierzu bieten sich Informationsveranstaltungen, Workshops und gezielte Kampagnen an. Dabei sollten die Bürgerschaft frühzeitig beteiligt und neue Maßnahmen kommuniziert werden. Beispielsweise können erneuerbare Energien (wie Solaranlagen auf Dächern und in Quartieren, gepaart mit geteiltem Eigenverbrauch im Quartier) das Bewusstsein der Bewohner:innen stärken und einen Beitrag zur Reduktion klimaschädlicher Emissionen darstellen.



**Energiemonitoring und -management etablieren:** Indem Daten über den Energieverbrauch gesammelt und analysiert werden, können auf dieser Grundlage effektive Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Reduktion ergriffen, begründet und in ihrer Wirksamkeit bemessen werden. Eine Kommune könnte bspw. intelligente Mess- und Steuerungssysteme einführen, um den Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden zu überwachen und Einsparpotenziale zu identifizieren.

# Über die Zusammenarbeit

Für die Durchführung der Studienreihe haben sich mit Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA zwei Partner zusammengeschlossen, die fundierte Qualifikationen, Hintergründe und Erfahrungen im Bereich der Beratung und Forschung zu smarten Städten und Regionen vereinen. Um der Komplexität und den Anforderungen an den Transformationsprozess der Kommunen auch in Zukunft gerecht zu werden, müssen die Handlungsfelder und Bedarfe der Kommunen in Bezug auf Innovationen und Veränderungsbereitschaft in smarten Städten und Regionen miteinander verknüpft werden. Ziel ist es, dabei das gesamte Ökosystem smarter Städte und Regionen zu beleuchten und technologische, wirtschaftliche und soziale Fragestellungen zusammenzuführen. Kommunen können je nach ihrer Ausgangssituation unterschiedliche Wege einschlagen, wie sie ihre Zukunft gestalten wollen. Die kommunale Verwaltung hat hierbei eine Schlüsselrolle inne; in der vorliegenden Studienreihe wird der

Ist-Zustand deutscher Kommunen in den jeweiligen Domänen abgebildet. Deloitte und Fraunhofer IOSB-INA kooperieren bei der Transformation smarter Städte und Regionen. Dadurch kommen das Wissen über die aktuellen Herausforderungen im internationalen Smart-City-Markt, technologische Forschungsexpertise sowie Methodenkompetenzen zusammen. Die gemeinsam gewonnenen Erkenntnisse werden Unternehmen und Kommunen zugänglich gemacht, um sie bei der Umsetzung nachhaltiger Transformationsprozesse zu unterstützen. Dabei bringen die Partner ihre spezifischen Fähigkeiten in die Zusammenarbeit ein und verbinden wissenschaftliche Analyse mit praktischer, anwendungsbezogener Beratung.



# Fußnoten

01. Umweltbundesamt: Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund (2022), [Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
02. Europäische Kommission: Ganzheitlicher EU-Ansatz für nachhaltige Entwicklung (o.D.), [Ganzheitlicher EU-Ansatz für nachhaltige Entwicklung \(europa.eu\)](#), abgerufen am 23.4.2023.
03. Die Bundesregierung: Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (o.D.), [Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie \(bundesregierung.de\)](#), abgerufen am 23.4.2023.
04. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat): New urban agenda (2017), [New Urban Agenda \(unhabitat.org\)](#), abgerufen am 27.4.2023.
05. Bertelsmann Stiftung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Deutscher Landkreistag, Deutscher Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Deutsches Institut für Urbanistik, ICLEI European Secretariat, Rat der Gemeinden und Regionen Europas/Deutsche Sektion (2022): SDG-Indikatoren für Kommunen. 3., teilweise überarbeitete Auflage, Gütersloh, [SDG-Indikatoren für Kommunen \(dstgb.de\)](#), abgerufen am 27.4.2023.
06. Zhenmin, Liu (2022): The Sustainable Development Goals: a road map out of crisis, in: Vereinte Nationen (Hrsg.): The Sustainable Development Goals Report 2022 [übersetzt aus dem Englischen], [The Sustainable Development Goals Report 2022 \(un.org\)](#), abgerufen am 27.4.2023.
07. Umweltbundesamt: Kommunales Einflusspotenzial zur Treibhausgasminderung (2022), [Kommunales Einflusspotenzial zur Treibhausgasminderung \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
08. Umweltbundesamt: Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht (2020), [Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
09. Umweltbundesamt: Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund (2022), [Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
10. Umweltbundesamt: Rolle der Kommunen im Klimaschutz (2022), [Kommunaler Klimaschutz \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
11. Keppner, Benno; Kahlenborg, Walter; Libbe, Jens; Lange, Katharina; Weiler, Petra; Hinrich-Gieschen, Jan; Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE (2020): Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen, in: Umweltbundesamt (Hrsg.): Abschlussbericht, [Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen – Abschlussbericht \(bmu.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
12. Smart City Strategie Ulm: Handlungsfeld Umwelt & Klima (o.D.), [Handlungsfeld: Umwelt und Klima – Smart City Strategie der Stadt Ulm](#), abgerufen am 26.5.2023.
13. Umweltbundesamt: Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund (2022), [Smart Cities werden nachhaltig: Empfehlungen für den Bund \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
14. Keppner, Benno; Kahlenborg, Walter; Libbe, Jens; Lange, Katharina; Weiler, Petra; Hinrich-Gieschen, Jan; Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE (2020): Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen, in: Umweltbundesamt (Hrsg.): Abschlussbericht, [Direkte und indirekte Umwelteffekte von intelligenten, vernetzten urbanen Infrastrukturen – Abschlussbericht \(bmu.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
15. Deutsches Institut für Urbanistik: Umwelteffekte von Smart-City-Infrastrukturen (o.D.), [Umwelteffekte von Smart-City-Infrastrukturen \(difu.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
16. Umweltbundesamt: Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht (2020), [Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
17. Fraunhofer IBP: Ökologische Bewertung smarterer und nachhaltiger Städte und Kommunen (o.D.), [Ökologische Bewertung smarterer und nachhaltiger Städte und Kommunen \(ibp.fraunhofer.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.



18. Umweltbundesamt: Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht (2020), [Smarte umweltrelevante Infrastrukturen: Anwendungsfelder, Bedarfe, Praxiserfahrung aus kommunaler Sicht \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
19. Fraunhofer IBP: Ökologische Bewertung smarterer und nachhaltiger Städte und Kommunen (o.D.), [Ökologische Bewertung smarterer und nachhaltiger Städte und Kommunen \(ibp.fraunhofer.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
20. Smart City Strategie Ulm: Handlungsfeld Umwelt & Klima (o.D.), [Handlungsfeld: Umwelt und Klima – Smart City Strategie der Stadt Ulm](#), abgerufen am 26.5.2023.
21. Deloitte: Smart Cities und erneuerbare Energien (2019), [Erneuerbare Energien und Smart Cities \(deloitte.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
22. Deloitte Insights: Renewables (em)power smart cities (2019), [Renewables \(em\)power smart cities \(deloitte.com\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
23. Bundesnetzagentur: Der Strommarkt im Jahr 2021, Die Entwicklungen im Überblick (2022), [Der Strommarkt im Jahr 2021 \(smard.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
24. Umweltbundesamt: Klimaschutzpotenziale in Kommunen (2022), [Klimaschutzpotenziale in Kommunen \(umweltbundesamt.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
25. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Kommunen können mit Wärme aus erneuerbaren Energien klimafreundlich heizen (o.D.), [Kommunen können mit Wärme aus erneuerbaren Energien klimafreundlich heizen \(energiewechsel.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
26. Fraunhofer Fokus: Smart Energy für Smart Cities (o.D.), [Smart Cities and Communities Lab | Energie – Smart Energy für Smart Cities \(fokus.fraunhofer.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
27. Jäger, Christian: Smart City: intelligent, vernetzt und effizient (2020), [Smart City: intelligent, vernetzt und effizient \(energie-digitalisieren.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
28. Fraunhofer Fokus: Smart Energy für Smart Cities (o.D.), [Smart Cities and Communities Lab | Energie – Smart Energy für Smart Cities \(fokus.fraunhofer.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
29. Digitalcampus Leipzig: Urbane Umweltdaten – sehen & verstehen (2021), [Urbane Umweltdaten – sehen & verstehen \(digitalcampus.leipzig.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
30. Helmholtz Zentrum für Umweltforschung: UmweltTracker (2022), [UmweltTracker \(ufz.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
31. Soest Digital: BürgerWOLKE (o.D.), [BürgerWOLKE \(digital-soest.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
32. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen: Smart City Modellprojekt Cottbus (o.D.), [Smart City Modellprojekt Cottbus \(smart-city-dialog.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.
33. Cottbus: Smart-City-Modellprojekt macht Energieeinsparungen in kommunalen Gebäuden möglich (2022), [Smart City-Modellprojekt macht Energieeinsparungen in kommunalen Gebäuden möglich \(cottbus.de\)](#), abgerufen am 26.5.2023.

# Ihre Ansprechpartner



**Felix Dinnessen**  
Partner, Deloitte  
Government & Public Services  
Tel: +49 211 9732 4128  
fdinnessen@deloitte.de



**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite**  
Direktor  
Fraunhofer IOSB-INA  
Tel: +49 5261 9429 022  
juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de

## Autoren



**Tobias Bannach**  
Deloitte  
Government & Public Services  
Tel: +49 211 9732 4125  
tbannach@deloitte.de



**Anselm Hoppe**  
Deloitte  
Government & Public Services  
Tel: +49 30 25468 5691  
ahoppe@deloitte.de



**Aurelia Schwarz**  
Deloitte  
Government & Public Services  
Tel: +49 711 16554 5291  
auschwarz@deloitte.de



**Michaela Lödige**  
Fraunhofer IOSB-INA  
Future City Solutions  
Tel: +49 5261 9429 036  
michaela.loedige@iosb-ina.fraunhofer.de



**Jens-Peter Seick**  
Fraunhofer IOSB-INA  
Future City Solutions  
Tel: +49 5261 7773 127  
jens-peter.seick@iosb-ina.fraunhofer.de

**Wir bedanken uns bei Bettina Benzinger, Patrick Ventur, Philipp Tetzlaff, Kevin Drechsler und Aaron Leben für ihre fachlichen Beiträge.**



# Deloitte.

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen (zusammen die „Deloitte-Organisation“). DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen, die sich gegenüber Dritten nicht gegenseitig verpflichten oder binden können. DTTL, jedes DTTL-Mitgliedsunternehmen und verbundene Unternehmen haften nur für ihre eigenen Handlungen und Unterlassungen und nicht für die der anderen. DTTL erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Kunden. Weitere Informationen finden Sie unter [www.deloitte.com/de/UeberUns](http://www.deloitte.com/de/UeberUns).

Deloitte bietet branchenführende Leistungen in den Bereichen Audit und Assurance, Steuerberatung, Consulting, Financial Advisory und Risk Advisory für nahezu 90% der Fortune Global 500®-Unternehmen und Tausende von privaten Unternehmen an. Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter liefern messbare und langfristig wirkende Ergebnisse, die dazu beitragen, das öffentliche Vertrauen in die Kapitalmärkte zu stärken, die unsere Kunden bei Wandel und Wachstum unterstützen und den Weg zu einer stärkeren Wirtschaft, einer gerechteren Gesellschaft und einer nachhaltigen Welt weisen. Deloitte baut auf eine über 175-jährige Geschichte auf und ist in mehr als 150 Ländern tätig. Erfahren Sie mehr darüber, wie die rund 415.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Deloitte das Leitbild „making an impact that matters“ täglich leben: [www.deloitte.com/de](http://www.deloitte.com/de).

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen und weder die Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen noch deren verbundene Unternehmen (zusammen die „Deloitte Organisation“) erbringen mit dieser Veröffentlichung eine professionelle Dienstleistung. Diese Veröffentlichung ist nicht geeignet, um geschäftliche oder finanzielle Entscheidungen zu treffen oder Handlungen vorzunehmen. Hierzu sollten Sie sich von einem qualifizierten Berater in Bezug auf den Einzelfall beraten lassen.

Es werden keine (ausdrücklichen oder stillschweigenden) Aussagen, Garantien oder Zusicherungen hinsichtlich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen in dieser Veröffentlichung gemacht, und weder DTTL noch ihre Mitgliedsunternehmen, verbundene Unternehmen, Mitarbeiter oder Bevollmächtigten haften oder sind verantwortlich für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die direkt oder indirekt im Zusammenhang mit Personen entstehen, die sich auf diese Veröffentlichung verlassen. DTTL und jede ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen.