

Künstliche Intelligenz in smarten Städten und Regionen

Innovative KI-Anwendungen für die Stadtentwicklung

Dr. Karoline Krenn, Tizia Grether, Lisa Dreier, Nora Hunger, Dr. Jens Libbe, Jonathan Ullrich, Julien Wilmes-Horváth, Robert Grützner, Anna Schriever



IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat RS 5 „Digitale Stadt, Risikoversorgung und Verkehr“
Dr. Bettina Distel
bettina.distel@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities (KTS):
Dr. Karoline Krenn, Lisa Dreier, Nora Hunger, Dr. Jens Libbe
Deutsches Institut für Urbanistik (Difu)
krenn@difu.de

Tizia Grether, Jonathan Ullrich
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
tizia.grether@iese.fraunhofer.de

Julien Wilmes-Horváth, Robert Grützner, Anna Schriever
Becker Büttner Held Rechtsanwälte Steuerberater Unternehmensberater PartGmbH
julien.wilmes-horvath@bbh-online.de

Redaktion

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities (KTS):
Silvia Oster, DLR Projektträger

Stand

März 2025

Satz und Layout

Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities (KTS):
Sebastian Blunk, Tina Lenkeit, DLR Projektträger

Druck

AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten
Gedruckt auf Recyclingpapier

Bestellungen

publikationen.bbsr@bbr.bund.de; Stichwort: Künstliche Intelligenz in smarten Städten und Regionen

Bildnachweis

Titelbild: Curioso.Photography – stock.adobe.com (generiert mit KI)
S. 11: digital.interkommunal; S. 17: Tada Images – stock.adobe.com (generiert mit KI); S. 19: Tascha – stock.adobe.com (generiert mit KI);
S. 22: Jacob Lund – stock.adobe.com; S. 30: Smart City Mannheim; S. 40: lililia – stock.adobe.com (generiert mit KI); S. 42: Fraunhofer ISE;
S. 44: Stadt Bamberg, Projekt BaKIM; S. 46: PID Schaub-Walzer; S. 48: BSW auf Basis eines Bildes von „Robs auf Unsplash“;
S. 50: Peter Fischer-Stabel; S. 52: items GmbH; S. 54: August-Wilhelm Scheer Institut gGmbH; S. 56: ifg Ingolstadt; S. 58: vialytics GmbH;
S. 61: MAHMUDUL – stock.adobe.com (generiert mit KI); S. 68: Evon J – stock.adobe.com (generiert mit KI)

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

DOI 10.58007/h038-1j80
ISBN 978-3-98655-129-2

Bonn 2025

Künstliche Intelligenz in smarten Städten und Regionen

Innovative KI-Anwendungen für die Stadtentwicklung

Das Projekt des Förderprogramms „Modellprojekte Smart Cities“ wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durchgeführt.

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Einführung	6
2 KI und ihre Anwendung	8
2.1 Was ist KI?	8
2.2 Nichttechnische Dimensionen von KI: das soziotechnische System	13
2.3 Risiken und Voraussetzung einer Integration von KI im kommunalen Kontext	19
Exkurs: In welchem nationalen und europäischen rechtlichen Rahmen bewegt sich der Einsatz von KI in smarten Städten und Regionen?	23
3 KI in smarten Städten und Regionen heute: Anwendungen in zentralen städtischen Handlungsfeldern	28
3.1 Handlungsfelder smarter Städte und Regionen	28
3.2 Analyse der KI-Anwendungen in smarten Städten und Regionen heute	29
4 Ausgewählte Fallbeispiele kommunaler KI-Anwendungen	38
4.1 Kategorien zur Betrachtung der Fallbeispiele	38
4.2 Überblick über die Fallbeispiele	41
4.3 Erkenntnisse aus den Fallbeispielen	60
5 Impulse aus der Praxis zu zukünftigen KI-Potenzialen	62
5.1 Einschätzungen von Fachleuten zu Potenzialen und Entwicklungen von KI in der Stadtentwicklung	62
5.2 Gesamtbild ausgeschöpfter KI-Potenziale	64
6 Handlungsempfehlungen	67
Literatur	71
Anhang	76

Zusammenfassung

Wie können Kommunen künstliche Intelligenz (KI) nutzen, um Ziele der Stadtentwicklung zu erreichen? Für welche Herausforderungen ist welche Art der KI überhaupt geeignet? Diese und weitere Fragen beantwortet die vorliegende Studie. Sie dient kommunalen Entscheidungstragenden als Handreichung, sich mit den Möglichkeiten des Einsatzes von KI in der Stadtentwicklung auseinanderzusetzen und einen souveränen Umgang mit der Technologie zu entwickeln. Die Publikation liefert hierfür in sechs Kapiteln und einem rechtlichen Exkurs Informationen zu den Grundlagen von KI, ihren Einsatzmöglichkeiten in Kommunen sowie den regulatorischen Rahmenbedingungen. Fallbeispiele illustrieren praxisnahe Lösungsansätze. Abschließende Handlungsempfehlungen geben Anregungen für die strategische Integration von KI in kommunale Strukturen.

Die Studie lotet Nutzungspotenziale aus und schlüsselt technische und nichttechnische Voraussetzungen einer erfolgreichen Integration von KI in Kommunen auf. Hier geht es vor allem um die Bedeutung qualitativ hochwertiger und interoperabler Daten als Grundlage für KI-Anwendungen sowie den organisationalen Kontext, in den KI eingebettet werden soll. Der Einsatz von KI im öffentlichen Sektor erfordert zudem ein hohes Maß an ethischer Abwägung und Rechtskonformität. Auf die rechtlichen Rahmenbedingungen, Leitlinien und Regularien für den verantwortungsvollen Einsatz von KI geht daher ein eigener Exkurs zur „Verordnung über künstliche Intelligenz (AI Act)“ der Europäischen Union (EU) ein. Dieser stellt die spezifischen regulatorischen Anforderungen heraus, denen Kommunen als Betreiberinnen und Anwenderinnen unterliegen und die bei der Einführung und Nutzung von KI berücksichtigt werden müssen.

An ausgewählten und aktuellen Fallbeispielen identifiziert die Studie außerdem fünf Wirkmechanismen von KI, die über den konkreten Einsatz in den Beispielen hinaus die grundsätzlichen

Potenziale für kommunale Handlungsfelder und deren Herausforderungen aufzeigen. KI wird bereits erfolgreich für die Verschränkung der operativen und planerischen Ebene, die Nutzung, Aufbereitung und Verknüpfung sektorübergreifender Daten, das (teil-)automatisierte Infrastruktur-Monitoring, die bedarfsgerechte Steuerung und Verteilung von Ressourcen sowie für bessere Zugangsmöglichkeiten zu kommunalen Diensten und Prozessen für Bürgerinnen und Bürger eingesetzt. Aus technischer Sicht häufen sich dabei vor allem Leistungen der KI im Hinblick auf Mustererkennung (Modelle der Bild- und Videoerkennung), Planung (Vorhersagemodelle) und Interaktion (generative Modelle).

Neun detaillierte Projektsteckbriefe illustrieren KI-basierte Lösungen für typische kommunale Einsatzfelder, wie den Umgang mit Extremwetterereignissen, die Steuerung von stadttechnischen Anlagen und Netzen oder die Optimierung kommunaler Beteiligungsprozesse. Sie informieren unter anderem über die notwendige Zusammenarbeit von verantwortlichen Personen, aus der heraus erst technische und fachbereichsspezifische Kompetenzen gebündelt werden und passgenaue Lösungen entstehen können. Entwicklungsspielräume für die Zukunft liegen beispielsweise in der Vernetzung von Fachbereichen oder in der Verschränkung von KI-basierten Analyse-, Prognose- und Kommunikationsinstrumenten zu „Systemlösungen“.

Im Kern stellt die Studie heraus, worauf es ankommt: Kommunen benötigen ein Basisverständnis von KI und müssen wissen, wo sie extern zusätzliche Kompetenz einholen können. Zentrale Stellschrauben für die kommunale KI-Integration sind Vernetzung und Kooperation, die Förderung des Verständnisses, wie technische und organisatorische Aspekte zusammenwirken, und der grundlegende Ausbau der kommunalen IT-Infrastruktur, zum Beispiel mittels einer kommunalen Datenstrategie.

1 Einführung

Künstliche Intelligenz (KI) hat sich in den letzten Jahren mit dem Durchbruch generativer Anwendungen zu einer Schlüsseltechnologie entwickelt. Dabei ist die Diskussion um KI schon deutlich älter. Bereits seit den 1950er-Jahren ist die Entwicklung von KI durch abwechselnde Phasen des Auf- und Abschwungs geprägt, oft als „KI-Sommer“ und „KI-Winter“ bezeichnet. KI-Sommer zeichnen sich durch hohe Erwartungen und Forschungsinteressen im Bereich der KI aus, während unerfüllte Versprechen in KI-Wellen zu Enttäuschungen führen. Das hängt auch mit den Phasen öffentlicher Aufmerksamkeit zusammen, die Technologien nach ihrer Einführung erfahren, dem sogenannten Hype-Zyklus (vgl. Jaffri/Khandabattu 2024). Nach dieser Kategorisierung befinden wir uns seit etwa 2012 im sogenannten dritten Sommer der KI, der sich durch den Fortschritt im Bereich des maschinellen Lernens, insbesondere des Deep Learnings, auszeichnet. Technologien wie neuronale Netzwerke und Anwendungen in Bereichen wie Sprach- und Bilderkennung rücken in den Fokus. Die öffentliche Wahrnehmung von KI setzte jedoch erst etwas später ein und wuchs durch konkrete Anwendungen und Technologien, beispielsweise mit der Einführung von sprachbasierten Assistenten wie Siri (2011), Alexa (2014) oder Google Assistant (2016). Der aktuelle Durchbruch ist schließlich mit den sprunghaften Fortschritten der Sprach- und Bilderkennung und der Implementierung generativer KI-Modelle in digitalen Assistenten wie ChatGPT (2022) oder Mid-Journey (2022) zu verzeichnen.

Auch im kommunalen Kontext gewinnt der Einsatz von KI zunehmend an Bedeutung und Attraktivität (vgl. Libbe 2023). Zwei Drittel der Kommunen erkennen laut dem Zukunftsradar des Deutschen Städte- und Gemeindebunds (DStGB) große Chancen im KI-Einsatz (vgl. Hornbostel et al. 2023). Frühe Beispiele für KI in smarten Städten und Regionen umfassen Verkehrssimulationen, Umweltüberwachung und automatisierte Prozesse für Verwaltungsaufgaben wie beispielsweise die Spamererkennung (vgl. Hein/Volkenandt 2020: 52 ff.). Die Verfügbarkeit ausreichender Lerndaten

und Rechenleistung hat zu einem Durchbruch bei der Entwicklung von KI-Modellen geführt, sodass seit 2022 vermehrt KI-Anwendungen im Kontext smarter Städte und Regionen zu verzeichnen sind. Der Aufschwung der KI in diesem Zusammenhang fällt somit in den dritten KI-Sommer. Wesentliche Treiber für den Einsatz von KI-Lösungen sind stadtentwicklungspolitische Herausforderungen, etwa in Bereichen kommunaler Daseinsvorsorge, ebenso wie Herausforderungen durch Klimawandel und Extremwetterereignisse. Hinzu kommen die mit KI verbundenen Erwartungen verbesserter Aufgabenerledigung, vor allem aber die Möglichkeit, trotz des zunehmenden Fachkräftemangels und engen finanziellen Spielräumen das kommunale Leistungsspektrum aufrechtzuerhalten und weiterzuentwickeln.

Das **Ziel der vorliegenden Studie** ist es, Kommunen einen umfassenden Überblick über die Einsatzmöglichkeiten von KI zu bieten. Der Fokus liegt auf den Potenzialen von KI für Handlungsfelder mit stadtentwicklungspolitischem Bezug. Durch die Vermittlung eines niedrigschwelligen Überblicks werden kommunale Fachverantwortliche befähigt einzuschätzen, welche Anwendungen in ihrem spezifischen Aufgabenbereich denkbar, sinnvoll und umsetzbar sind. Ein gezielter und durchdachter Einsatz von KI ist die Grundlage dafür, nachhaltige Wirkungen für die kommunale Entwicklung zu entfalten. Zu Beginn der Studie wird dazu ein Überblick zu den technischen Grundlagen von KI, den nicht-technischen Dimensionen eines zweckmäßigen KI-Einsatzes im kommunalen Kontext sowie den Risiken und Voraussetzungen für den KI-Einsatz gegeben (Kapitel 2). Im Anschluss folgt ein Exkurs zum nationalen und europäischen rechtlichen Rahmen. Der Schwerpunkt der Publikation liegt schließlich auf der Vorstellung derzeitiger KI-Anwendungen in städtischen Handlungsfeldern, die aufzeigen, wo KI bereits jetzt erfolgreich eingesetzt wird (Kapitel 3). Anschließend geben neun Fallbeispiele in drei ausgewählten Handlungsfeldern einen vertieften Einblick in konkrete Umsetzungen. Dabei werden Kategorien betrachtet, die auch hinsicht-

lich der Übertragbarkeit der Anwendungen bedeutsam sind (Kapitel 4). Schließlich werden auf Basis der Einschätzungen von wissenschaftlichen und kommunalen Expertinnen und Experten zu Treibern, Hemmnissen und Perspektiven auf potenzielle Entwicklungen im KI-Einsatz in Städten die Ergebnisse der Studie noch einmal reflektiert und zusammengefasst (Kapitel 5). Den Abschluss bilden Handlungsempfehlungen zu strategischen Aufgabenfeldern für die Integration von KI in kommunale Strukturen (Kapitel 6).

Die Darstellung der Potenziale von KI erfolgt entlang von Fallbeispielen, da sich der Großteil der Anwendungen derzeit noch im Erprobungsstadium befindet und KI in Kommunen noch nicht flächendeckend zum Einsatz kommt. Viele KI-Anwendungen sind zudem nicht immer eindeutig erkennbar. Hinter etlichen digitalen Tools verbirgt sich die eine oder andere Form von KI, ohne dass dies auf den ersten Blick ersichtlich ist. Daher stellt diese Studie den Überblick laufender Entwicklungen und Anwendungen in den Mittelpunkt, um die Potenziale von KI an konkreten Problemstellungen und Lösungsansätzen aufzuzeigen.

Die Studie hat verschiedene Quellen und Methoden zur Grundlage. Die analytische Basis ist eine disziplinenübergreifende **Literaturanalyse** zu KI-Grundlagen, -Anwendungen und -Regularien (vorwiegend Kapitel 2 und im rechtlichen Exkurs). Den empirischen Kern der Studie bildet eine umfangreiche **Recherche und Einordnung** von KI-Projekten aus verfügbaren Sekundärquellen, wie öffentlichen Dokumenten, Berichten und online verfügbaren Materialien (Desk-Research-Methode). Es wurden dabei insgesamt 120 nationale und internationale Projekte identifiziert, die sich in Planung, Entwicklung oder Umsetzung befinden. Die daraus entstandene Liste dient dem Zweck eines Überblicks, ohne den Anspruch auf

Vollständigkeit zu erheben. Gleiches gilt mit Blick auf die Repräsentativität hinsichtlich KI-spezifischer Merkmale. So finden sich in der Liste nur wenige Beispiele für einen KI-Einsatz basierend auf Audiodateien. Aus der Projektliste wurden aus drei festgelegten Handlungsfeldern – „Energie und Umwelt“, „Infrastruktur“ und „Stadtentwicklung und -planung“ – jeweils zehn, also insgesamt **30 Fallbeispiele** (s. Tabelle 12 im Anhang), zur vertieften **Fallanalyse** ausgewählt und nach technischen und stadtentwicklungspolitischen Merkmalen analysiert (Kapitel 3). Entscheidend für die Auswahl der Handlungsfelder war die Felddynamik. Auswahlkriterien für die Fallbeispiele bildeten – neben der Informationstiefe der verfügbaren Quellen – einerseits der Umsetzungsgrad der Projekte und andererseits die Unterschiedlichkeit in Bezug auf die verwendete Art der KI sowie die adressierten stadtentwicklungspolitischen Problemstellungen. Jeweils drei Fallbeispiele je Handlungsfeld werden in Kapitel 4 detailliert in **Steckbriefen** aufbereitet. Qualitativ wurde die Studie durch **Expertenwissen aus Forschung und Praxis** ergänzt (Kapitel 5), was eine Deutung und Einordnung der Forschungsergebnisse auf Basis von Erfahrungen ermöglicht hat. Dazu fand ein fach- und disziplinenübergreifender Online-Workshop mit Stadtforscherinnen und Stadtforschern, KI-Expertinnen und -Experten sowie Beraterinnen und Beratern des öffentlichen Sektors statt (eine Teilnehmendenliste findet sich im Anhang). Der Workshop hat sich mit Voraussetzungen und Herausforderungen bei der KI-Integration, mit den damit verbundenen Anforderungen an die Kommunen, dem Kompetenzaufbau der Verwaltungsmitarbeitenden und der erwartbaren Entwicklung in der Zukunft auseinandergesetzt. Zusätzlich wurden Interviews mit kommunalen Fachleuten geführt, die nicht am Workshop teilnehmen konnten.

2 KI und ihre Anwendung

Nachfolgend werden einige zentrale technische Grundlagen von KI und die nicht-technischen Dimensionen eines zweckmäßigen KI-Einsatzes erläutert. Dieses Kapitel dient der Einordnung von Voraussetzungen, Nutzen und Mehrwerten von KI in den kommunalen Kontext. Der Fokus liegt dabei auf dem möglichen Beitrag von KI-Anwendungen für das Erreichen stadtentwicklungspolitischer Ziele. Das Kapitel schließt mit einem Überblick zentraler Risiken und Voraussetzungen einer KI-Integration.

2.1 Was ist KI?

Künstliche Intelligenz ist einerseits als übergreifendes Forschungsgebiet zu verstehen, das sich der Frage nach dem selbstständigen Lösen von Problemen widmet. Andererseits umfasst sie den Teilbereich der Informatik, in dem konkrete Methoden entwickelt werden, die auf die Frage der selbstständigen Problemlösung abzielen (vgl. Mainzer 2016: 3). Im allgemeinen Sprachgebrauch wird KI oft anhand ihrer Leistungsfähigkeit unterschieden. KI wird dann in **schwache (bzw. spezialisierte) KI** und **starke (bzw. allgemeine) KI eingeteilt**. Spezialisierte KI fokussiert sich auf eine spezifische Aufgabe oder einen engen Aufgabenbereich (bspw. Gesichtserkennungssoftware). Starke KI soll sich über ihr Tätigkeitsfeld hinaus selbstständig Wissen aneignen und das gelernte Wissen auf eine Vielzahl von Aufgaben anwenden können. Sie wäre somit vergleichbar mit menschlicher Intelligenz.

Bei dem Begriff der starken KI handelt es sich jedoch ausschließlich um ein theoretisches Konzept. Derzeit existieren keine Anwendungen, die in diese Kategorie fallen. Zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler argumentieren sogar, dass es diese auch in Zukunft nicht geben wird, da menschliche Intelligenz mehr umfasst als rationale, das heißt mathematische, Intelligenz (vgl. Schmid 2023). Sie umfasst nach diesem Verständnis auch die Arten der wahrnehmenden und fühlenden Intelligenz, aus der heraus ein Bewusstsein

entsteht, das nicht aus rein mathematischen Verfahren entstehen kann (vgl. Otte 2021).

Eine zielgerichtete Kategorisierung als die Unterscheidung von starker und schwacher KI ist einerseits das „**KI-System**“, das eine einzelne KI-Anwendung mit einem spezifischen Input und der Erzeugung eines spezifischen Outputs bezeichnet, und das „**KI-Ökosystem**“ andererseits, das ein Netzwerk von KI-Anwendungen beschreibt, die miteinander in Interaktion treten (vgl. UN-Habitat 2022: 12).

Der AI Act der Europäischen Union unterscheidet zwischen „KI-Systemen **mit allgemeinem Verwendungszweck**“ und solchen **ohne allgemeinen Verwendungszweck**. Aufgrund der Vielzahl an Einsatzgebieten werden „KI-Systeme mit allgemeinem Verwendungszweck“ oftmals mit „starker KI“ assoziiert, was zeigt, wie mehrdeutig diese Bezeichnung ist. Diese Differenzierung wird im rechtlichen Exkurs im nächsten Abschnitt näher ausgeführt.

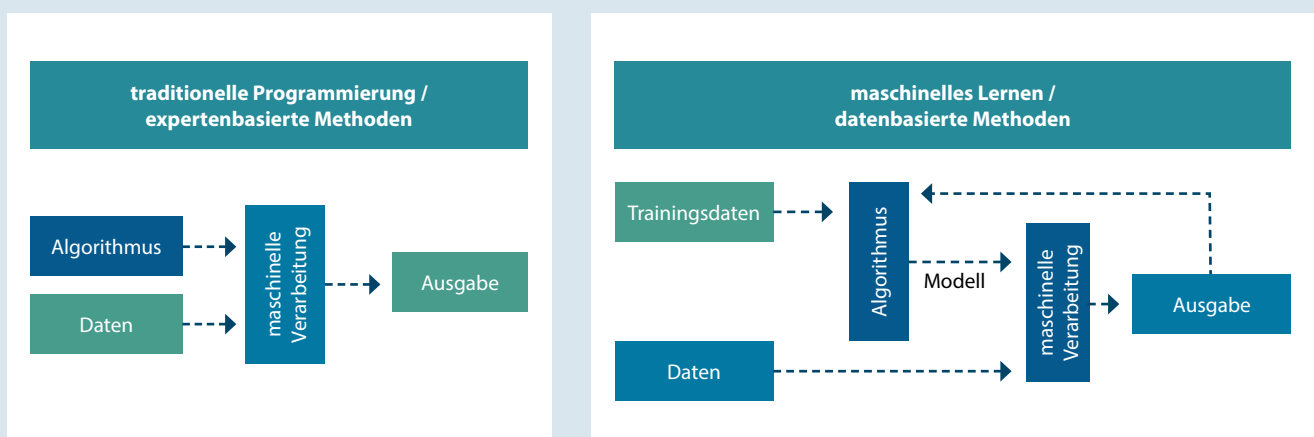
Definitiv hat die Datenethikkommission der Bundesregierung 2018 KI in ihrem Gutachten beschrieben als „Sammelbegriff für diejenigen Technologien und Anwendungen, die durch digitale Methoden auf Grundlage potenziell großer und heterogener Datensätze in einem komplexen und die menschliche Intelligenz gleichsam nachahmenden maschinellen Verarbeitungsprozess ein Ergebnis ermitteln, das gegebenenfalls automatisiert zur Anwendung gebracht wird“ (Datenethikkommission 2019: 35). Mit dieser Begriffsbestimmung wird bereits darauf verwiesen, dass es für die Realisierung von KI entsprechender Datengrundlagen bedarf, nicht nur, weil KI auf Daten aufbaut, sondern auch, weil stetiges Lernen und damit die Weiterentwicklung beziehungsweise Anpassungsfähigkeit maschinell erzeugter Intelligenz gewährleistet werden. Dabei ist KI als Querschnittstechnologie zu verstehen, mit der ganz unterschiedliche Zwecke adressiert werden können (vgl. Djeflal 2020: 52).

KI wird immer dann eingesetzt, wenn aus Daten Schlussfolgerungen gezogen werden sollen. Eine eindeutige Unterscheidung verschiedener Arten von KI wird dadurch erschwert, dass sich die Begrifflichkeiten historisch gewachsen überschneiden. Aus der geschichtlichen Perspektive der KI-Forschung gibt es zwei Methodenfamilien im Bereich der künstlichen Intelligenz, die sich darin unterscheiden, wie die Anwendung Informationen erwirbt: **Expertenbasierte Methoden** verwenden regelbasierte Algorithmen, beispielsweise Wenn-Dann-Regeln, die im Voraus von Fachleuten definiert werden, damit die Anwendung Schlussfolgerungen aus vorliegenden Daten ziehen kann, die diesen Regeln entsprechen. Expertenbasierte Methoden ähneln damit „traditioneller“ Programmierung, da ein Algorithmus genutzt wird, um Daten maschinell zu verarbeiten (s. Abbildung 1). **Datenbasierte Methoden** – diese werden auch als „maschinelles Lernen“ bezeichnet – verwenden hingegen große Datenmengen, um darin selbst entscheidungsrelevante Muster, also Regeln, zu erkennen. Das heißt, dass der Algorithmus aus sogenannten Trainingsdaten Zusammenhänge zwischen diesen Daten erlernt und daraufhin seine vorgegebenen Parameter selbstständig anpasst, um Muster zu erkennen. Nach dem Training kann dieser angepasste Algorithmus dann auf neue Daten angewendet werden, um aus ihnen Vor-

hersagen zu treffen (s. Abbildung 1). Genau hierin besteht der Unterschied zum traditionellen Programmieren oder zu expertenbasierten Methoden: Anstatt also Regeln manuell festzulegen, lernt das Programm Muster aus den Daten selbst (vgl. Schmid 2023).

Abbildung 2 zeigt eine genauere Unterteilung datenbasierter KI-Methoden. Ziel des maschinellen Lernens ist – wie oben beschrieben – die automatische Entwicklung eines Modells beziehungsweise eines Programms zur Lösung einer Aufgabe auf Grundlage von Beispielen. Einen Teilbereich des maschinellen Lernens stellen neuronale Netze dar. Neuronale Netze zeichnen sich als mathematische Modelle dadurch aus, dass sie sich durch die Eingabe weiterer Daten selbstständig verbessern können (vgl. Djefal 2020: 52). Im Bereich neuronaler Netze wiederum haben tiefe neuronale Netze, sogenanntes Deep Learning, in den letzten Jahren große Relevanz erfahren. Die „Tiefe“ dieser neuronalen Netze bezieht sich auf die Anzahl der Schichten, die die Daten verarbeiten. Deep Learning ist somit für besonders komplexe Probleme geeignet, die eine hohe Abstraktion erfordern, wie zum Beispiel Bild- und Spracherkennung, maschinelles Übersetzen oder autonomes Fahren. Hier ist auch die generative KI als ein Anwendungsbereich einzuordnen, in den große Sprachmodelle fallen, wie sie dem Sprachassistenten ChatGPT etwa unterliegen. Diese besitzen

Abbildung 1: Unterscheidung traditionelle Programmierung und maschinelles Lernen | Quelle: Fraunhofer IESE



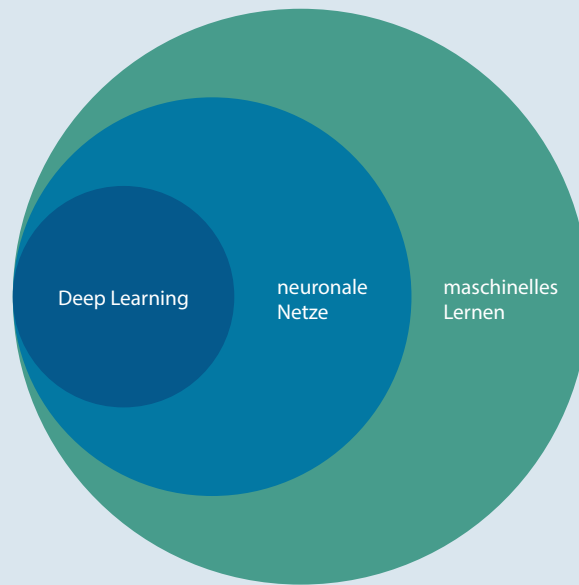


Abbildung 2: Kategorisierung von datenbasierten KI-Methoden | Quelle: Goodfellow et al. 2016: 9

heutzutage bis zu 100 Milliarden Verbindungen zwischen den Neuronen, sogenannte Parameter.

Die Stärke von KI liegt allgemein in ihrer Fähigkeit, große Datenmengen effizient zu verarbeiten, Muster zu erkennen und daraus Informationen oder Vorhersagen abzuleiten sowie Prozesse zu automatisieren. Expertenbasierte Methoden haben heutzutage an Relevanz verloren, da es durch sie nicht effizient möglich ist, alle möglichen Variationen und komplexen Zusammenhänge für die Verarbeitung großer Datenbestände zu definieren. Daher werden sie in dieser Studie nicht näher betrachtet. Als Richtwert lässt sich sagen, dass (datenbasierte) KI-Methoden immer dann sinnvoll Anwendung finden, wenn:

1. das Problem so komplex ist, dass eine (optimale) Lösung über gewöhnliche Heuristiken¹ nicht effizient berechenbar ist und/oder
2. das Problem nicht oder nicht vollständig beschreibbar ist und somit explizite, traditionelle Algorithmen durch aus Daten erlernte (Black-Box-)Modelle² ersetzt werden müssen (vgl. Schmid 2023).

In beiden Fällen stoßen traditionelle Algorithmen an ihre Grenzen:

Ein zu **komplexes Problem** kann zwar prinzipiell beschreibbar sein, ist aber so kompliziert, dass es mit traditionellen Algorithmen aufgrund der gro-

¹ Ein Beispiel für eine gewöhnliche Heuristik ist die „Nächstgelegener Nachbar“-Methode, mit der einfache Entscheidungen getroffen werden können. Ein Beispiel ist die Routenberechnung von Fahrzeugen zur Abfallsorgung, bei der mehrere Straßen in einem Stadtteil abgefahren werden müssen, um die Mülltonnen zu leeren. Die „Nächstgelegener Nachbar“-Methode berechnet dann von einer Position aus die Route zu der Straße, die am nächsten zur aktuellen Position liegt. Danach wird immer die nächstgelegene, noch nicht angefahrte Straße gewählt, bis alle Straßen abgefahren sind. Nachteil davon ist, dass das Fahrzeug am Ende eventuell längere Umwege fahren muss, weil die Reihenfolge der Stationen nicht optimiert ist.

² Viele Black-Box-Modelle stammen aus dem Bereich des maschinellen Lernens, sie sind aber nicht darauf reduzierbar. Es handelt sich hierbei um Modelle, bei denen Anwendende nicht nachvollziehen können, welche Merkmale, also Parameter, der Algorithmus für seine Entscheidung herangezogen hat. Dies ist etwa bei tiefen neuronalen Netzen der Fall, die aus einer Vielzahl versteckter Schichten bestehen. Solche Modelle kommen häufig zum Einsatz, wenn die verwendeten Daten beispielsweise hochdimensional sind, zwischen zu beschreibenden Merkmalen nicht-lineare Beziehungen bestehen oder Eingabedaten dynamisch sind, sich also häufig und schnell verändern. Beispiele für diese Art Daten sind etwa GPS-Daten, Geo- oder Verkehrsdaten.

ßen Anzahl an Variablen oder der hohen Rechenleistung, die benötigt würde, nicht effizient gelöst werden kann. Ein Beispiel, das in diese Kategorie fällt, ist die Optimierung der Energieverteilung in Smart Grids. Hier werden Energieverbrauch, -speicherung und -produktion so gesteuert, dass Engpässe vermieden und Überlastungen minimiert werden. Ein entsprechendes System ist äußerst komplex und daher nur schwer modellierbar, da es von vielen Faktoren abhängt, die zusätzlich dynamisch erfasst werden (z. B. Wetter, individuelle Verbrauchsmuster oder sozioökonomische Veränderungen). Ein Algorithmus, der all solche Faktoren berücksichtigt, ist praktisch nicht programmierbar oder wäre zumindest unpraktisch. KI-Modelle können hier durch die Analyse großer Datenmengen in Echtzeit die Vorhersage von Energieproduktion und -verbrauch sowie durch die dynamische Optimierung des Stromflusses eine flexible und effiziente Steuerung von Smart Grids ermöglichen.

Ein **nicht (vollständig) beschreibbares Problem** ist eines, bei dem es keine klaren oder vollständigen Regeln gibt, um alle möglichen Variationen und Zusammenhänge formal zu definieren. Es fehlen also entscheidende Informationen oder das Problem ist zu dynamisch und vielschichtig, um es mit traditionellen, expliziten Algorithmen (also solchen mit fest definierten, nachvollziehbaren Regeln) abzubilden. Ein Beispiel hier ist das Erkennen von Bäumen in urbanen Umgebungen auf unterschiedlich gearteten Bildern, beispiels-

weise von Überwachungskameras, Drohnen oder Satellitenaufnahmen. Diese Aufgabe ist nicht vollständig als Algorithmus beschreibbar, da die Variationen in Form, Farbe, Beleuchtung, Perspektive, Jahreszeiten und Hintergrundbedingungen zu zahlreich sind, um sie mit festen Regeln oder Algorithmen zu erfassen. Durch den Einsatz eines tiefen neuronalen Netzes können die notwendigen Muster und Merkmale (z. B. Blattstrukturen, Schattenmuster, Umrisse) automatisch durch das Lernen aus großen Mengen an Beispieldaten erkannt werden. Dies wird beispielsweise genutzt, um Stadtbäume zu kartieren, ihren Gesundheitszustand zu überwachen und Pflegebedarfe zu identifizieren oder Baumkronen zu analysieren, um ihre Rolle bei der Reduktion von Hitzeinsel-Effekten zu messen.

Aus technischer Sicht ist zu beachten, dass die meisten KI-Anwendungen auf probabilistischen Ansätzen, also auf Wahrscheinlichkeiten, beruhen und somit Anforderungen an Korrektheit und Vollständigkeit mit der Anwendung von KI-Methoden eingeschränkt sind beziehungsweise mit einer gewissen Fehlerquote gerechnet werden muss (vgl. Schmid 2023). Allerdings können KI-Systeme durch den Einsatz großer Datenmengen und moderner Modelle oft sehr zuverlässige Ergebnisse liefern, die in vielen praktischen Anwendungsfällen ausreichend präzise und effektiv sind. Um das Vertrauen in die Technik zu gewährleisten, ist eine menschliche Plausibilitätsprüfung jedoch unerlässlich. Diese Studie arbeitet

Drohnenbefliegung von Bäumen im Lemgoer Stadtwald. Der in Bamberg im Rahmen des BaKIM-Projektes entwickelte KI-Code zur Rettung von Bäumen mithilfe von Drohnen und KI von oben wurde ins ostwestfälische Lemgo übertragen | Quelle: digital.interkommunal



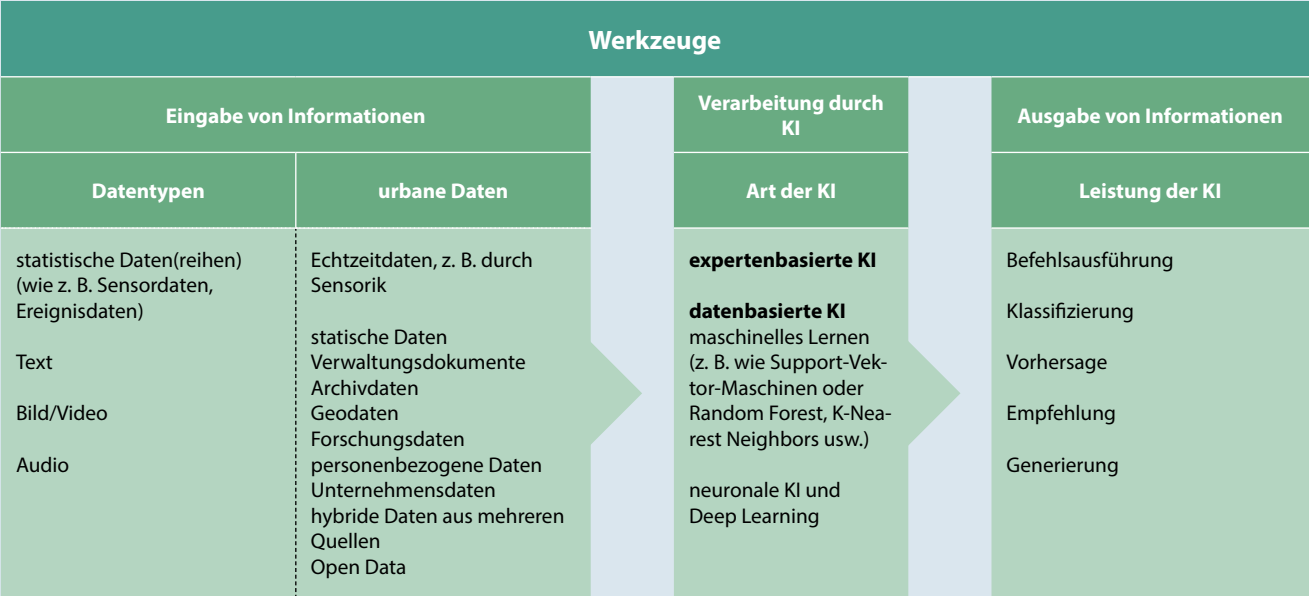
einige Fallbeispiele systematisch auf, um Kommunen einen handlungsorientierten Überblick über die Potenziale von KI zu geben (s. Abbildung 11 für einen Gesamtüberblick). Dazu werden einerseits die Einsatzzwecke beziehungsweise die **beabsichtigten Wirkungen** der Systeme analysiert (z. B. Effizienzsteigerung der Verwaltung) und andererseits die **Mittel**, mit denen diese Zwecke erreicht werden sollen (z. B. Automatisierung von Routineaufgaben). Diese nichttechnischen Dimensionen von KI-Systemen werden in Kapitel 2.2 näher betrachtet und in Abbildung 4 zusammengefasst. Zunächst aber wird dargestellt, wie der Prozess der KI-gestützten Informationsverarbeitung mithilfe unterschiedlicher Typen von Daten bestimmte Leistungen erzielt. Dafür ist die Beziehung der ein- und ausgegebenen Daten relevant, also der herangezogenen Informationen und ihrer spezifischen Verarbeitung innerhalb eines KI-Modells (s. Abbildung 3).

- Auf der **Eingabeseite** stehen Daten, die sich nach ihrem Typ und ihrer Quelle unterscheiden lassen. „Datentypen“ umfasst dabei statistische Daten, Text-, Bild-/Video- und Audio-daten. Urbane Daten beschreibt die Herkunft dieser Daten aus der städtischen Infrastruktur, also ob es sich beispielsweise um Echtzeitda-

ten, wie etwa Sensordaten, Verwaltungsdokumente, Archivdaten, Geodaten, personenbezogene oder Unternehmensdaten, handelt (s. Abbildung 3, linke Spalte).

- Diese Daten bilden die Grundlage für die **Verarbeitung** durch verschiedene Arten von KI (mittlere Spalte). In dieser Studie wird zwischen expertenbasierter KI, Methoden des maschinellen Lernens und neuronaler KI, einschließlich tiefer neuronaler Netze (Deep Learning), unterschieden.
- Die auf die Verarbeitung folgende **Ausgabe** der Anwendung als spezifische Leistung der KI ist in Befehlsausführung, Klassifizierung, Vorhersagen, Empfehlungen und Generierung unterteilt (rechte Spalte). Eine *Befehlsausführung* ermöglicht es, spezifische Anweisungen oder Aufgaben direkt auszuführen (z. B. Robotik), *Klassifizierung* ordnet Daten oder Objekte in vordefinierte Kategorien ein. *Vorhersagen* beziehen sich auf die Fähigkeit einer KI, zukünftige Ereignisse oder Muster auf Basis vorhandener Daten abzuleiten. *Empfehlungen* zielen darauf, konkrete Handlungsoptionen oder Entscheidungen für Nutzende vorzuschlagen. *Generierung* bezeichnet schließlich

Abbildung 3: Werkzeuge für passgenaue KI-Anwendungen | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



die Fähigkeit, neue Inhalte wie Texte, Bilder oder Audios auf Basis von Mustern und Trainingsdaten zu erstellen.

In Kommunen zielt der Einsatz von KI nicht nur auf die Effizienzsteigerung städtischer Prozesse, sondern auch auf die Unterstützung von Verwaltung, Wirtschaft und der Bevölkerung bei der Entscheidungsfindung und der verbesserten Umverteilung von Ressourcen. Zu beachten ist, dass die Digitalisierung kommunaler Prozesse als Grundlage für den Einsatz von KI anzusehen ist, da KI beispielsweise auf maschinenlesbaren Daten beruht. Gleichzeitig erhöhen die Potenziale der KI den Anreiz, die Digitalisierung voranzutreiben, wie zum Beispiel durch die Digitalisierung von Datenbeständen oder die Optimierung der Datenqualität. Weiter beeinflussen gesellschaftliche Werte, ethische Überlegungen und rechtliche Rahmenbedingungen die Art und Weise, wie KI entwickelt und eingesetzt wird. Daher muss der Einsatz von KI als ein Zusammenspiel zwischen Technik, sozialen Strukturen und menschlichem Handeln verstanden werden. Dies gilt auch für smarte Städte und Regionen.

2.2 Nichttechnische Dimensionen von KI: das soziotechnische System

KI ist ein Werkzeug, das bei entsprechender Anwendung die Ziele der (integrierten) Stadtentwicklung, wie sie von vielen Städten definiert werden, unterstützen kann. Insbesondere mit Blick auf diese Ziele müssen die gewünschte Wirkung des KI-Einsatzes sowohl auf übergeordneter strategischer Ebene als auch auf der konkreten Anwendungsebene klar benannt und der **Einsatzzweck** der KI konkretisiert werden. Daraus leitet sich als Folgefrage ab, in welcher Form KI in kommunale Aufgaben integriert werden kann, oder anders, wie und in welcher Form die Maschine als **Mittel** Politik, Verwaltung oder kommunale Unternehmen beim Erreichen ihrer definierten Ziele unterstützen kann. Bereits an diesem Punkt zeigt sich, dass der Einsatz von KI nicht nur eine technische Frage ist, sondern ihr Einsatz in nichttechnische, sowohl organisatorische als auch institutionelle Kontexte eingebun-

den ist und nicht losgelöst von gesellschaftlichen Wert- und Zielvorstellungen betrachtet werden kann. Der Einsatz von KI kann gewünschte Wirkungen entfalten, er kann aber auch übergeordneten Zielen zuwiderlaufen. Dies zeigt sich insbesondere bei der Ressourcenintensität, die mit dem Einsatz von KI verbunden ist, beispielsweise wenn (lokale) Rechenzentren so viel Strom für Rechenoperationen der KI verbrauchen, dass dies in keinem Verhältnis zu Effizienzgewinnen durch KI steht. Daher sollten die Wirkungen eines KI-Einsatzes insgesamt abgewogen und immer auch geeignete Alternativen geprüft werden. Um im jeweiligen Fall eine fundierte und **informierte Entscheidung** über die Nutzung von KI treffen zu können, braucht es bei den verantwortlichen Akteuren entsprechende **KI-Kompetenzen** (vgl. Catakli/Puntschuh 2023). Dazu zählt auch ein Basisverständnis der nichttechnischen Dimensionen von KI, das im Hinblick auf die mit KI verknüpften organisatorischen, operativen und gesellschaftsbezogenen Entscheidungen relevant ist.

Im Kern geht es um eine Passung zwischen KI und der Aufgabe, die sie übernehmen soll. Der Ausgangspunkt hierfür ist die Problemstellung oder bezweckte Wirkung im jeweiligen städtischen Handlungsfeld. Die nachfolgende Abbildung 4 verdeutlicht, dass die im vorherigen Abschnitt 2.1 beschriebenen Leistungen und Stärken von KI, insbesondere in der Verarbeitung großer Datenmengen, eine Reihe kurz- bis langfristiger **Wirkungen** entfalten können. Die Spalte links in Abbildung 4 listet Wirkungen von Effizienzsteigerung über Monitoring bis hin zur Steigerung der Systemresilienz auf. Diese Wirkungen werden durch die Integration von KI-Anwendungen in Arbeitsprozesse, wie Prozesssteuerung, Simulationen und Assistenzsysteme, umgesetzt (rechte Spalte). KI kann von der Gewinnung und Verarbeitung über die Auswertung bis hin zur Darstellung und Nachnutzung von Daten einzeln oder kombiniert eingesetzt werden. Sie erstreckt sich also auf den gesamten **Lebenszyklus von Daten** (s. Abbildung 4, blauer Kreis).

Dabei können Aufgaben übernommen werden, die bisher von Menschen durchgeführt wurden. Je nach Typ der Anwendung werden unterschied-



Abbildung 4: Wirkungen und Mittel der kommunalen KI-Integration | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik

liche **Mensch-Maschine-Interaktionen** notwendig. Anwendungen können sowohl im Backend (in operativen Systemprozessen bspw. bei der Auswertung von Verkehrsdaten) als auch im Frontend (integriert in eine Benutzeroberfläche wie beispielsweise in Sprachassistenten für Beschäftigte oder Bürgerinnen und Bürger) zum Einsatz kommen (s. Abbildung 4, rechte Spalte). Kapitel 3 und 4 illustrieren dies an zahlreichen Fallbeispielen.

Damit diese Wirkungen tatsächlich erzielt werden können, muss der Blick über die Technik hinaus geweitet werden. Der Einsatz von technischen Werkzeugen wie KI ist eingebettet in Arbeitspro-

zesse und Organisationsstrukturen. Er ist darüber hinaus von kulturellen Kontexten und ethischen, rechtlichen Rahmenbedingungen geprägt.

Das Zusammenwirken von technischen und nicht-technischen Faktoren wird auch als **soziotechnisches System** beschrieben (vgl. Emery/Trist 1969). Das soziotechnische System lässt sich im Arbeits- und Organisationskontext als System verstehen, in dem Interaktionen zwischen Mensch und Maschine, zwischen den Rollenträgenden innerhalb einer Organisation und in ihrer Wechselwirkung mit einer Umwelt strukturiert werden (vgl. Sydow 1985; vgl. Ulich 2013). Für den hier im Mit-

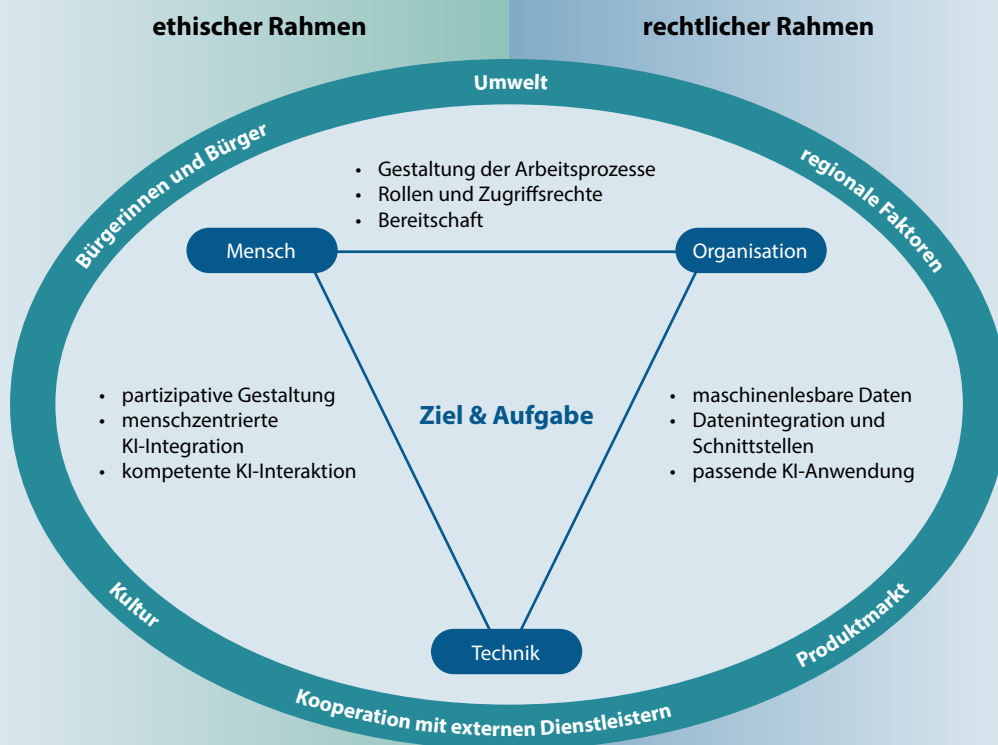


Abbildung 5: Künstliche Intelligenz im soziotechnischen System | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik in Anlehnung an Sydow 1985; Ulich 2013

telpunkt stehenden kommunalen KI-Einsatz ist wichtig, dass der Kern des soziotechnischen Systems in einer spezifischen Aufgabe besteht (vgl. Ulich 2013). Nachfolgende Abbildung (s. Abbildung 5) illustriert diese Ebenen, beginnend beim ethischen und rechtlichen Rahmen, übergehend von der Umwelt des Systems zum soziotechnischen System in der Mitte, das als ein Dreieck aus Organisation, Mensch und Technik rund um Ziele und Aufgaben aufgespannt wird. Auf den Schenkeln des Dreiecks liegen Anforderungen an die Gestaltung des soziotechnischen Systems (s. Abbildung 5). Beispielsweise kommt es im Zusammenspiel von Organisation und Mensch darauf an, auch den Arbeitsprozess so zu gestalten, dass die KI zweckmäßig eingesetzt werden kann; für das Zusammenspiel von Mensch und Technik heißt das, dass die Integration der KI-Anwendung am Nutzenden zu zentrieren ist (partizipative Gestaltung); und im Hinblick auf die Technik muss die Organisation schließlich die notwendigen Voraussetzungen wie maschinenlesbare Daten, Schnittstellen und andere Infrastrukturen für die KI-Integration schaffen.

Im kommunalen Kontext leitet sich die spezifische Aufgabe einer KI aus definierten Zielen oder Leistungen ab. Inwieweit lässt sich nun festmachen, ob Wirkungen von KI zur Erreichung von Zielen der Stadtentwicklung beitragen? Die beste Annäherung dazu bietet eine Bewertung anhand von Leitbildern nachhaltiger und gemeinwohlorientierter Stadtentwicklung, wie sie in der Neuen Leipzig-Charta und der Smart City Charta ausformuliert werden (vgl. BBSR 2017; vgl. BBSR 2021; vgl. ARL 2024). Wirkungen wie die Entlastung von Beschäftigten, Prozessoptimierung, Automatisierung, Monitoring und Prävention zählen je nach kommunalem Handlungsfeld sehr unterschiedlich auf diese Ziele ein (ausführlicher in Kapitel 3). Eine explizite Orientierung der Kommunen an Leitbildern ist aber keine notwendige Bedingung, um positive Wirkungen zu erzielen.

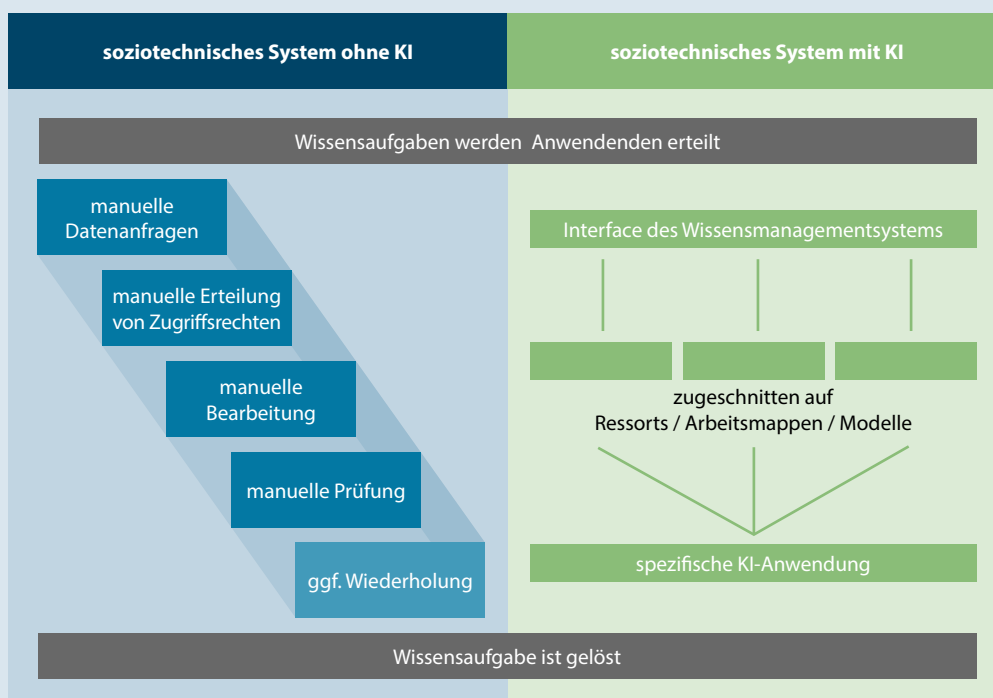
Für die zweckmäßige Integration von KI ist einerseits die Passung der KI-Fähigkeit zur Aufgabe, Problemstellung und den erwünschten Wirkungen relevant. Andererseits sind kommunale Prozesse, Verfahren und Regeln und die physische

Struktur mitzudenken, in die KI integriert werden soll. Nicht anders als in anderen Bereichen der Digitalisierung kommunaler Aufgaben reicht es nicht, einen analogen Prozess eins zu eins in einen digitalen zu übersetzen. Damit KI als Werkzeug mit Mehrwert eingesetzt werden kann, muss sich die KI-Funktionalität im Kontext des Einsatzes entfalten können. Das kann bedeuten, dass insbesondere Verfahren, Prozesse sowie die Aufbereitung und der Zugang zu Daten sowie Schnittstellen neu orchestriert werden müssen. Datenstrategien und Data-Governance-Modelle bilden hierfür die Grundlage.

Dies lässt sich am Beispiel eines KI-basierten Wissensmanagementsystems in der Verwaltung illustrieren: Ein solches kann sein Potenzial erst dann erfolgreich entfalten, wenn es als ressortübergreifende Lösung für verschiedene Arbeitskontexte konzipiert ist. Die KI-Anwendung greift auf Grundlagen wie maschinenlesbare Daten zu, die – ohne dass sie dafür zentralisiert sein müssen – laufend aktualisiert werden. Für sich wiederholende Wissensaufgaben wie Abfragen können darin Arbeitsmappen mit unterschiedlichen

Zugriffsrechten auf Daten angelegt werden. Im Gegensatz zur modellhaften Ausgangssituation ohne den Einsatz von KI – in der beispielsweise das Gesundheitsamt eine schriftliche Anfrage stellen muss, wenn es Zugang zu Emissionsdaten des Umwelt- und Verkehrsamts erhalten möchte – fällt dieser Schritt aufgrund zuvor definierter Arbeitsmappen weg. Durch den Einsatz von Sprachmodellen verläuft die Suche in den Datenbanken schneller und die Qualität der Ausgabe ist höher. Die Arbeitsschritte eines Wissensmanagementsystems mit und ohne KI sind in Abbildung 6 gegenübergestellt. Sie veranschaulicht, wie durch den KI-Einsatz Prozesse einfacher und effizienter werden. Hinsichtlich der (nicht nur personellen) Herausforderungen, vor denen Kommunen stehen, bietet der Einsatz von KI großes Potenzial. Nicht nur aufgrund der Umsetzbarkeit, sondern auch aufgrund der weitreichenden gesellschaftlichen Risiken und Folgen eines möglichen KI-Einsatzes (s. Kapitel 2.3), bedarf es hier jedoch weiterer Abwägung. Fragen nach Verhaltensgeboten leiten zum ethischen (und rechtlichen) Rahmen, in den soziotechnische, KI-integrierende Systeme eingebettet sind.

Abbildung 6: Soziotechnisches Wissensmanagementsystem ohne und mit KI | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik





Auch wenn marktführende Unternehmen wie Google, OpenAI und Microsoft eigene ethische Leitlinien zur Entwicklung von KI formuliert haben, ist ihre Einhaltung jedoch nicht verbindlich | Quelle: Tada Images – stock.adobe.com (generiert mit KI)

Der ethische Rahmen informiert über ethische Prinzipien, die im Lebenszyklus von KI-Anwendungen zu berücksichtigen sind (s. Infokasten „Ethischer Rahmen des KI-Einsatzes“, S. 18). Dies beginnt bei der Entwicklung und reicht über die Bewertung bis zum Einsatz von KI. Das Gleiche gilt für die rechtlichen Rahmenbedingungen des KI-Einsatzes (s. rechtlicher Exkurs, S. 23). So werden zentrale ethische Prinzipien zur Abwehr größeren Schadens mittlerweile regulatorisch durch den europäischen AI Act aufgegriffen. Anbieterinnen und Anbieter sowie Anwendende aus allen Sektoren werden dabei in die rechtliche Verantwortung genommen.

KI-Anwendungen, soweit sie der Erfüllung öffentlicher Aufgaben dienen, unterliegen hohen ethischen Anforderungen hinsichtlich des Schutzes der Bevölkerung und des Aufbaus und Erhalts des Vertrauens der Bürgerinnen und Bürger. In diesen Fällen lassen sich ihre Effekte, vor allem algorithmische Empfehlungen, unter die vollziehende Gewalt des Staates einordnen. Aus der demokratischen Legitimation staatlichen Handelns leitet sich eine besondere Verantwortung ab, die individuelle Gleichheit vor Recht und Gesetz, den Schutz von Minderheiten und die Wahrung des Prinzips der

Gerechtigkeit auch dann zu garantieren, wenn autonom agierende Maschinen involviert sind (vgl. Deutscher Ethikrat 2023; vgl. Trappe 2013; vgl. Lob-Hüdepohl 2002). Hinzu kommt: Die Entwicklung von KI-Software-Lösungen ebenso wie die Merkmale eingesetzter KI können von Kommunen nur bedingt mitgestaltet werden. Hard- und Software werden in der Regel eingekauft oder durch kommunale, gemischtwirtschaftliche oder private Dienstleister bereitgestellt. In jedem Fall müssen ethische Standards und Regeln für den Einsatz von KI durchgesetzt werden. Kritisch ist dies dort, wo private Unternehmen allenfalls freiwillige Selbstverpflichtungen gelten lassen oder sich einer Transparenz ihrer KI-Modelle entziehen (vgl. Hagendorff 2020). Das ist auch mit Blick auf das Szenario einer privatwirtschaftlichen Gestaltung städtischer Handlungsfelder relevant, die ein zunehmend interessantes Geschäftsfeld darstellen – beispielsweise in Form von Mobilitätsplattformen. Marktführende Unternehmen wie Google (2025), OpenAI (2025), Microsoft (2025) und industrielle Partnerschaften von Großunternehmen wie Amazon, Apple, IBM oder Facebook haben zwar eigene ethische Leitlinien zur Entwicklung von KI formuliert, ihre Einhaltung ist jedoch nicht verbindlich.



Ethischer Rahmen des KI-Einsatzes

Orientierung geben europäische Leitlinien zu vertrauenswürdiger KI (Europäische Kommission 2019) und Leitlinien internationaler Organisationen wie der OECD AI Policy Observatory (2024), UN High-Level Committee on Programmes (HLCP) (2022), UN (2024), UNESCO (2022), IEEE (2019) und Netzwerke wie *AI for the Global Good* (ITU 2024). Diese setzen Menschzentrierung, den Einklang mit demokratischen Prinzipien, Menschenrechten, Menschenwürde und dem Allgemeinwohl sowie die Abwehr von Schaden als Referenzpunkte für die Priorisierung ethischer Prinzipien über den gesamten Lebenszyklus von KI-Systemen. Vertrauenswürdigkeit wird durch Rechtmäßigkeit und die Einhaltung ethischer Prinzipien erzielt. Zu diesen Prinzipien gehören in der Anwendung von KI:

- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- menschliche Aufsicht und Kontrolle von KI-Anwendungen
- technische Robustheit und Sicherheit, Risikovermeidung
- Schutz der Privatheit und ein Datenqualitätsmanagement
- Transparenz
- Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness
- Förderung von Teilhabe und Inklusion
- Hinwirken auf gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen
- Erklärbarkeit, Verständlichkeit, Rechenschaftspflicht der Anwenderinnen und Anwender
- Schutz vor Missbrauch
- Zweckmäßigkeit

Inzwischen formulieren erste Kommunen selbst ethische Leitlinien für den KI-Einsatz und ein wertebasiertes und verantwortungsvolles Verwaltungshandeln beim Technologieeinsatz, wie beispielsweise in der „Charta Digitale Ethik“ der Stadt Essen (vgl. Adelskamp/Heinemann 2024) oder der KI-Strategie der Stadt Wien (2024). Auch auf der Ebene von Verbänden sind entsprechende Ausführungen in der Diskussion und Erarbeitung.

Bereits etwas spezifischer auf generative KI zugespißt, fokussiert ein Leitfaden von der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) und Vitako den verantwortungsvollen Einsatz von großen Sprachmodellen in Kommunalverwaltungen (vgl. Vitako/KGSt 2024).

Einen Sonderfall stellen ethische Prinzipien für die Entwicklung starker KI dar. Auch wenn in der näheren Zukunft keine derartigen Anwendungen zu erwarten sind, hat OpenAI, ein führendes Unternehmen in der Entwicklung generativer KI, drei Guidelines für eine potenzielle Superintelligenz formuliert: Dazu gehören (1) die koordinierte Entwicklung, um Sicherheit und gesellschaftlichen Impact verantwortungsvoll zu steuern, (2) eine internationale Aufsichtsbehörde und (3) technische Sicherheitsstandards (vgl. Altman et al. 2023).

Ethische Prinzipien allein ersetzen aber menschliche Kontrolle und systematisches Auditing nicht, denn unter keinen Umständen ist blindes Vertrauen in KI gerechtfertigt. Sie sind nur dann effektiv, wenn sie kontinuierlich und unter Beteiligung der relevanten Interessentragenden in die Ermittlung und Umsetzung von Anforderungen (Stichwort: partizipative Gestaltung), die Bewertung von Lösungen und das Erzielen besserer Ergebnisse einfließen. Dies wird in ethischen Impact-Assessments umgesetzt. Stellschrauben hierbei sind Standardisierung (vgl. IEEE 2019) und *Ethics-by-Design-Ansätze* (vgl. AI4People Institute 2024).

2.3 Risiken und Voraussetzung einer Integration von KI im kommunalen Kontext

Allein die Potenziale von KI für die Stadtentwicklung zu erkennen, führt noch nicht dazu, dass KI-Anwendungen flächendeckend in Kommunen Anwendung finden. Letzteres hängt auch davon ab, wie den Anforderungen an und den Risiken durch KI begegnet wird und wie stark sich Treiber und Barrieren dieser Entwicklung ausbalancieren lassen. In Anlehnung an das *technology-organization-environment-Framework* (vgl. Tornatzky/Fleischer 1990; vgl. Rjab et al. 2023) werden zum Abschluss dieses Kapitels Treiber und Barrieren gemeinsam mit den Risiken der KI-Nutzung entlang von technischen, organisatorischen und Umweltfaktoren betrachtet. Der Einsatz einer komplexen Technologie wie KI hat nicht vollständig vorher-sagbare Folgen für Beschäftigte, Bürgerinnen und Bürger sowie für die Gesellschaft insgesamt. Es handelt sich um ein weites thematisches Feld, auf das unter Verweis auf die Verfahren und Methoden der Technikfolgenabschätzung nur hingewiesen werden kann (vgl. Evers-Wölk et al. 2021).

Technische Faktoren

Technische Faktoren beziehen sich auf die Schwierigkeiten, KI-Anwendungen technisch so umzusetzen, dass sie den aufgabenbezogenen und ethischen Anforderungen gerecht werden.

Im Zentrum stehen dabei der Schutz personenbezogener Daten sowie der Schutz der kritischen Infrastruktur im Hinblick auf Informations- und Cybersicherheit. Im Kontext KI-basierter Automatisierung sind die Sicherheit und Robustheit der Anwendungen für die Akzeptanz durch die Bevölkerung zentral. Die ordnungsgemäße Umsetzung ethischer Prinzipien kann Hürden für die Einführung von KI im öffentlichen Sektor darstellen. Hürden können hierbei beispielsweise die fehlende Erklärbarkeit von Regeln im Kontext KI-basierter Empfehlungssysteme und Entscheidungen sein sowie unklare Grenzen des KI-Anwendungs-beziehungsweise Wirkungsbereichs (vgl. Diran et al. 2021). Eine weitere Hürde stellt die technische Verfehlung von Zielen der Stadtentwicklung dar, beispielsweise wenn die Komplexität von KI-Systemen die Teilhabemöglichkeiten bestimmter Bevölkerungsgruppen, sei es als Beschäftigte oder als Bürgerinnen und Bürger, einschränkt.

Folgende Risiken sind in diesem Zusammenhang hervorzuheben:

- 1. Fehlende Transparenz und Undurchschau-barkeit:** Die Attraktivität lernender Systeme besteht darin, neue Zusammenhänge analysieren zu können. Häufig liegen in KI-Modellen allerdings unbewusste Annahmen und Wertesysteme ihrer Schöpfer verborgen (vgl. Forsythe 1993; Fleck 1987). Auch können KI-generierte Ergebnisse methodisch un-

KI-Systeme können im kommunalen Kontext zu Verzerrungen führen, wenn Überwachungssysteme nur nicht-behinderte Personen erkennen und Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrer nicht als schützenswert einstufen | Quelle: Tascha – stock.adobe.com (generiert mit KI)



durchschaubar sein. Die Schwierigkeiten der Nichterklärbarkeit, also wie und nach welchen Regeln die „Black-Box KI“ zu ihren jeweiligen Ergebnissen kommt, rückt die Frage des verantwortungsvollen kommunalen Einsatzes in den Vordergrund. Hier geht es auch um die digitale Souveränität der Kommunen.

2. Verzerrungen: Die Anfälligkeit von KI-Systemen für algorithmische Verzerrungen (vgl. Citron/Pasquale 2014) und diskriminierende Effekte, die dem allgemeinen Gleichbehandlungsgrundsatz hinsichtlich Geschlechtes, ethnischer Herkunft, Religion, Weltanschauung, Behinderung, Alter und sexueller Identität widersprechen, werden vielfach diskutiert. Handelt es sich um personenbezogene Daten, so besteht die Gefahr von Stereotypen oder Verzerrungen in der Zuteilung von Ressourcen beziehungsweise Leistungen, was wiederum gesellschaftliche Ungleichheit reproduzieren kann. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn durch eine ausschließliche Verwendung von Bildmaterial nicht-gebehinderter Menschen bei der Überwachung von Bahnhöfen Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrer nicht als schützenswerte Personen erkannt werden. Effektiv gegen Verzerrungen wirkt eine Festlegung von Fairness-Kriterien (vgl. Russell/Norvig 2021) für die Gestaltung der KI, die mit einer Begründungspflicht der Entwicklerinnen und Entwickler (vgl. Ananny/Crawford 2018; vgl. Leben 2023) verknüpft wird (XAI, explainable AI). Die Einhegung von Folgen durch Ex-post-Lösungen wie Fairness-Metriken greift oft zu spät und es besteht auch Missbrauchsgefahr (vgl. Ziosi et al. 2024).

3. Missachtung von Grundrechten sowie Datenschutz- und Urheberrechten: Im Kontext generativer KI sind neue Risiken aufgekommen, wie die Missachtung geistigen Eigentums beim Trainieren großer Sprach-, Bild- und Tonmodelle und die Nutzung dieser Daten in der Anwendung. Darunter fällt auch die Verletzung von individuellen Grundrechten, wie der Menschenwürde und dem Recht am eigenen Bild, beispielsweise bei bloßstellenden Deep Fakes.

Organisatorische Faktoren

Allgemeine Treiber für den KI-Einsatz sind Erwartungen hinsichtlich einer Kostensenkung (vgl. Wirtz et al. 2019) sowie hinsichtlich einer effizienteren Steuerung von Ressourcen (vgl. Diran et al. 2021). Besonders regelbasierte Routineaufgaben sind prädestiniert dafür, auf Maschinen übertragen zu werden. Einfache Schreibtätigkeiten, wie Protokollierung, Übersetzung oder Antwortschreiben im Beschwerde- beziehungsweise Erweiterungsmanagement, lassen sich etwa maschinell übernehmen. Externe Dienstleistungen wie Grafikdesign, Übersetzungs- oder Programmierarbeiten werden künftig unter Umständen nicht mehr nach außen vergeben werden müssen. Die Integration von KI in ein soziotechnisches System setzt aber Kompetenzen, Investitionen und die Bereitschaft zur Veränderung voraus. Gerade letzteres ist im öffentlichen Sektor nicht immer selbstverständlich. Der Mangel an initialen Ressourcen ist eine weitere Barriere für die Adaption von kostenintensiver KI (vgl. Rjab et al. 2023): Darunter fallen fehlende finanzielle Ressourcen, das Fehlen von IT-Infrastruktur ebenso wie nur eingeschränkt verfügbare Fachkräfte (vgl. Wirtz et al. 2019). Die hohe Nachfrage am Arbeitsmarkt nach qualifizierten Fachkräften – speziell im IT-Bereich – ist eine Herausforderung im öffentlichen Dienst, insbesondere angesichts angespannter kommunaler Haushaltssituationen und bestehender Tarifstrukturen. Hinzu kommt, dass die zeitlichen Aufwände und notwendigen Kompetenzen für die Entwicklung, Erprobung und Anwendung von passfähigen KI-Anwendungen häufig unterschätzt werden.

Weitere Risiken sind in diesem Zusammenhang hervorzuheben:

4. Veränderungen von Berufsbildern: Aus Perspektive der Kommunen besteht derzeit das größte Risiko in der Geschwindigkeit der Entwicklung. Der Umgang mit KI und dafür notwendige Kompetenzen können vornehmlich für ältere Beschäftigte eine Herausforderung darstellen. Ebenso können sich innerbetriebliche Widerstände ergeben, wenn nicht frühzeitig Informations- und Weiterbildungsangebote bereitgestellt werden.

5. **„Übervertrauen“ in KI:** Je stärker KI zum Einsatz kommt, desto mehr verändert sich auch das aufgabenbezogene Wissen. Werden Routinen nicht mehr selbst durchgeführt, sondern der KI überlassen, kann dies zur Folge haben, dass der Technik zu sehr vertraut wird. Unter Umständen werden Ergebnisse der KI selbst dann nicht angezweifelt, wenn sie dem Erfahrungswissen der Anwenderinnen und Anwender augenscheinlich widersprechen. KI ist jedoch fehlbar. Die Vermittlung der Grenzen von KI ist deshalb ein wichtiger Bestandteil von Schulungen. Wie leicht den Beschäftigten eine Prüfung der Plausibilität von KI-Ausgaben fällt, wird auch durch die Organisations- und Fehlerkultur in der Kommune beeinflusst.

6. **Rebound-Effekte und Widersprüche:** Mit dem KI-Einsatz verknüpfte Erwartungen an Effizienz können sich in gegenteilige Effekte verkehren. Die erwartete Entlastung der Beschäftigten kann dazu führen, dass die Leitungsebene mit höherem Arbeitsvolumen je Beschäftigten plant, sodass es faktisch zu keiner Entlastung kommt. Die Erwartung einer Ressourceneinsparung durch KI-basierte Prozesssteuerung, beispielsweise im Gebäudemanagement, steht im Widerspruch dazu, dass Server- und Rechenzentren einen enormen Energie-, Wasser- und Flächenverbrauch haben (vgl. ARL 2024). Durch effiziente Verkehrssteuerung und autonome Mobilität beispielsweise entstehen nicht unbedingt raumeffiziente, nachhaltige Lösungen, solange die Verkehrsentlastung nicht zu Gunsten des ÖPNV gelenkt wird. Der Einsatz von KI allein garantiert folglich nicht, dass Ziele der Stadtentwicklung erreicht werden.

Umweltfaktoren

Die KI-Integration ist in politische Rahmenbedingungen und Regeln eingebettet (s. rechtlicher Exkurs, S. 23) oder vom Vorhandensein von Förderprogrammen abhängig, die Einfluss auf die Richtung und Geschwindigkeit der Adaption von KI haben. Die demografische Entwicklung und der daraus resultierende Fachkräftemangel sind neben dem Klimawandel weitere treibende Faktoren, auf die Kommunen reagieren müssen.

Die Kehrseite der in KI erkannten Potenziale sind disruptive Folgen für den Arbeitsmarkt. Diese strukturellen Veränderungen gehen häufig mit Vorbehalten der Belegschaft, ihrer Vertretungen sowie ganzer (lokaler) Wirtschaftszweige einher. Solche Widerstände gegen die „virtuelle[n] Arbeitskraft“ (Wirtz et al. 2018: 596) können Adaptionsprozesse hemmen.

Ein zusätzliches Risiko ist in diesem Zusammenhang hervorzuheben:

7. **Missbrauch zum Zweck der gesellschaftlichen Kontrolle:** Im Zusammenhang mit der Datenerfassung im öffentlichen Raum wird häufig das Missbrauchsrisiko thematisiert (vgl. Zuboff 2018; Lyon 2022). Sind Infrastrukturen der Überwachung erst einmal verbreitet, lassen sie sich beispielsweise unter neuen (autokratischen) Regierungen zweckentfremden. Beispielsweise kann eine Gesichtserkennung im öffentlichen Raum, die ursprünglich zum Schutz der Bürgerinnen und Bürger implementiert wurde, zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfolgung von politisch Andersdenkenden genutzt werden. In einem solchen Fall rührt dies auch am Grundverständnis der europäischen Stadt als Ort der freien Bewegung und der Integration von Menschen unterschiedlicher Herkunft.

Zusammenfassend rückt der Blick auf Treiber, Barrieren und Risiken einmal mehr die fundierte und informierte Entscheidung eines KI-Einsatzes in Kommunen in den Mittelpunkt. Kompetenzen hierzu sind von der Potenzialanalyse, über Planung, Entwicklung hin zu Bewertung und Steuerung notwendig. Dazu gehört auch eine verantwortungsvolle Priorisierung, um Widersprüche zwischen intendierten Zielen der integrierten Stadtentwicklung und nichtintendierten Nebeneffekten der Technologisierung aufzulösen. Einer anforderungsgerechten Umsetzung von KI stehen häufig nicht grundsätzliche technische Unmöglichkeiten im Weg, sondern organisatorische Faktoren wie Ressourcen, die zur Entwicklung und Anpassung einer Lösung notwendig wären. Letztlich schwächt das die Akzeptanz und das Vertrauen der Beschäftigten und der Gesellschaft in die Kommunalverwaltungen.



Weiterführende Leitfäden oder Informationsmaterialien

KI-Kompetenzraster für Verwaltungen der Bertelsmann Stiftung (Catakli/Puntschuh 2023):
<https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/orientierung-im-kompetenzdschungel>

Themenseite zu KI der Digitalakademie Baden-Württemberg (2025a):
<https://digitalakademie-bw.de/kuenstliche-intelligenz>

KI-Lern-App für Kommunen der Digitalakademie Baden-Württemberg (2025b):
<https://digitalakademie-bw.de/prototyp-1-ki-lern-app>

Je stärker KI zum Einsatz kommt, desto mehr verändert sich auch das aufgabenbezogene Wissen. Die Vermittlung der Grenzen von KI muss deshalb ein wichtiger Bestandteil von Schulungen kommunaler Mitarbeitender sein | Quelle: Jacob Lund – stock.adobe.com



Exkurs: In welchem nationalen und europäischen rechtlichen Rahmen bewegt sich der Einsatz von KI in smarten Städten und Regionen?

Die Anwendung von künstlicher Intelligenz ist mittlerweile im Alltag nicht mehr wegzudenken. Gleichzeitig kann KI mit potenziellen Gefahren einhergehen, wie etwa Sicherheitsrisiken oder ihrer missbräuchlichen beziehungsweise unethischen Verwendung. Vor diesem Hintergrund hat die Europäische Union den AI Act erarbeitet, der am 1. August 2024 in Kraft getreten ist und seither unmittelbar in allen Mitgliedstaaten gilt. Die meisten Regelungen sind erst nach 24 Monaten anwendbar, es gibt aber Ausnahmen. Zum Beispiel dürfen verbotene KI-Systeme schon seit dem 2. Februar 2025 nicht mehr eingesetzt werden. In diesem Exkurs werden die Regelungen des AI Acts zusammengefasst, die für Kommunen relevant sind, die selber KI-basierte Systeme zum Einsatz bringen möchten.

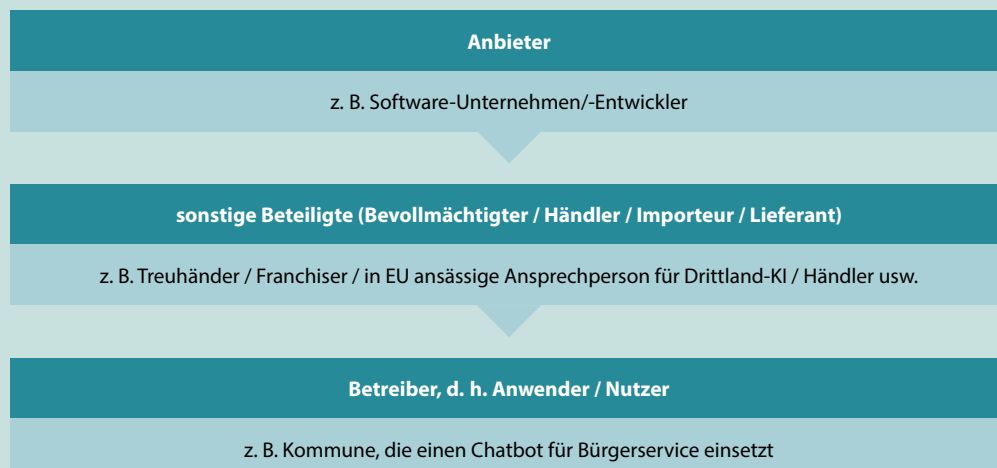
Vom AI Act sind verschiedene Adressaten betroffen (s. Abbildung 7). Wesentlicher Adressat des AI Acts ist der **Anbieter**. Dabei handelt es sich um eine natürliche oder juristische Person, Behörde, Einrichtung oder sonstige Stelle, die ein KI-System oder eine General Purpose AI (GPAI) entwickelt oder entwickeln lässt und es unter ihrem eigenen Namen oder ihrer Handelsmarke in Verkehr bringt oder in Betrieb nimmt, sei es entgeltlich oder unentgeltlich (vgl. Art. 3 Nr. 3 AI Act). Daneben erfasst der AI Act **Betreiber** (= Nutzer, Verwender), also natürliche oder

juristische Personen, Behörden, Einrichtungen oder sonstige Stellen, die ein KI-System in eigener Verantwortung verwenden, es sei denn, das KI-System wird im Rahmen einer persönlichen beziehungsweise nicht beruflichen Tätigkeit verwendet (vgl. Art. 3 Nr. 4 AI Act).

Der AI Act adressiert auch Pflichten für **sonstige Beteiligte**. Betroffen davon sind der Bevollmächtigte, Einführer, Händler und der Produkthersteller. Pflichten, die für Anbieter eines KI-Systems gelten, treffen in bestimmten Fällen auch sonstige Beteiligte (vgl. Art. 25 AI Act). Diesen obliegen bei Hochrisiko-KI insbesondere Prüfpflichten (vgl. Art. 22-24 AI Act).

Gebietskörperschaften, wie Landkreise, Städte und Gemeinden, können grundsätzlich Anbieter im Sinne des AI Act sein, etwa wenn sie ein KI-System beziehungsweise GPAI unter ihrem eigenen Namen entwickeln und in den Verkehr bringen. Wahrscheinlicher ist es jedoch, dass Kommunen als Betreiber, also Anwender, agieren, wenn sie KI-Systeme zur Nutzung in ihre Systeme implementieren. Hierbei werden in der Regel Angebote von KI-Dienstleistern zum Einsatz kommen. Vertraglich ist dann sicherzustellen, dass die entsprechenden Pflichten durch den Dienstleister beziehungsweise den Inverkehrbringer umgesetzt

Abbildung 7: Adressatenkreis des AI Acts | Quelle: BBH



und nicht auf Gebietskörperschaften übertragen oder abgewälzt werden.

Um zu verstehen, welchen Anwendungsbereich der AI Act hat und welche Anwendungsfälle beim Einsatz von KI erfasst werden können, ist es zunächst notwendig, die von der Verordnung betroffenen KI-Modelle darzustellen. Der AI Act differenziert beim Einsatz von KI-Anwendungen grundsätzlich zwischen **KI-Systemen** und **KI-Modellen**. **KI-Systeme** sind anpassungsfähig sowie auf den autonomen Betrieb zur Ableitung expliziter und impliziter Ziele ausgelegt. **KI-Modelle** stellen typischerweise den „trainierten KI-Kern“ dar, auf dem ein KI-System aufbaut, das zusätzlich etwa die Dateneingabe über eine Benutzeroberfläche umfasst. KI-Modelle, die universell einsetzbar sind, gelten als solche **mit allgemeinem Verwendungszweck** (sogenannte **GPAI**). Sie sind charakterisiert durch ihre hohe Flexibilität sowie ihre Integrationsfähigkeit und die Kompetenz, eine Vielzahl an Aufgaben zu erfüllen. GPAI werden in der Regel mit großen Datenmengen durch verschiedene Methoden trainiert, etwa überwachtes, unüberwachtes und bestärkendes Lernen („Machine Learning“) (vgl. ErwG 97 AI Act), um aus Erfahrungen Wissen zu generieren, mit dem sie Probleme lösen können. Deshalb werden sie auch häufig als „generative KI“ bezeichnet. Das Sprachmodell GPT-4 oder die Text-to-Image-Tools DALL-E oder Midjourney 5.1 sind etwa als GPAI einzuordnen. Beruht ein KI-System auf einem GPAI und ist es in der Lage „einer Vielzahl von Zwecken sowohl für die direkte Verwendung als auch für die Integ-

ration in andere KI-Systeme zu dienen“, wird es gemäß Art. 3 Nr. 66 AI Act als **KI-System mit allgemeinem Verwendungszweck** bezeichnet. Ob ein KI-System einen allgemeinen Verwendungszweck hat oder nicht, ist also insbesondere abhängig vom jeweils integrierten KI-Modell.

Risikoklassifizierung beim Einsatz von KI

Die Vorschriften des AI Acts legen einen risikobasierten Ansatz zugrunde, was bedeutet, dass sich bestimmte Verpflichtungen nach dem Risiko richten, welches von dem jeweiligen KI-System oder einem GPAI ausgeht. Es gilt die folgende Risikoklassifizierung für KI-Systeme (s. Abbildung 8).

KI-Systeme sind verboten, wenn von ihnen ein unannehmbares Risiko ausgeht, also wenn sie als Bedrohung für den Menschen oder seiner Rechte gelten (vgl. Art. 5 AI Act). Beispielhaft fallen darunter KI-Systeme, die soziales Verhalten bewerten („Social Scoring“) oder etwa die Rückzahlung von Krediten oder Verkehrsverstöße überwachen und bewerten. „Social Credit“-Systeme dieser Art legen bei einem niedrigen „Score“ bestimmte Beschränkungen im täglichen Leben fest, zum Beispiel Reisebeschränkungen oder den Zugang zu Bildungseinrichtungen (vgl. Krejza/Reichinger 2022). Ebenfalls fallen bestimmte KI-Systeme zur biometrischen Identifizierung von Menschen in Echtzeit darunter. Ausnahmen gibt es etwa in öffentlichen Räumen, wenn dies zu bestimmten Strafverfolgungszwecken unbedingt erforderlich ist, wie der Aufdeckung von Menschenhandel oder der Abwehr von Terrorgefahren. Auch KI-Systeme, die

Abbildung 8: Darstellung der unterschiedlichen Risikogruppen von KI-Systemen im AI Act | Quelle: BBH

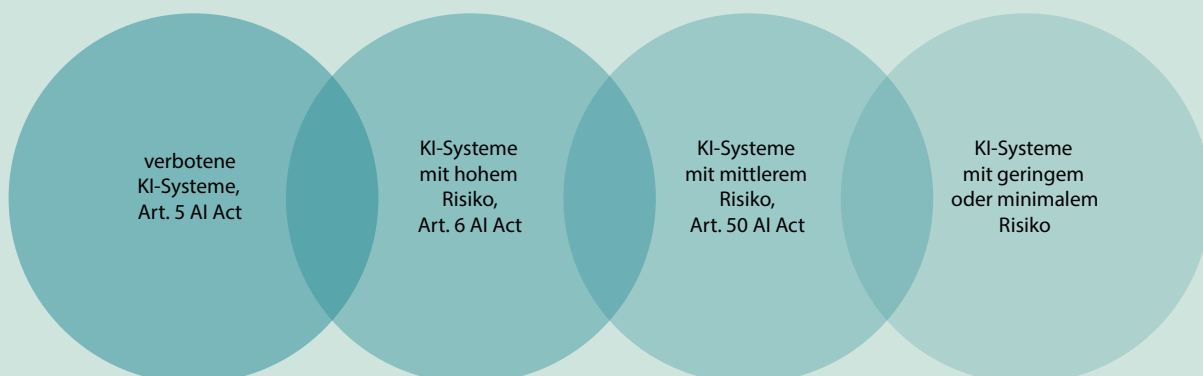




Abbildung 9: Übersicht der Einstufung hochriskanter Bereiche im AI Act | Quelle: BBH

Menschen unterschwellig beeinflussen oder sogar schädigen können, sind verboten.

Zulässig sind hingegen **Hochrisiko-KI-Systeme** (vgl. Art. 6 AI Act), die aber bestimmten Konformitätspflichten unterliegen. Welche Systeme als hochriskant eingestuft werden, richtet sich insbesondere nach ihren Anwendungsgebieten:

So würde etwa der Einsatz von KI in Verfahren der Bürgerbeteiligung eine rechtliche Prüfung unter Berücksichtigung der Regelungen des AI Acts erfordern, da hierbei KI-Systeme mit Bezug zu beziehungsweise Einfluss auf demokratische Prozesse eingesetzt werden könnten. Anbieter von Hochrisiko-KI sind verpflichtet, den aktuellen Stand der Technik einzuhalten, technische Dokumentationen zu führen und Transparenz- sowie Informationspflichten gegenüber Betreibern zu erfüllen (vgl. Art. 8 ff., 73 AI Act). So müssen Hochrisiko-KI-Systeme einen transparenten Betrieb ermöglichen und mit Betriebsanleitungen bereitgestellt werden. Die Betreiber von Hochrisiko-KI sind insbesondere verpflichtet, technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen sowie Überwachungs- und Informationspflichten einzuhalten (vgl. Art. 26, 27 AI Act). Die Betreiber müssen zum Beispiel den Betrieb des KI-Systems überwachen und den Anbieter bei Auffälligkeiten informieren.

Einrichtungen des öffentlichen Rechts, die öffentliche Dienste erbringen, unterliegen gemäß Art.

27 AI Act besonderen Pflichten. Städte, Kreise und Gemeinden dürften ausnahmslos zu dieser Gruppe gehören. Vor Inbetriebnahme der Hochrisiko-KI-Systeme müssen sie deshalb regelmäßig eine grundrechtliche Folgenabwägung für solche Systeme vornehmen (vgl. ErwG 7 AI Act).

Bevor Kommunen und andere öffentliche Einrichtungen KI also für die Steuerung und Überwachung von kritischen Infrastrukturen oder die Digitalisierung und Automatisierung von Verwaltungsprozessen einsetzen, oder wenn KI selbstständig über Anträge auf Unterstützungs- und/oder Gesundheitsdienstleistungen entscheidet, sind solche Grundrechtsabwägungen erforderlich. Gleiches gilt, wenn Kommunen KI-Systeme einsetzen wollen, die über die Schaltung von Stellenanzeigen und über Bewerbungen von Personen entscheiden.

Unter **KI-Systeme mit mittlerem Risiko** (Art. 50 AI Act) fallen unter anderem solche, die Interaktionen mit natürlichen Personen ermöglichen, synthetische Inhalte erzeugen oder der Emotionserkennung dienen. Hier sieht der AI Act Transparenzpflichten vor. Sobald ein KI-System der direkten Interaktion mit einer natürlichen Person dient, muss dies gegenüber dem Nutzer offengelegt werden, es sei denn, die Kommunikation mit einem KI-System ist offensichtlich. Beispielsweise beim Einsatz von Chatbots im Bürger- und Kundenservice müssten diese Transparenzpflichten in der Regel erfüllt werden.

Für KI-Systeme, die synthetische Audio-, Bild- oder Textinhalte erzeugen (z. B. Text-to-Image-Tools), besteht die Pflicht zur Kennzeichnung des Erzeugnisses (Output). Insbesondere muss der Betreiber offenlegen, inwieweit Inhalte künstlich erzeugt oder manipuliert wurden, wenn „Deep Fakes“ vom KI-System erstellt wurden. Nach Art. 3 Nr. 60 AI Act sind „Deep Fakes“ durch KI erzeugte oder manipulierte Bild-, Ton- oder Videoinhalte, die wirklichen Personen, Gegenständen, Orten, Einrichtungen oder Ereignissen ähneln und einer Person fälschlicherweise als echt oder wahrheitsgemäß erscheinen würden. Dies kann insbesondere beim journalistischen oder redaktionellen Einsatz von KI relevant werden, wie bei der Schaltung von Werbung oder Blogbeiträgen durch die Kommunen. Zur Erfüllung dieser Transparenzpflichten hat die Information zum Zeitpunkt der ersten Interaktion oder Aussetzung klar, eindeutig und barrierefrei zu erfolgen. Im Falle eines Blogbeitrags müsste zum Beispiel ein gut sichtbarer Hinweis angebracht werden.

Als letzte Risikokategorie sieht der AI Act **KI-Systeme mit geringem oder minimalem Risiko** vor, also solche, die nicht zu einem erheblichen Risiko einer Beeinträchtigung der in diesen Bereichen geschützten Rechtsgüter führen, weil sie die Entscheidungsfindung nicht wesentlich beeinflussen oder diese Interessen nicht wesentlich beeinträchtigen. Darunter fallen zum Beispiel KI-Systeme, die enge verfahrenstechnische Aufgaben erfüllen sollen oder dazu dienen, zuvor ausgeführte Tätigkeiten zu verbessern. Solche unregulierten KI-Systeme dürften auch in der Stadtentwicklung zum Einsatz kommen, etwa wenn unstrukturierte Daten strukturiert, Dokumente in Kategorien eingeordnet oder Duplikate in Datensätzen erkannt werden. Im Kontext smarter Städte und Regionen wären dies zum Beispiel Assistenten bei der Sachbearbeitung, wie Arbeitshilfen zur Korrektur der Rechtschreibung oder Auswertung von Dokumenten, zum anderen auch grundsätzlich solche KI-Systeme zur Analyse etwaiger Sensoren, soweit diese nicht Teil der Sicherheitskomponenten kritischer Infrastrukturen sind.

Daneben sieht der AI Act auch eine Risikoklassifizierung zwischen GPAI und **GPAI mit systemischem Risiko** vor. Bei letzterem beruht ein KI-Sys-

tem auf GPAI und ist in der Lage, einer Vielzahl von Zwecken sowohl für die direkte Verwendung als auch für die Integration in andere KI-Systeme zu dienen, sodass potenziell mit negativen Auswirkungen von erheblichem Ausmaß auszugehen ist (vgl. ErwG 97 AI Act). Daher müssen Anbieter von GPAI mit systemischem Risiko zusätzlich zu den Anforderungen an GPAI (vgl. Art. 51 ff. AI Act) nach Art. 55 AI Act ein angemessenes Maß an Cybersicherheit gewährleisten und bestimmte Meldepflichten erfüllen.

Ausnahmen – insbesondere bei Open Source

Von den vorgenannten Regelungen gibt es auch gewisse Ausnahmen. So gilt die Verordnung nicht für KI-Systeme, die eigens für den alleinigen Zweck der wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung konzipiert und in Betrieb genommen werden (vgl. Art. 2 Abs. 6 AI Act). Hervorzuheben ist – für im Rahmen des Programms Modellprojekte Smart Cities (MPSC) geförderte Maßnahmen – auch die Ausnahme in Art. 2 Abs. 12 AI Act, wonach KI-Systeme von dem Pflichtenkatalog des AI Acts grundsätzlich ausgenommen sind, wenn sie unter freien und quelloffenen Open-Source-Lizenzen bereitgestellt, in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden, sofern sie nur ein minimales Risiko beinhalten und ihre Nutzung unentgeltlich ist. In Anbetracht der Tatsache, dass im Rahmen der MPSC-Förderung von Smart-City-Projekten förderrechtlich vorgeschrieben ist, dass etwaig zu beschaffende oder zu entwickelnde Software auf Open-Source-Lizenzen basieren muss, wird diese Ausnahmeregelung in der Stadtentwicklung zu begrüßen sein. Diese Ausnahme gilt allerdings nicht beim Einsatz von freien und quelloffenen Lizenzen für nach Art. 5 AI Act verbotene KI-Systeme, Hochrisiko-KI-Systeme nach Art. 6 AI Act und KI-Systeme mit mittlerem Risiko, die unter Art. 50 AI Act fallen, sobald diese in den Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden. Genauso gilt diese Ausnahme nicht für KI-Systeme, die gegen Entgelte bereitgestellt werden, wobei auch die Verwendung personenbezogener Daten eine solche entgeltliche Monetarisierung darstellen kann (vgl. ErwG 103 AI Act).

Sanktionen, Bußgelder und zuständige Behörden

Die Überwachung und auch die Sanktionierung von etwaigen Verstößen (z. B. Geldbußen) gegen die vorgenannten Pflichten aus dem AI Act wird für Anbieter von GPAI die Kommission tragen und muss im Übrigen von einer nationalen Behörde übernommen werden, die die Mitgliedsstaaten bis zum 2. August 2025 zu benennen haben. In Deutschland wird dies voraussichtlich die Bundesnetzagentur sein (Stand: Mai 2025).

Grenzen des AI Acts

Neben dem AI Act sind bei der Verwendung von KI-Systemen regelmäßig weitere rechtliche Regelungen zu beachten (s. Abbildung 10).

Bei einem vorsätzlichen oder fahrlässigen Verstoß gegen das **Urheberrecht** droht unter anderem die Inanspruchnahme auf Schadenersatz. Das gilt nicht nur für den Output generativer KI-Systeme, sondern auch für den Input, falls dieser auch Urheber- oder Lizenzrechten unterliegt. Je nach eingesetztem KI-System sind stets die Ergebnisse auf Verletzung von Urheberrechten und **geistigem Eigentum** zu untersuchen, wenn der Anbieter selbst nicht insofern die Verantwortung übernommen hat.

Werden Daten, die Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse enthalten, nicht entsprechend dem **Geschäftsgeheimnischutzgesetz** (GeschGehG) gewahrt, kann beispielsweise der Input in ein KI-System als Offenlegung und damit als Rechtsverletzung im Sinne des § 2 Nr. 3 GeschGehG gewertet werden. Dies kann zu Schadenersatz,

Unterlassung, Auskunftspflichten und gar Strafbarkeit führen. Dies gilt auch für gängige KI-Systeme, die schon jetzt online verfügbar sind (z. B. DeepL, ChatGPT).

Die Verarbeitung personenbezogener Daten im Rahmen von KI-Systemen ist nur bei Vorliegen der Erlaubnistatbestände des Art. 6 **Datenschutzgrundverordnung** (DSGVO) zulässig. Liegen keine Erlaubnistatbestände vor, so sind die Daten im Zweifel zu anonymisieren. Problematisch ist dabei insbesondere der Einsatz von sogenannten Black-Box-KI-Systemen, bei deren Einsatz nicht nachvollzogen werden kann, wie die jeweiligen Daten verarbeitet wurden.

Etwaige Bestimmungen zur **Cybersicherheit** können im Einzelfall auch Auswirkungen auf die Zulässigkeit des Einsatzes bestimmter KI-Systeme haben, wenn diese den IT-Sicherheitsanforderungen nicht entsprechen.

Schließlich muss sichergestellt sein, dass eine entsprechende Erlaubnis zur Verwendung und Verwertung der Ergebnisse vertraglich eingeräumt wurde. Insoweit gelten die bestehenden Regelungen des **Zivil- und Vertragsrechts**, insbesondere des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Die Wirksamkeit von aktuell gängigen Haftungsausschlüssen ist vor dem Hintergrund der Vorschriften §§ 305 ff. BGB kritisch zu betrachten. Dies gilt umso mehr mit Blick auf die „KI-Haftungsrichtlinie“ und die Überarbeitung der Produkthaftungsrichtlinie. Zukünftig gilt es dann – vor der Verwendung eines KI-Systems –, rechtliche Haftungsrisiken zu erkennen und durch eine entsprechende vertragliche Ausgestaltung zu minimieren oder entsprechenden Versicherungsschutz in Anspruch zu nehmen.

Abbildung 10: Weitere rechtliche Regulatorien | Quelle: BBH



3 KI in smarten Städten und Regionen heute: Anwendungen in zentralen städtischen Handlungsfeldern

Wie bereits einleitend aufgezeigt, sind seit etwa 2022 vermehrt KI-Anwendungen in deutschen Kommunen zu verzeichnen. Der Aufschwung von KI in smarten Städten und Regionen fällt somit in den dritten Sommer der KI, in dem vor allem maschinelles Lernen und Deep Learning in den Fokus rücken. Deutsche Kommunen setzen KI heute vor allem bei der Nutzung von Echtzeitdaten, der Unterstützung von Zielen nachhaltiger Stadtentwicklung sowie bei der Automatisierung repetitiver Verwaltungs- beziehungsweise Planungsprozesse ein. Insbesondere die Nutzung von Echtzeitdaten soll eine dynamische Steuerung und Anpassung von städtischen Systemen und Prozessen ermöglichen. Der Einsatz von KI ist als Querschnittstechnologie dabei in allen kommunalen Handlungsfeldern möglich – sei es in der Verkehrslenkung, bei der Überwachung von Umweltparametern, der Abwicklung bürokratischer Prozesse, im Abfallmanagement, bei der Energieversorgung oder in Partizipationsprozessen. Trotz der hohen Dynamik in diesem Feld gibt es bisher keine strukturierte Übersicht über die Anwendungen von KI in den Handlungsfeldern smarter Städte und Regionen (s. auch Güleş/Schweitzer 2021). Ein erstes Verständnis kann hier gerade über die Betrachtung konkreter Anwendungen gelingen. Dazu wird im Folgenden ein Überblick zu aktuellen Entwicklungen von KI-Lösungen für den Einsatz in Kommunen gegeben. Dazu werden zunächst die Handlungsfelder der Stadt- und Regionalentwicklung betrachtet. Im Anschluss werden die Ergebnisse einer Analyse von aktuellen Fallbei-

spielen mit Fokus auf die technischen und stadtentwicklungspolitischen Dimensionen vorgestellt.

3.1 Handlungsfelder smarter Städte und Regionen

Grundlage für die folgenden Ausführungen bildet eine Auswertung von rund 120 KI-Anwendungen aus dem nationalen wie internationalen Umfeld. Diese wurden mittels einer Desk-Recherche erhoben und für die Studie in kommunale Handlungsfelder der integrierten Stadtentwicklung (in Anlehnung an Humann et al. 2022: 11) eingeteilt. Die KI-Anwendungen werden dazu auf Grundlage ihres Wirkungsbereichs jeweils einem der nachfolgenden Handlungsfelder zugewiesen. Die Zuordnung ist jedoch nur als Tendenz zu begreifen, da die Anwendungen oft mehrere Handlungsfelder adressieren und die Handlungsfelder nicht überschneidungsfrei sind.

- Energie und Umwelt
- Infrastruktur
- Wohnen
- Wirtschaft
- Soziales und Integration
- Gesundheit
- Bildung und Kultur
- Stadtentwicklung und -planung
- Mobilität
- E-Government
- Sicherheit
- Soziales und Integration



Für die Erstellung der Kurzbeschreibungen der Fallbeispiele haben die Autorinnen und Autoren ChatGPT genutzt, um möglichst prägnante und trotzdem umfassend beschreibende Texte zu erhalten. Grundlage waren öffentlich zugängliche Informationen zu den Projekten. Die Kurzfassungen wurden darauf aufbauend erneut überarbeitet und auf inhaltliche Richtigkeit geprüft. Die Verantwortung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Insgesamt lässt sich eine hohe Entwicklungsdynamik in den Feldern „Energie und Umwelt“ und „Infrastruktur“ erkennen. „Wirtschaft“, „Soziales und Integration“ sowie „Stadtentwicklung und -planung“ und „Gesundheit“ weisen ebenfalls eine Reihe von Projekten auf, werden jedoch weniger häufig adressiert als die ersten beiden Handlungsfelder. Die niedrigste Anzahl an Projekten findet sich derzeit im Handlungsfeld „Wohnen“. Ebenso im unteren Bereich liegt „Bildung und Kultur“. Technologiespezifische Auffälligkeiten zeigen sich im Bereich „E-Government“. Dort kommt insbesondere generative KI in Form von Chatbots zum Einsatz. In den übrigen Handlungsfeldern ist dagegen wenig generative KI zu verzeichnen.

Die nachfolgende Analyse fokussiert aktuelle Dynamiken in den drei Handlungsfeldern „Energie und Umwelt“, „Infrastruktur“ sowie „Stadtentwicklung und -planung“. Hierfür wurden aus den 120 initial recherchierten Projekten 30 Fallbeispiele (s. Anhang, S. 76) ausgewählt, bei denen der Einsatz von KI besondere Potenziale beziehungsweise Wirkungen entfaltet. **Auswahlkriterien** für die Fallbeispiele sind eine technische und fachbezogene Diversität sowie der Umsetzungsgrad.

In der Recherche fällt vor allem die Häufung von Anwendungen im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ ins Auge. Die hohe Dynamik in diesem Handlungsfeld ist angesichts der doppelten Transformation von Kommunen in den Bereichen Digitalisierung und Nachhaltigkeit nicht überraschend. Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel, Klimaanpassung und Stadtplanung erzeugen einen großen Handlungsdruck. KI stellt hier zum Beispiel die evidenzbasierte Unterstützung von Entscheidungen durch Datenanalysen, Vorhersagen über klimatische Veränderungen oder Extremwetterereignisse samt deren Auswirkungen auf städtische Gebiete in Aussicht.

Ebenfalls vermehrt lassen sich KI-Anwendungen dem Handlungsfeld „Infrastruktur“ zuordnen. Dies kann zum Teil auf die zunehmende Bedeutung der Resilienz von (kritischen) Infrastrukturen zurückgeführt werden. Inhaltlich beziehen sich die recherchierten Anwendungen auf die Planung, Modernisierung, Wartung, Instandhaltung und Optimierung von Infrastrukturen in Bereichen wie Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Ein drittes Handlungsfeld, in dem sich eine besondere Entwicklung feststellen lässt, ist der Bereich „Stadtentwicklung und -planung“. Potenziale liegen hier in präzisen Analysen und der Verarbeitung großer Datenmengen für die Stadtentwicklung und -planung.

3.2 Analyse der KI-Anwendungen in smarten Städten und Regionen heute

Die 30 ausgewählten Fallbeispiele stellen einen Querschnitt durch die verschiedenen Anwendungsbereiche innerhalb der drei Handlungsfelder dar. Ziel der nachfolgenden Auswertung ist es, ein besseres Verständnis für die Wirkweisen und Integrationsmöglichkeiten von KI in smarten Städten und Regionen sowohl aus technischer als auch aus stadtentwicklungspolitischer Sicht zu erlangen.

Viele dieser Fallbeispiele verfolgen einen sektoralen Ansatz, sie wirken also maßgeblich im jeweiligen Handlungsfeld. Es gibt jedoch auch Projekte, die sektorübergreifende Probleme adressieren. Häufig wirken diese Anwendungen übergreifend im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“. Synergien zeigen sich dabei vor allem im Zusammenspiel der Felder „Infrastruktur“ mit „Energie und Umwelt“.

Die nachfolgende Abbildung (s. Abbildung 11) integriert nun die technische und nichttechnische Dimension, die in Kapitel 2 jeweils einzeln aufbereitet wurden, in eine übergreifende KI-Systematik. Dazu wird auf den zuvor beschriebenen KI-Werkzeugen (s. Abbildung 3) und Zielen der kommunalen KI-Integration (s. Abbildung 4) aufgebaut. Die KI-Systematik (s. Abbildung 11) ermöglicht es, jede Anwendung entlang von beabsichtigten Zwecken und Wirkungen auf smarte Städte und Regionen sowie von KI-spezifischen Werkzeugen und Mitteln strukturiert darzustellen.

1. **Beabsichtigte Wirkungen und Zwecke:** Jede KI-Anwendung verfolgt bestimmte zu erzielende Wirkungen oder Zwecke, beispielsweise die Effizienzsteigerung eines Prozesses oder das Monitoring einer infrastrukturellen Gegebenheit.

2. Werkzeuge: Zur Erreichung dieser Wirkungen mithilfe von KI sind Werkzeuge notwendig, die in einer Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Relation darstellbar sind. Eingetragen werden Daten mit spezifischem Datentyp, beispielsweise statistische Daten(reihen), wie Sensordaten oder Bilddaten. Diese Daten können aus unterschiedlichen Quellen stammen, die sich einem urbanen Datentyp zuordnen lassen, zum Beispiel Archiv- oder Geodaten. Die Verarbeitung dieser Daten erfolgt jeweils durch eine spezifische KI-Art, hier unterschieden in die drei Kategorien „expertenbasierte KI“ und „datenbasierte KI“, genauer, „maschinelles Lernen allgemein“ und „datenbasierte KI in der methodischen Ausprägung neuronaler KI“ beziehungsweise „Deep Learning“. Schlussendlich werden mit der KI eine bestimmte Leistung erzielt und Informationen ausgegeben. Dies kann in Form einer Befehlsausführung, Klassifizierung, Vorhersage, Empfehlung oder Generierung geschehen.

3. Mittel zur Wirkumsetzung: Die Verarbeitung durch die KI führt neben den auf rein technischer Ebene formulierten Ausgaben auch zu allgemeinen, direkten Wirkungen wie der Automatisierung von Routineaufgaben oder der Steuerung von Prozessen. Diese werden innerhalb des Gesamtprozesses jedoch nur als Mittel für die übergeordneten Zwecke angesehen.

Die folgende Analyse der Fallbeispiele illustriert zuerst im Überblick aus einer technischen Sicht, wie durch eine Kombination von Werkzeugen stadtentwicklungsbezogene Wirkungen erreicht werden können und welche Kombinationen besonders häufig vorkommen. Anschließend wird die Lösung stadtentwicklungspolitischer Problemstellungen mittels KI an Fallbeispielen ausgeführt.

In Mannheim hilft ein lernendes Klimamodell mit über 500 Messpunkten, Wetterdaten – von Temperatur über Luftfeuchtigkeit bis hin zur Sonneneinstrahlung – in Echtzeit zu erfassen und die Stadt an den Klimawandel anzupassen | Quelle: Smart City Mannheim



Ziele der integrierten Stadtentwicklung					
Wirkungen	Werkzeuge				Mittel
Effizienzsteigerung Produktivitätssteigerung Reduzierung von Kosten Zeitersparnis Mitarbeiter entlasten Arbeitsqualität erhöhen komplexe Informationen leicht verständlich machen Steigerung der Servicequalität Verknüpfen von Datensilos Optimierung von Entscheidungsfindungen Monitoring (teil-)automatisiertes Feedback Prävention von Ausfällen bedarfsorientierte Steuerung verbesserte Sicherheit und Notfallreaktion Systemresilienz Reduktion des Ressourcenverbrauchs Suffizienz	Eingabe von Informationen		Verarbeitung durch KI	Ausgabe von Informationen	Prozesssteuerung
	Datentypen	urbane Daten	Art der KI	Leistung der KI	Automatisierung von Routineaufgaben
	statistische Daten(reihen) (wie z. B. Sensordaten, Ereignisdaten)	Echtzeitdaten, z. B. durch Sensorik	expertenbasierte KI	Befehlsausführung	Datenplattformen
		statische Daten	datenbasierte KI	Klassifizierung	Datenmodellierung und Simulation
	Text	Verwaltungs-dokumente	maschinelles Lernen	Vorhersage	Sicherheitsanalysen
	Bild/Video	Archivdaten	(z. B. wie Support-Vektor-Maschinen oder Random Forest, K-Nearest Neighbors usw.)	Empfehlung	Frühwarnsysteme
	Audio	Geodaten		Generierung	Anomalie-erkennung
		Forschungsdaten			Objektracking
		personenbezogene Daten	neuronale KI und Deep Learning		Robotik
		Unternehmensdaten			Text-/Bild-generierung
		hybride Daten aus mehreren Quellen			Datenvisualisierung, z. B. in Dashboards oder Karten
		Open Data			Augmented Reality
					Wissensmanagementsysteme
					Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen

Abbildung 11: KI-Systematik für Kommunen – von der beabsichtigten Wirkung zu den Mitteln der KI-Integration | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE

Technische Dimensionen

Mit Blick auf die *Art der KI* lässt sich feststellen, dass die überwiegende Anzahl der Fallbeispiele in den Bereich der neuronalen KI fällt. Neuronale KI eignet sich besonders bei großen, komplexen und dynamischen Datenbeständen, wie sie im kommunalen Umfeld auftauchen. Die nachfolgende Matrix (s. Abbildung 12) verortet die einzelnen Fallbeispiele im Hinblick auf ihre Eingabe-Ausgabe-Relation. Eingabe bezeichnet – wie oben ausgeführt – die der Anwendung und damit dem KI-Modell zugrundeliegende Datengrundlage. Zu unterscheiden sind hier Bild-, Video-, Audio-, Text- und statistische Daten(reihen). Ausgabe bezeichnet die eigentliche Leis-

tung der KI in Form der Ergebnisse oder Aktionen, die durch die Verarbeitung der Eingabedaten mittels KI erzielt werden. Diese können als Klassifikationen, Vorhersagen, Befehlsausführungen und Generierungen auftreten. Durch die Verortung innerhalb dieser Matrix zeigen sich besondere Cluster an Kombinationen zwischen der Eingabe- und Ausgabeart.

In der Regel umfassen KI-Anwendungen Kombinationen mehrerer KI-Komponenten im Sinne von „Systemlösungen“. Das digitale Partizipationssystem (DIPAS) der Stadt Hamburg integriert beispielsweise derzeit sieben KI-Komponenten in die Beteiligungsplattform mit *DIPAS analytics*³, um die stetig steigende Anzahl an Beiträgen und Kommentaren

³ <https://www.dipas.org/ueber-dipas>

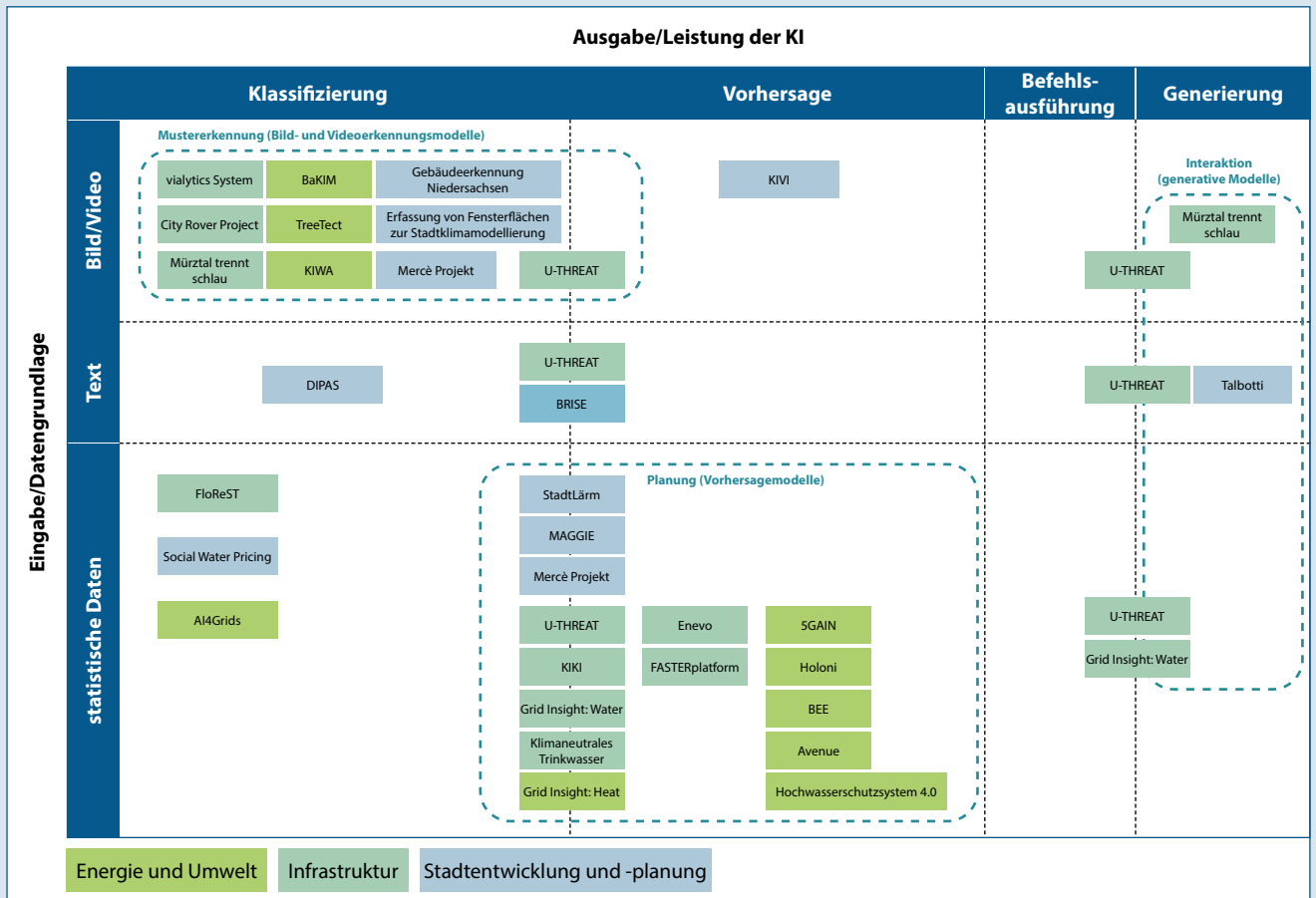


Abbildung 12: Clustering nach Eingabedaten und Leistung der KI | Quelle: Fraunhofer IESE

effizient zu strukturieren und auszuwerten. So ermöglicht unter anderem eine Komponente das Erkennen und Markieren personenbezogener Daten in Beiträgen, eine andere extrahiert die jeweiligen Hauptaussagen im Text, die nächste ordnet diesen Aussagen passende Kategorien zu. Das Projekt *BRISE*⁴ (*Building Regulations Information for Submission Involvement*) der Stadt Wien zielt auf die Optimierung (Automatisierung und Effizienz) von Baugenehmigungsprozessen durch eine Kombination mehrerer (teil-)automatisierter Prozesse ab. Die Lösung kombiniert eine automatisierte Textanalyse und Klassifikation, um die in PDF-Dokumenten enthaltenen Bauvorschriften zu klassifizieren und in maschinenlesbare Kategorien zu überführen. Weiter wird eine semantische Suche in rechtlichen Dokumenten ermöglicht. Die KI identifiziert bedeutungsähnliche Begriffe und Konzepte. Drittens ist eine Objekt- und Mustererkennung in den Doku-

menten möglich. Die Anwendung prüft eingereichte Bauunterlagen automatisch auf das Vorhandensein erforderlicher Signaturen und auf die Vollständigkeit der Dokumente. Zuletzt unterstützt die KI bei der Entscheidungsfindung, indem Vorschläge für Genehmigungen oder Nachfragen generiert werden.

Hinsichtlich der Ausgabe beziehungsweise der Leistung der KI lassen sich bei den betrachteten Anwendungen besondere Häufungen in folgenden drei Ausprägungen feststellen:

- Mustererkennung (Bild- und Videoerkennungsmodelle)
- Planung (Vorhersagemodelle)
- Interaktion (generative Modelle)

Unter **Mustererkennung** sind KI-Modelle zusammengefasst, die darauf spezialisiert sind, Muster

⁴ <https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna>

in visuellen Daten wie Bildern oder Videos zu erkennen. Anwendungsfelder für KI-gestützte Bildanalysen gibt es in allen drei Handlungsfeldern. Fallbeispiele im Handlungsfeld „Infrastruktur“ sind die Überwachung von Infrastrukturzuständen wie zum Beispiel Straßenschäden (*vialytics System, City Rover Project*) oder die Identifikation von entsorgten Materialien im Restmüll (*Mürztal trennt schlau*). Im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ zielen viele Anwendungen auf die Identifikation von Anomalien ab, zum Beispiel mittels hochauflösender Satellitenbilder (*TreeTect*) sowie Drohnenbefliegungen (*BaKIM*) ebenso wie durch die Überwachung von Waldbränden durch Luftbilder und Wärmebildkameras (*KIWA*). Im Handlungsfeld „Stadtentwicklung und -planung“ kommen Bildanalysen zur Gebäudeerkennung und -kategorisierung zum Einsatz (*Gebäudeerkennung in der Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen*) oder zur Erfassung von Fensterflächen zur Stadtklimamodellierung.

Im Bereich der Planung finden sich zahlreiche **Vorhersagemodelle**, die auf Grundlage historischer Daten und von Echtzeitdaten zukünftige Entwicklungen oder Szenarien prognostizieren. Fallbeispiele sind hier vor allem in den Handlungsfeldern „Infrastruktur“ sowie „Energie und Umwelt“ zu finden. Im Handlungsfeld „Infrastruktur“ sind dies beispielsweise die Prognose von Störungen innerhalb des öffentlichen Nahverkehrs (*U-THREAT, FASTER platform*), die effiziente Planung der Routen für die Müllabfuhr (*Enevo*), die Prognose zukünftiger Alterungsprozesse von Abwasserkanälen (*KIKI*), die Vorhersage des nachgefragten Wasserbedarfs (*Grid Insight: Water*) oder die Abschätzung der dafür anfallenden Stromerzeugung (*Klimaneutrales Trinkwasser*). Im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ zielen die KI-Modelle auf eine Steuerung des Energie- und Wärmeverbrauchs sowie der -erzeugung (*5GAIN, Holoni, BEE, Grid Insight: Heat*), Prognosen zu Verkehrsströmen oder Umweltbelastungen (*Avenue*) sowie auf datengetriebene Vorhersagen von regionalen Wasserpegeln (*Hochwasserschutzsystem 4.0*). Die drei Fallbeispiele im Bereich „Stadtentwicklung und -planung“ fokussieren sich auf die Vorhersage städtischen Lärms (*StadtLärm*) und die Lebensqualität verschiedener Stadtquartiere (*Mercè Projekt*) sowie auf die Planung von deren Energieverbräuchen (*MAGGIE*).

Generative Modelle für die Interaktion mit unterschiedlichen Stakeholdern zur Erzeugung von Inhalten oder die Unterstützung von Entscheidungsprozessen finden sich – vornehmlich im Handlungsfeld „E-Government“ – das in dieser Studie aufgrund der Schwerpunktsetzung des MPSC-Förderprogramms nicht tiefergehend betrachtet wird. Vereinzelt beziehen sich jedoch auch Fallbeispiele auf den Bereich „Infrastruktur“. Im Projekt *Mürztal trennt schlau* wird beispielsweise automatisch Feedback über das persönliche Mülltrennergebnis an die Bürgerinnen und Bürger versendet. Bei *U-THREAT* werden Simulationen und Modellierungen von Bedrohungsszenarien und mögliche Reaktionsstrategien generiert. *Grid Insight: Water* erstellt Szenarien des Wasserbedarfs und der -verteilung im urbanen Wassernetz. *Talbotti* als klassischer Chatbot beantwortet Fragen und bietet multilinguale Unterstützung bei der Navigation von Webseiten.

Wirkdimensionen von KI in smarten Städten und Regionen

Der Einsatz von KI adressiert in allen Fallbeispielen konkrete Herausforderungen im weiten Feld der Stadtentwicklung. Dabei werden verschiedene Wirkungen mit der Integration von KI-Lösungen angestrebt (s. Abbildung 11). Ähnlich der Cluster hinsichtlich der technischen Dimensionen, lassen sich die Fallbeispiele nach Schwerpunkten entlang der Art und Weise gruppieren, wie KI-Anwendungen ihre Wirkungen entfalten. In der Analyse der 30 Fallbeispiele zeigt sich, dass KI-Systeme besonders dann Wirkung entfalten, wenn sie

- operative und planerische Ebenen miteinander verschränken,
- Daten aus unterschiedlichen Quellen nutzen,
- ein Infrastruktur-Monitoring unterstützen,
- auf eine bedarfsgerechte Verteilung von Ressourcen zielen oder
- die Zugangsmöglichkeiten zu kommunalen Diensten und Prozessen erhöhen.

Diese Wirkmechanismen werden im Folgenden näher betrachtet. Dabei werden jeweils zunächst die Problemstellungen analysiert, wie sie aus den Projektbeschreibungen hervorgehen. Anschließend folgen zwei Fallbeispiele, die die Wirkweise des KI-Einsatzes verdeutlichen.

Die Anwendung verschränkt operative und planerische Ebenen (mithilfe von Echtzeitdaten):

Operative Maßnahmen, wie die Verkehrslenkung, die Wartung von Infrastrukturen oder die Reaktion auf kurzfristige Ereignisse, sind oft auf Echtzeitdaten und eine schnelle Entscheidungsfindung angewiesen. Im Gegensatz dazu basieren planerische Entscheidungen, wie die Gestaltung von Verkehrsnetzen, die Flächennutzungsplanung oder die Entwicklung nachhaltiger Mobilitätsstrategien, auf langfristigen stadtentwicklungspolitischen Zielen und historischen Daten. Die fehlende Integration der planerischen und operativen Ebenen führt häufig dazu, dass kurzfristige Maßnahmen die strategischen Zielsetzungen untergraben oder dass Planungen nicht flexibel genug sind, um auf dynamische Entwicklungen zu reagieren. Kontinuierliche Feedback-Schleifen basierend auf Echtzeitdaten aus operativen Systemen können dabei helfen, strategische Entscheidungen zu optimieren und Prozesse effizienter zu gestalten. KI-Anwendungen, die operative und planerische Ebenen miteinander verbinden, finden sich überwiegend in den Handlungsfeldern „Infrastruktur“ sowie „Stadtentwicklung und -planung“ und dort vornehmlich im Bereich „Verkehr“.

Das Projekt *KIVF (Künstliche Intelligenz im Verkehrssystem Ingolstadt)* integriert operative und strategische Ebenen, indem es Echtzeitverkehrsdaten erfasst und darauf basierend eine kurzfristige Anpassung der Verkehrslenkung vornehmen kann. Ergänzend kann es diese Daten auch für die langfristige Planung nutzen. Die Daten werden von stationären und mobilen Sensoren gesammelt und mithilfe von KI-Modellen ausgewertet. Die adaptive Ampelsteuerung basiert auf Echtzeitdaten und ermöglicht eine bedarfsgerechte Grünzeitverteilung. Gleichzeitig werden diese Daten für strategische Analysen verwendet, um zukünftige Verkehrsplanungen und -entscheidungen zu unterstützen.

Die *FASTER-Plattform*⁶ (*Fusion AnalyticS for public Transport Emergency Response*) in Singapur nutzt

Echtzeitdaten des öffentlichen Verkehrssystems in ähnlicher Weise, um sowohl unmittelbare Entscheidungshilfen im Störfall zu bieten als auch potenzielle Anomalien vorauszusagen, sodass Personal schon vor Eintritt der Probleme agieren kann.

Die Anwendung nutzt Daten aus unterschiedlichen Quellen, bereitet diese auf und verknüpft sie miteinander:

Im kommunalen Bereich besteht eine zentrale Herausforderung darin, Daten unterschiedlicher Quellen effektiv zu erfassen, aufzubereiten und zu verknüpfen. Städte und Gemeinden generieren eine Vielzahl von Daten aus unterschiedlichen Bereichen wie Verkehr, Energie und Abfallwirtschaft. Diese Daten liegen jedoch oft in Silos vor, da verschiedene Ämter, Behörden oder städtische Betriebe in diversen Sektoren unterschiedliche Standards, Systeme und Zwecke verfolgen. Die fehlende Verknüpfung und Interoperabilität erschweren den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Informationen. Daten verschiedener Quellen miteinander zu verknüpfen und zu integrieren, um entsprechende KI-Modelle damit zu trainieren, findet aktuell verstärkt im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ statt.

Urbane Datenplattformen und urbane digitale Zwillinge (UDZ) sind die wichtigsten Ansätze, um diesen Problemen zu begegnen. In vielen UDZ sind KI-Komponenten bereits heute unverzichtbarer Bestandteil, da sie Daten analysieren, Muster erkennen und Simulationen erstellen, die für Planung und Entwicklung zukunfts- und anpassungsfähiger Städte, Kreise und Gemeinden entscheidend sind. Beispielsweise findet man sie im Verkehrsmanagement, dem Katastrophenschutz und der Energieoptimierung.

Das Projekt *Grid Insight: Heat*⁷ der Stadtwerke Iserlohn entwickelt einen UDZ für Fernwärmenetze⁸, der auf KI basiert. Dieser digitale Zwilling integriert Echtzeitdaten aus verschiedenen Quellen, wie Fernwärmehäusern, geografischen Informationssystemen und Vertragsdaten, um ein umfassendes Abbild des

⁵ <https://www.gevas.eu/forschungsprojekte/kivi>

⁶ https://afi.io/case_studies/faster

⁷ <https://grid-insight.de>

⁸ <https://www.energie.de/euroheatpower/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/grid-insight-heat-fernwaerme-netze-im-betriebsoptimum-betreiben>

Fernwärmenetzes zu erstellen. Die KI-Komponente spielt hierbei eine entscheidende Rolle, indem sie Wärmebedarfsprognosen erstellt und die Einsatzplanung der Erzeugungsanlagen optimiert. Beispielsweise konnten die Stadtwerke Iserlohn durch den Einsatz von *Grid Insight: Heat* ihren Primärenergieverbrauch um mehr als 15 Prozent senken.

Ein anderes Beispiel ist das *Hochwasserschutzsystem 4.0*⁹ im Bergischen Land, das sektorübergreifende Daten nutzt, um präzisere Vorhersagen von Wasserpegeln und Hochwassergefahren zu ermöglichen. Hierbei werden vielfältige Umweltfaktoren wie aktuelle Pegelstände an Gewässern, Rückhaltebecken und Kanälen, Niederschlagsmengen, Unterwasserdruck, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Temperatur sowie Windrichtung und -stärke erfasst. Diese Daten stammen aus unterschiedlichen Quellen und werden mittels Sensorik gesammelt. Anschließend werden sie durch den Einsatz von KI analysiert, um Muster zu erkennen, die mit steigenden Pegelständen und potenziellen Hochwasserereignissen korrelieren. Durch die Verknüpfung und Aufbereitung dieser Daten kann das System präzise und frühzeitige Warnungen generieren, die bedrohte Unternehmen und Personen rechtzeitig über eine geplante Hochwasserwarn-App informieren sollen.

Die Anwendung führt zu einem (teil-)automatisierten Infrastruktur-Monitoring: Die Software *vialytics system*¹⁰ unterstützt Kommunen dabei, ihre Straßeninfrastruktur effizient zu überwachen und instand zu halten. Der niedrigschwellige Ansatz nutzt ein Smartphone, das hinter der Windschutzscheibe eines Fahrzeugs montiert wird. Dieses nimmt während der Fahrt regelmäßig Fotos der Straßenoberfläche auf und versieht diese mit GPS-Daten sowie Zeitstempeln. Die so gewonnenen Daten können für eine strategische Jahresplanung und entsprechende operative Anpassungen genutzt werden.

Die Anwendung *TreeTect*¹¹ in Boston setzt hochauflösende Satellitenbilder ein, um städtische Baumkronen zu überwachen und die Gesundheit der

Bäume zu erfassen. Durch die Zusammenarbeit mit Green City Watch – ein in Amsterdam ansässiges Unternehmen, das sich auf die Anwendung von Geodatenanalyse und KI zur Verbesserung des städtischen Grüns spezialisiert hat – werden die Standorte der Bäume sowie deren Gesundheitszustand identifiziert. Die Anwendung ermöglicht es, nahezu in Echtzeit Daten über die städtische Vegetation zu sammeln, wodurch die Stadtverwaltung ohne vorherige manuelle Inspektionen proaktiv Maßnahmen zur Baumpflege und -erhaltung ergreifen kann. Zudem trägt *TreeTect* dazu bei, die öffentliche Sicherheit zu erhöhen, indem es potenzielle Risiken, wie beispielsweise kranke oder instabile Bäume, frühzeitig erkennt.

Die Anwendung unterstützt die bedarfsgerechte Steuerung und Verteilung von Ressourcen: Im kommunalen Bereich stellen die bedarfsgerechte Steuerung und Verteilung von Ressourcen – hierzu zählen finanzielle, personelle, natürliche und infrastrukturelle – eine grundlegende Herausforderung dar. Die Dynamik urbaner Systeme – etwa Schwankungen im Verkehrsaufkommen, plötzliche Belastungen der Gesundheitsversorgung oder saisonale Veränderungen im Energieverbrauch – macht eine präzise und flexible Ressourcenplanung notwendig. Gleichzeitig erschwert die Fragmentierung kommunaler Daten und Zuständigkeiten die schnelle und zielgerichtete Allokation von Kapazitäten. Hinzu kommen unvorhersehbare Ereignisse, wie Naturkatastrophen oder Krisen, die eine agile Anpassung der Nutzung ebendieser erfordern. Die Herausforderung liegt darin, Echtzeitdaten und Analysetools zu nutzen, um Nachfrage und Angebot besser vorherzusagen und Entscheidungen auf fundierter Basis zu treffen. Dies erfordert nicht nur technische Lösungen, wie KI-gestützte Modelle oder IoT-Systeme (Internet of Things), sondern auch organisatorische Innovationen, um sektorübergreifend zu arbeiten und effizient auf veränderte Bedingungen zu reagieren. Eine bedarfsgerechte Steuerung und Verteilung von Ressourcen mithilfe von KI-Modellen findet überwiegend im Bereich „Energie und Umwelt“ sowie „Infrastruktur“ statt.

⁹ <https://bergisches-hws.de/uber-das-projekt>

¹⁰ <https://www.vialytics.de/system>

¹¹ <https://github.com/karakchris/TreeTect>

Das Projekt *Holoni*¹² in Kopenhagen zielt darauf ab, das Potenzial für Solarenergie zu maximieren und Energiegemeinschaften aufzubauen, indem es Erzeuger und Verbraucher miteinander vernetzt. Hierfür wird KI zur Vorhersage des Solarüberschusspotenzials einer Erzeugergemeinschaft oder eines Bezirks genutzt und eine Plattform für den Verkauf von überschüssigem Solarstrom an lokale Abnehmer angeboten.

Auch die Anwendung *Building Energy Efficiency (BEE)*¹³ in Helsinki ist mit dem Ziel entwickelt worden, den Energieverbrauch von Gebäuden zu optimieren und auf erneuerbare Energien auszurichten. Durch den Einsatz von KI prognostiziert *BEE* den zukünftigen Energiebedarf und steuert entsprechend die Gebäudetechnik. Dies ermöglicht eine präzise Anpassung des Energieverbrauchs an die tatsächlichen Bedürfnisse, reduziert den Einsatz fossiler Brennstoffe und fördert die Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Dadurch werden nicht nur Betriebskosten gesenkt, sondern auch die Umweltbelastung minimiert. So trägt *BEE* zur Erreichung kommunaler Klimaziele bei, indem es eine nachhaltige und effiziente Ressourcennutzung in öffentlichen und privaten Gebäuden fördert.

Die Anwendung verbessert den Zugang zu kommunalen Diensten und Prozessen: Der Einsatz künstlicher Intelligenz kann die Zugangsmöglichkeiten zu kommunalen Diensten und Prozessen verbessern, indem Anfragen von Bürgerinnen und Bürgern automatisiert bearbeitet, Prozesse transparenter gestaltet und Informationen leichter zugänglich gemacht werden. Chatbots und virtuelle Assistenten können rund um die Uhr Antworten auf häufig aufkommende Fragen geben, während KI-basierte Plattformen personalisierte Empfehlungen und gezielte Hinweise zu relevanten Diensten liefern. Durch die Analyse von Nutzungsdaten kann KI zudem kommunale Angebote effizienter auf die Bedürfnisse der Menschen abstimmen und gezielt Barrieren, wie sprachliche oder technische Hürden,

abbauen. Dies fördert die Teilhabe, reduziert die Auswirkungen eingeschränkter Ressourcen und erleichtert den Zugang zu öffentlichen Daten und Dienstleistungen. Die Zugangsmöglichkeiten zu kommunalen Diensten und Prozessen durch KI-Anwendungen zu verbessern, zielt auf den Aufgabenbereich der „Stadtentwicklung und -planung“.

Der Chatbot *Talbotti*¹⁴ unterstützt Menschen beispielsweise bei verschiedenen kommunalen Services in Helsinki, indem er multilingual oft gestellte Fragen beantwortet oder bei der Navigation (kommunaler) Webseiten unterstützt.

Das *Mercè Projekt*¹⁵ in Barcelona zielt als Citizen-Science-Projekt darauf ab, die Lebensqualität in der Stadt zu verbessern, indem es die Wahrnehmungen der Bevölkerung über die Aufenthaltsqualität von Stadtteilen sammelt und analysiert. Im Rahmen des Projekts bewerteten die Teilnehmenden über 3.000 Straßenabschnitte hinsichtlich ihrer Lebensqualität, wobei mehr als 42.000 Bewertungen abgegeben wurden. Diese Daten wurden genutzt, um einen KI-Algorithmus zu trainieren, der in der Lage ist, die Lebensqualität verschiedener Stadtbereiche vorherzusagen. Durch maschinelles Lernen kann die KI die subjektiven Wahrnehmungen der Bürgerinnen und Bürger in objektive, messbare Parameter umwandeln, die für die Stadtplanung verwendet werden können. Durch die Identifizierung von Bereichen mit niedriger Lebensqualität sollen bei Planungsprozessen gezielte Maßnahmen integriert werden, um die Lebensbedingungen dort zu verbessern. Dadurch werden sich vor allem soziale Unterschiede innerhalb der Stadt mindern lassen.

Ausblick der Analyse

Insgesamt zeigt die Analyse, dass die Entwicklung von KI-Modellen in smarten Städten und Regionen bisher überwiegend dort vorangetrieben wurde, wo ideale Bedingungen herrschen. Das heißt, es stehen zum einen umfangreiche, gut aufbereitete Datenbestände für die Entwicklung zur Verfügung. Zum

¹² <https://ai4cities.eu/pilots/energy-holoni>

¹³ <https://ai4cities.eu/pilots/energy-bee>

¹⁴ <https://ai.hel.fi/en/talbotti-en>

¹⁵ <https://urbannext.net/barcelonas-livability>



Weiterführende Informationsmaterialien zu KI in Kommunen

Deutsche KI-Initiative für Kommunen URBAN.KI (Westfälische Hochschule 2025), gefördert durch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) im Rahmen der „Modellprojekte Smart Cities“:

<https://urban-ki.de>

Kurzstudie des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) zum Einsatz von KI in Kommunen (Wielgosch/Dieke 2024):

https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Kurzstudien/2024/WIK_Kurzstudie_KI_in_Kommunen.pdf

Einen Überblick über kommunale KI-Projekte bieten auch folgende Webseiten

Global Observatory of Urban AI (GOUAI 2025):

<https://gouai.cidob.org>

Urban Innovative Action Initiative zur nachhaltigen Stadtentwicklung (UIA 2025):

<https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities-map>

anderen bieten Förderprogramme den finanziellen Rahmen, KI-Anwendungen umzusetzen. Die Digitalisierung kommunaler Prozesse bildet somit die Grundlage für den Einsatz von KI (s. Kapitel 2).

Gleichzeitig bieten die Potenziale der Fallbeispiele große Anreize, Prozesse und Statistiken zu digitalisieren und die Datenqualität zu verbessern. Unterstützend wirkt das Aufsetzen von kommunalen Datenstrategien, die das Potenzial von KI mitdenken – wie beispielsweise in der *KI-Strategie der Stadt Wien*¹⁶. Diese Strategien fokussieren insbesondere auf die Verfügbarkeit, Qualität und Zugänglichkeit großer strukturierter und unstrukturierter Datenmengen, die für das Training, die Entwicklung und den Einsatz von KI-Systemen erforderlich sind. Die strategische Nutzung und Vernetzung von urbanen Daten ermöglichen nicht nur eine effizientere Ressourcenallokation und Verbesserung von Arbeitsprozessen, sondern auch die Entwicklung neuer Dienste und Geschäftsmodelle. Das Projekt *Holoni* erschließt beispielsweise durch die KI-gestützte Vorhersage des Solarüberschusses einen neuen Markt, bei dem über die neu aufgesetzte Plattform die erzeugte Solarenergie gehandelt werden kann.

Die Vernetzung unterschiedlicher Daten steht gleichzeitig vor technischen und organisatorischen Herausforderungen, wie zum Beispiel der Standardisierung von Datenformaten, der Sicherstellung des Datenschutzes und der Datensicherheit sowie der Bereitschaft zur Zusammenarbeit zwischen denjenigen, die Daten miteinander teilen. Eine gelungene Kooperation zwischen den Verantwortlichen und den Abteilungen der Verwaltung ist ein entscheidender Faktor für die Geschwindigkeit bei der Implementierung von KI. Innerhalb eines Ressorts oder einer Abteilung kann der Wandel oft schneller vorangetrieben werden, da Entscheidungsprozesse kürzer und Zuständigkeiten klar definiert sind. Zudem kann die Einführung von KI-Anwendungen unmittelbar auf die spezifischen Anforderungen zugeschnitten werden. Wenn KI-Lösungen jedoch übergreifende Veränderungen im kommunalen Arbeiten erfordern, wie etwa die Zusammenarbeit mehrerer Abteilungen oder eine tiefgreifende Integration verschiedener Daten- und Arbeitsprozesse, stoßen sie häufig auf größere Hindernisse. Dazu gehören unterschiedliche Prioritäten, technische Schnittstellenprobleme oder eine mangelnde Bereitschaft. Oft wird die strategische Bedeutung von KI noch nicht ausreichend erkannt.

¹⁶ <https://www.wien.gv.at/spezial/ki-strategie>

4 Ausgewählte Fallbeispiele kommunaler KI-Anwendungen

Ausgehend von der in Kapitel 3 vorgestellten, breit angelegten Erkundung aktueller KI-Anwendungen, wurden neun Fallbeispiele zur ausführlichen Vorstellung ausgewählt. Die folgenden Steckbriefe präsentieren diese Fallbeispiele aus der Praxis und dokumentieren, wie konkrete Herausforderungen in smarten Städten und Regionen mithilfe KI-basierter Lösungen adressiert werden können. Bei der Auswahl der Beispiele wurde eine möglichst große Bandbreite an Problemstellungen, Lösungsansätzen, KI-Methoden sowie Raumtypen und Akteurskonstellationen berücksichtigt. Gleichzeitig stellt eine solche Betrachtung immer nur eine Momentaufnahme aktueller Trends dar. Die Dynamik der technischen Entwicklungen, sich verändernde rechtliche Rahmenbedingungen sowie Fluktuationen bei Finanzierungsmöglichkeiten, zum Beispiel durch neue oder auslaufende Förderprogramme, führen zu einer sich stetig wandelnden Projektlandschaft. Die folgenden Fallbeispiele haben einen fortgeschrittenen Umsetzungs- beziehungsweise Implementierungsgrad erreicht, wodurch sich die Chancen auf Übertragbarkeit erhöhen.

Die Auswahl zeigt, wie vielfältig KI-Technologien in städtischen Kontexten eingesetzt werden können – von der Optimierung von Energie- und Umweltressourcen, über die Instandhaltung von Infrastrukturen bis hin zur Digitalisierung von Planungsprozessen und der Förderung von Bürgerbeteiligung. Dadurch sollen kommunalen Akteuren Impulse mittels tatsächlich umgesetzter beziehungsweise weit fortgeschrittener KI-Lösungen gegeben werden, um die Einsatzmög-

lichkeiten von KI für die eigenen Herausforderungen besser erkennen und benennen zu können. Die Auswahl fokussiert sich deshalb auf Anwendungen im deutschsprachigen Raum.

Im Folgenden werden zunächst Kategorien zur systematischen Einordnung von KI-Anwendungen vorgestellt. Diese Kategorien bilden auch die Grundlage für die daran anschließenden Steckbriefe. Abschließend werden wesentliche Erkenntnisse zu häufig adressierten Herausforderungen, Lösungsansätzen sowie bisher weniger intensiv betrachteten Anwendungstypen vorgestellt.

4.1 Kategorien zur Betrachtung der Fallbeispiele

Für den zielgerichteten Einsatz von KI-Lösungen in smarten Städten und Regionen braucht es ein grundlegendes Verständnis über die tatsächlich erwartbaren Leistungen und Wirkungen sowie deren Passfähigkeit für die individuellen Problemstellungen und Strukturen der Kommune.

Die im Folgenden vorgestellten Kategorien von KI-Anwendungen bieten eine strukturierte Grundlage, um sowohl technische als auch organisatorische Aspekte genauer zu beleuchten und die Eignung der Lösung für eigene kommunale Herausforderungen zu beurteilen. Sie bilden eine Erweiterung der KI-Systematik (s. Abbildung 11) und wurden aus der Analyse der Fallbeispiele sowie der vorgelagerten Literaturlauswertung abgeleitet.



Für die Erstellung der Kurzbeschreibungen der Fallbeispiele in den folgenden Steckbriefen haben die Autorinnen und Autoren ChatGPT genutzt, um möglichst prägnante und trotzdem umfassend beschreibende Texte zu erhalten. Grundlage waren öffentlich zugängliche Informationen zu den Projekten. Die Kurzfassungen wurden darauf aufbauend erneut überarbeitet und auf inhaltliche Richtigkeit geprüft. Die Verantwortung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Überblick

Erste Orientierung liefern die grundlegenden Informationen zu Entwicklungsstand und Entstehungskontext der KI-Anwendung – sowohl räumlich als auch institutionell. Dazu gehört zunächst die **Verortung**, sprich wo (in welcher Kommune, Region, welchem Land) die KI-Lösung entwickelt oder eingesetzt wird. Projekte über die eigenen Landesgrenzen hinaus, können inspirieren, eine größere geografische Nähe kann wiederum hinsichtlich der Übertragbarkeit förderlich sein, insbesondere durch vergleichbare rechtliche beziehungsweise organisatorische Rahmenbedingungen.

Umsetzungsgrad und **Laufzeit** – ist die Lösung noch in der Konzeptionsphase, bereits getestet oder schon skaliert – sind wesentliche Indikatoren für Reife und Einsatzfähigkeit einer Anwendung.

Hinsichtlich des **Einsatzbereichs** lassen sich zwei wesentliche Ausrichtungen identifizieren: einerseits Anwendungen, die eher auf die operativen Systemprozesse im Sinne eines **Backends** ausgerichtet sind, wie zum Beispiel bei der Verarbeitung großer Datenmengen zur Erstellung von Prognosemodellen. Auf der anderen Seite stehen Anwendungen, die in eine Benutzeroberfläche (**Frontend**) integriert sind, wie zum Beispiel bei Sprachassistenten für Beschäftigte oder Bürgerinnen und Bürger. In der Praxis wird KI sowohl fokussiert in einem Bereich als auch integriert über beide Bereiche hinweg angewandt. Ein Beispiel für eine integrierte Nutzung sind KI-Lösungen, die über das Frontend Bürgeranfragen aufnehmen und diese im Backend automatisch den zuständigen Stellen zuordnen und für diese vorverarbeiten. Besonders relevant für eine etwaige Adaption oder Skalierung einer bestehenden KI-Anwendung ist das **Lizenzmodell**, woraus sich Implikationen für die anfallenden Kosten, technischen Adaptionmöglichkeiten sowie rechtlichen Fragen (s. rechtlicher Exkurs, S. 23) ergeben.

Bezug zur Stadtentwicklung

Die **ziel- und problemorientierte Ausrichtung** einer KI-Anwendung bildet das Fundament für eine wirkungsvolle Integration von KI in verschie-

dene Stadtentwicklungsprozesse. Auch wenn es banal klingt: Dazu braucht es insbesondere ein tiefgreifendes Verständnis für die **konkreten Problemstellungen** und daran anschließend für die intendierten **Wirkungen** des KI-Einsatzes. Fehlen Datengrundlagen für ein effektives Energiemonitoring oder sollen langwierige Planungsprozesse mittels Datenauswertungen (teil-)automatisiert werden? Sollen fragmentierte Informationsflüsse, personelle Engpässe oder mangelnde Standardisierung adressiert werden? Oftmals wird auch deutlich, dass es sich um eine Kombination mehrerer Problemstellungen handelt, für die es eine entsprechende KI-Tool-Kombination benötigt. Zu Beginn muss also immer geklärt werden, welche konkrete Herausforderung in der Kommune besteht und wie ein KI-basiertes System bei der Bewältigung dieser Herausforderung überhaupt unterstützen kann.

Ethik

Ethische Prinzipien, wie Transparenz, menschliche Kontrolle von KI-Anwendungen oder der Schutz individueller Autonomie, stellen sicher, dass die Einführung von KI-Systemen sowohl technisch sicher und robust als auch gesellschaftlich verantwortungsvoll und vertrauenswürdig erfolgt.

KI-Werkzeuge

Die technische Funktionalität einer KI-Anwendung bestimmt maßgeblich ihre Einsatzmöglichkeiten. Für eine erste Einschätzung des technischen Umfangs, aber auch des Vermögens der individuellen Lösung, reicht es an dieser Stelle aus, zunächst die **Art** (maschinelles Lernen und seine Untermengen „neuronale Netze“ oder „Deep Learning“) und die **Leistung** der KI (Befehlsausführung, Klassifizierung, Vorhersage, Empfehlung, Generierung) einordnen zu können (s. auch Kapitel 2 und 3).

Daten

Voraussetzung für die operative Funktionalität einer KI-Anwendung ist die Verfügbarkeit relevanter Daten. Dazu gehören zum einen die **Eingabedaten**, die sich grundsätzlich in „statische Daten“ und „dynamische Daten“ aufteilen lassen, und diese sich wiederum in die vier Typen „statistische

Daten(reihen)“, „Text“, „Bild/Video“ und „Audio“ unterscheiden lassen. Zum anderen erfolgt eine Einordnung dieser Daten in die für die Anwendung im städtischen Kontext relevante Kategorie der „**urbanen Daten**“. Im kommunalen Kontext können das zum Beispiel sein: Fernerkundungsdaten, Verkehrsdaten, Wetterdaten, Bewegungsdaten, Emissionsdaten, Sozialdaten, Gebäude- daten, Katasterdaten, Crowddaten, Registerdaten oder Transaktionsdaten.

Rechtsgrundlagen

Die Gesetzeskonformität, insbesondere in Bezug auf den **Datenschutz** und den **AI Act**, ist ein integraler Bestandteil jeder Implementierung. Eine präzise Darstellung, wie diese Anforderungen erfüllt werden, ist unverzichtbar (s. rechtlicher Exkurs, S. 23).

Governance

Neben den technischen Aspekten sind, wie bereits in Kapitel 2.2 ausgeführt, auch die sozio- technischen Aspekte für eine wirkungsvolle Implementierung von KI-Anwendungen relevant. Dazu gehört zum einen die grundlegende Klärung von **Verantwortlichkeiten** zwischen den

beteiligten **Akteuren** – welche Stelle koordiniert, welche Stelle wartet und welche Stelle nutzt die KI-Anwendung? Ist dies immer die gleiche Stelle oder werden diese Verantwortlichkeiten aufgeteilt? Betrifft das nur verwaltungsinterne Bereiche oder werden auch Externe, beispielsweise Dienstleister, in die bestehenden Prozesse integriert? Welche Rechte und Pflichten werden ihnen übergeben? Schlussendlich ist die Form des Hostings der KI-Anwendung relevant, da sie direkte Auswirkungen auf Datenschutz, Kosten und Skalierbarkeit hat.

Die vorgestellten Kategorien bieten eine Hilfestellung zur systematischen Auseinandersetzung für die Integration von KI-Lösungen im Kontext smarter Städte und Regionen und leisten damit einen Beitrag zur informierten Entscheidungsfindung. Sie tragen dazu bei, nicht nur die technischen und organisatorischen Anforderungen zu klären, sondern auch die langfristigen Auswirkungen und den Mehrwert einer Lösung zu bewerten. Mit einem solchen Ansatz können Kommunen sicherstellen, dass die ausgewählten Anwendungen nachhaltig, wirkungsvoll und auf ihre spezifischen Bedürfnisse hin zugeschnitten sind.

Die Gesetzeskonformität, insbesondere in Bezug auf den Datenschutz und den AI Act, ist ebenso integraler Bestandteil jeder KI-Implementierung wie ethische Prinzipien, um sicherzustellen, dass die Einführung von KI-Systemen sowohl technisch sicher und robust als auch gesellschaftlich verantwortungsvoll und vertrauenswürdig erfolgt | Quelle: lililia – stock.adobe.com (generiert mit KI)



4.2 Überblick über die Fallbeispiele

Die nachfolgenden neun Fallbeispiele speisen sich aus den drei bereits vorgestellten Handlungsfeldern mit der höchsten Entwicklungsdynamik: „Energie und Umwelt“, „Infrastruktur“ sowie „Stadtentwicklung und -planung“.

Im Handlungsfeld **„Energie und Umwelt“** stehen KI-Anwendungen zum Monitoring, zur Anomalieerkennung sowie zur Optimierung des Ressourceneinsatzes im Vordergrund. Die Projekte zeigen, wie Echtzeitdaten und KI-gestützte Analysemodelle helfen, Netze und Anlagen technischer Energieinfrastrukturen zu steuern, Unregelmäßigkeiten und Schäden frühzeitig zu erkennen sowie Entscheidungsprozesse zu verbessern. Automatisierte Systeme ermöglichen beispielsweise eine proaktive Steuerung von Energieflüssen und Instandhaltungsmaßnahmen. So wird bei den Konstanzer Stadtwerken mit *AI4Grids* das Problem der unregelmäßigen Einspeisung erneuerbarer Energien durch intelligente Netzsteuerung angegangen, während man in Bamberg mit *BaKIM* auf die automatisierte Analyse von Drohnenaufnahmen setzt, um daraus gezielte Maßnahmen für die Sicherung und Pflege des kommunalen Baumbestands abzuleiten. *Grid Insight: Heat* aus Iserlohn konzentriert sich auf die Optimierung von Fernwärmenetzen durch präzise Bedarfsprognosen und eine automatisierte Steuerung. Allen Projekten gemein sind die Nutzung von Echtzeit- und hybriden Daten sowie von KI-gestützten Analysemodellen zur Verbesserung von Effizienz und Sicherheit.

Im Bereich **„Infrastruktur“** konzentrieren sich die KI-Lösungen auf die präventive Instandhaltung kommunaler Infrastrukturen sowie die Verbesserung und Erhöhung der Systemresilienz. Die Projekte haben im Gegensatz zum Handlungsfeld

„Energie und Umwelt“ primär die technische Infrastruktur selbst als Gegenstand. Im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ steht dagegen eher im Vordergrund, was auf Basis einer Infrastruktur konkret passiert. Im Bereich „Infrastruktur“ kommt KI insbesondere bei der Analyse von Bild- und Geodaten zum Einsatz, um Schäden zu klassifizieren, Simulationen zu generieren und Entscheidungsprozesse durch datenbasierte Modelle zu optimieren. Der private Dienstleister *vialytics* hat ein KI-gestütztes Bildanalysetool entwickelt, mit dem Straßenschäden systematisch erfasst, bewertet und daraus abgeleitete Instandhaltungsmaßnahmen effizienter geplant werden können. In Rheinland-Pfalz nutzt *FloReST* KI-gestützte Simulationen und Datenmodellierungen, um urbane Wasserflüsse und Notabflusswege zu analysieren, Hochwasserschutzmaßnahmen zu planen und im Ernstfall schneller und gezielter reagieren zu können. Das saarländische *KIKI* entwickelt aus bestehenden Datenbeständen zum Zustand der Abwasserkanalsysteme Prognosemodelle, um Alterungsprozesse der Infrastruktur vorherzusagen und präzise Sanierungspläne zu erstellen.

Im Handlungsfeld **„Stadtentwicklung und -planung“** stehen die Optimierung von Planungsprozessen und der Bürgerbeteiligung im Fokus. In Ingolstadt erfasst *KIVI* mithilfe von Sensorik Verkehrsdaten in Echtzeit, um Verkehrsflüsse dynamisch zu steuern. Die Stadt Wien möchte mit dem Projekt *BRISE* die Bearbeitung von Bauanträgen durch eine medienbruchfreie und KI-gestützte Teilautomatisierung des Antrags- und Prüfprozesses beschleunigen. Die mittlerweile in mehreren deutschen Kommunen eingesetzte *DIPAS-Plattform* wiederum setzt auf die Analyse von Bürgerfeedback und die Integration verschiedener Datenquellen, um Planungsprozesse transparenter und partizipativer zu gestalten.



Leitwarte im Digital Grid Lab des Fraunhofer ISE als zentrale Schaltstelle für den Netzbetrieb mit KI-Verfahren | Quelle: Fraunhofer ISE

Praxisbeispiel Konstanz, Deutschland: AI4Grids



Kurzbeschreibung

KI-basierte Algorithmen unterstützen die Planung und Betriebsführung von Verteilnetzen und Microgrids in Konstanz, um erneuerbare Energien effizient zu integrieren. Ziel ist die Synchronisation von Energieerzeugung und Netzkapazitäten durch intelligente Netzsteuerung. Bestehende Netze sollen optimal ausgelastet und Kosten für einen weiteren Ausbau – wo möglich – vermieden werden. Ein automatisiertes Verfahren überwacht fortlaufend den aktuellen Netzzustand und erstellt verlässliche Prognosen für die Erzeugung und den Verbrauch. Kritische Belastungen können dadurch frühzeitig identifiziert und Handlungsempfehlungen an die Leitwarte weitergeleitet werden. Das Forschungsvorhaben konnte die Wirksamkeit mittels realer Daten validieren.

Relevante ethische Prinzipien

- ökologisches und gesellschaftliches Wohlergehen
- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- Transparenz

Rechtsgrundlagen

KI-gestützte Systeme zur intelligenten Netzführung und Steuerung könnten als Hochrisiko-KI-Systeme nach Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang

III Nr. 2 AI Act bewertet werden, wenn diese als oder in einem Sicherheitsbauteil eines Stromnetzes eingesetzt werden, welches als kritische Infrastruktur zu qualifizieren ist. Sicherheitsbauteile kritischer Infrastruktur, einschließlich kritischer digitaler Infrastruktur, sind gemäß ErwGrund 55 AI Act solche Systeme, die verwendet werden, um die physische Integrität kritischer Infrastruktur oder die Gesundheit und Sicherheit von Personen und Eigentum zu schützen, die aber nicht notwendig sind, damit das System funktioniert.

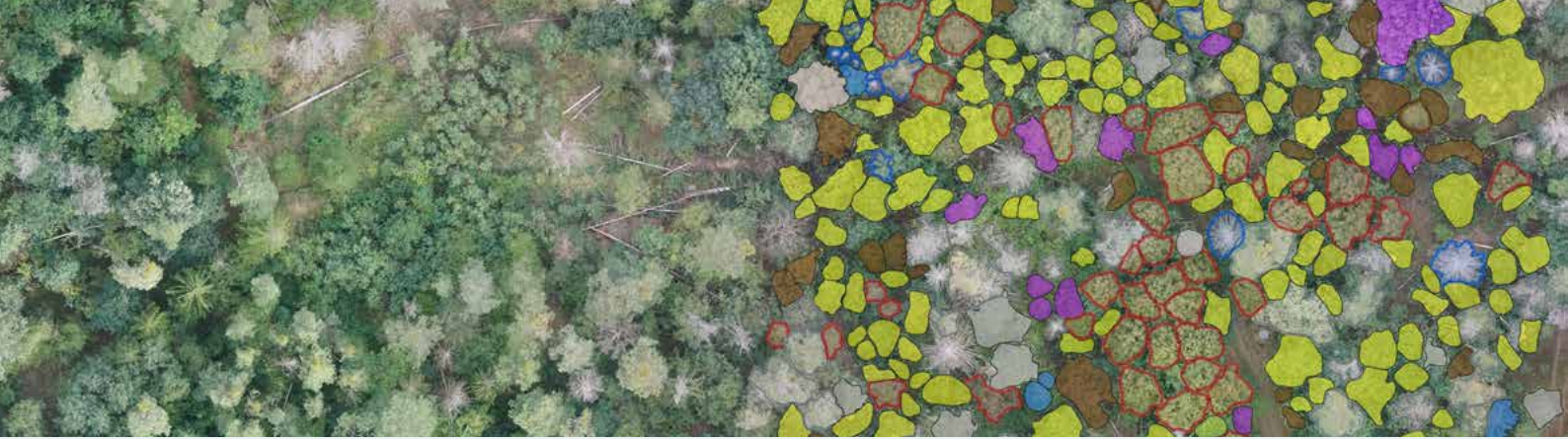
Allgemein sind die spezialgesetzlichen Bestimmungen für die kritische Infrastruktur (z. B. BSI-G, BSI-VO) und für den Betrieb von Versorgungsnetzen (z. B. EnWG) zu berücksichtigen. Bei der Auswertung von Kundendaten sind jederzeit die datenschutzrechtlichen Bestimmungen zu beachten. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (Datennutzungsgesetz – DNG) unterfallen. Das Thema steuerbarer Verbrauchs- und Einspeiseeinrichtungen ist aktuell in der Diskussion (vgl. § 14a EnWG), auch weil dies dazu führen kann, dass Netzbetreiber bestimmte Einrichtungen (z. B. Wärmepumpen) kurzzeitig abschalten können. Hier können sich regelmäßig auch rechtsethische Fragen ergeben.

Überblick

Laufzeit	September 2020 bis Dezember 2023
Umsetzungsgrad	abgeschlossen
Entstehungskontext	Forschungsvorhaben

Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	unbekannt
Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Energie und Umwelt
Raumtyp	Mittelstadt
Problemstellung	unregelmäßige Einspeisung regenerativer Energien in Stromnetze erschwert nachhaltige Betriebsführung sowie Abkehr von fossilen Energiequellen
Zielsetzung	intelligente Netzführung zur besseren Synchronisierung von Energiemengen und Netzkapazitäten
Wirkungsbereich	gesamstädtisch
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Produktivitätssteigerung; Monitoring; Prävention von Ausfällen; verbesserte Sicherheit und Notfallreaktion
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Prozesssteuerung; Automatisierung von Routineaufgaben; Anomalieerkennung; Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen
Governance	
Verortung	Stadtwerke Konstanz GmbH
Typologisierung der Akteure	privatwirtschaftliche Akteure; Forschungseinrichtungen; Vereine/Initiativen; kommunale Tochterunternehmen
beteiligte Akteure	Stadtwerke Konstanz GmbH; Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE); International Solar Energy Research Center Konstanz e. V. (ISC); Stadtwerke am See GmbH & Co. KG; Energiedienst AG
Hosting der KI-Anwendung	Nutzung eigener Server
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung; Vorhersage
Daten	
Eingabedaten	statistische Daten(reihen)
urbane Daten	Echtzeitdaten; hybride Daten aus mehreren Quellen
weiterführende Informationen	https://www.htwg-konstanz.de/hochschule/projekte/ai4grids/ueber-ai4grids

Tabelle 1: Steckbrief AI4Grids | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



Praxisbeispiel Bamberg, Deutschland: BaKIM (Baum, Künstliche Intelligenz, Mensch)



Kurzbeschreibung

Per Drohnenflügen werden in Bamberg georeferenzierte Luftbilder städtischer Waldbestände und deren Zustand in kurzer Zeit automatisiert erfasst. In Kombination mit weiteren Satelliten-, Bodenfeuchtigkeits- und anderen geografischen Daten können mittels tiefer neuronaler Netze zur Bildklassifizierung Baumarten erkannt sowie Trockenstress und akute Schäden beurteilt werden. Auf Basis dessen werden Einschätzungen zu notwendigen Pflegemaßnahmen vorgenommen. Damit sollen die Auswirkungen steigender Temperaturen und extremer Trockenperioden auf den Baumbestand bekämpft werden. Durch die Entwicklung und den Einsatz von Open-Source-Software ist eine Weiternutzung der Software durch andere Kommunen möglich.

Relevante ethische Prinzipien

- menschenzentrierte KI
- Nachhaltigkeit

Rechtsgrundlagen

Drohnenprojekte zur Überwachung des Baumbestands erfüllen in der Regel nach den Vorschriften des AI Acts weder einen Verbotstatbestand noch die Voraussetzungen eines strengen Regularien unterliegenden Hochrisiko-KI-Systems.

Allgemein sind beim Einsatz von Drohnen die einschlägigen übrigen gesetzlichen Vorschriften zu beachten (insbes. LuftVO, Straßen- und Wege-rechte). Grundsätzlich sind auch keine datenschutzrechtlichen Probleme erkennbar, soweit keine privaten Grundstücke ohne die Zustimmung der Eigentümerin oder des Eigentümers überflogen oder gefilmt werden. Zivilrechtlich ist ebenfalls eine Gestattung der Grundstückseigentümerin oder des -eigentümers im Zusammenhang mit Privatgrundstücken erforderlich. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen. Bei Fehlverhalten von Drohnen können haftungs- und versicherungsrechtliche Fragen aufkommen.

Überblick	
Laufzeit	seit Januar 2022
Umsetzungsgrad	in Erprobung
Entstehungskontext	MPSC-Förderprogramm
Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	Open Source

Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Energie und Umwelt
Raumtyp	Mittelstadt
Problemstellung	fehlende Datengrundlagen zur Planung von Waldumbaumaßnahmen und Reaktion auf Schadensfälle
Zielsetzung	Sicherung des Baumbestandes; Effizienzsteigerung kommunaler Ressourcen (personell und budgetär)
Wirkungsbereich	überregional
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Produktivitätssteigerung; Erhöhung der Arbeitsqualität; Monitoring; Verknüpfung von Datensilos
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Automatisierung von Routineaufgaben; Frühwarnsystem; Anomalieerkennung; Wissensmanagementsystem
Governance	
Verortung	Stabstelle Smart City
Typologisierung der Akteure	kommunale Verwaltung; Forschungseinrichtung
beteiligte Akteure	Universität Bamberg; Bamberger Forstamt
Hosting der KI-Anwendung	Hosting intern bei Stabstelle Smart City (textbasiert in der Commandline); Betreiberkonzept in Erarbeitung
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung
Daten	
Eingabedaten	Bild/Video
urbane Daten	Geodaten; Verwaltungsdokumente
weiterführende Informationen	https://smartcity.bamberg.de/kategorie/bewahren/bakim

Tabelle 2: Steckbrief BaKIM (Baum, Künstliche Intelligenz, Mensch) | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik



Mit BIM, KI und AR beschleunigt BRISE-Vienna digitale Baugenehmigungen | Quelle: PID Schaub-Walzer

Praxisbeispiel Wien, Österreich: BRISE (Building Regulations Information for Submission Involvement)



Kurzbeschreibung

Der Baugenehmigungsprozess der Stadt Wien soll komplett digitalisiert und medienbruchfrei gestaltet werden. Statt auf 2D-Papierpläne wird komplett auf BIM (Building Information Modeling) gesetzt, sprich 3D-Gebäudemodelle. Antragstellende können beliebig oft eine automatisierte Vorprüfung über die Einhaltung baurechtlicher Vorschriften durchlaufen lassen. Die Qualität der Anträge wird dadurch erheblich gesteigert. In der Baubehörde unterstützen KI und Augmented Reality (AR) bei der Bewertung der Anträge. Eine semantische Suche ermöglicht eine effiziente Recherche in Rechtsquellen, wobei auch textliche Bestimmungen des Wiener Flächenwidmungs- und Bebauungsplans automatisch klassifiziert werden. Im Rahmen des ersten Pilotbetriebs ließ sich eine Zeitersparnis von 50 % feststellen. Die 3D-Modelle sollen perspektivisch auch in der Bürgerbeteiligung verwendet werden.

Relevante ethische Prinzipien

- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- menschliche Aufsicht und Kontrolle
- Transparenz

- Zweckmäßigkeit
- gesellschaftliches und ökologisches Wohlbefinden

Rechtsgrundlagen

Systeme zur digitalen Gestaltung und Beschleunigung künftiger Bauansuchen und Baugenehmigungen, die KI lediglich zur Suche von Rechtsquellen als Entscheidungsgrundlage (Klassifizierung) oder zur Kategorisierung von Antragsdokumenten einsetzen, sind in der Regel weder als verbotene KI noch als Hochrisiko-KI-System nach Art. 6 AI Act einzuordnen.

Neben den für die Städteplanung spezifischen rechtlichen Anforderungen sind die Regelungen zur Digitalisierung der Verwaltung (u. a. eGovG, OZG), sowie insbesondere die allgemeinen verwaltungsrechtlichen Grundsätze (z. B. Diskriminierungsfreiheit) zu beachten. Auch sind die DSGVO und die landesspezifischen Datenschutzbestimmungen einzuhalten, da Informationen über die Bebauung privater Grundstücke regelmäßig personenbezogene Daten darstellen.

Überblick

Laufzeit	September 2019 bis August 2023
Umsetzungsgrad	abgeschlossen; in Adaption
Entstehungskontext	Förderprogramm
Einsatzbereich	Front- und Backoffice
Lizenzmodell	unbekannt

Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Stadtentwicklung und -planung
Raumtyp	Großstadt
Problemstellung	fragmentierte und langwierige Bearbeitung von analogen Bauanträgen; verzögerte Bearbeitung durch fehlende oder inkonsistente Unterlagen; nachhaltige Auswirkung auf zentrale kommunale Planungs- und Genehmigungsverfahren
Zielsetzung	Beschleunigung von Genehmigungsverfahren durch digitalisierten, teilautomatisierten und medienbruchfreien Verfahrensablauf
Wirkungsbereich	gesamstädtisch
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Zeitersparnis; Entlastung von Mitarbeitenden; Steigerung der Servicequalität; Optimierung von Entscheidungsfindungen; Reduzierung von Kosten- und Ressourcenverbrauch
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Automatisierung von Routineaufgaben; Datenmodellierung und Simulation; Anomalieerkennung; Augmented Reality; Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen
Governance	
Verortung	Magistratdirektion strategische IKT; Magistratdirektion Bauten und Technik
Typologisierung der Akteure	kommunale Verwaltung; privatwirtschaftliche Akteure; Forschungsinstitutionen; Verbände
beteiligte Akteure	Stadt Wien; Office for Digital Engineering (ODE); Wien Holding Media (SME); Technische Universität Wien; Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten
Hosting der KI-Anwendung	Hosting auf österreichischem Server
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung; Vorhersage
Daten	
Eingabedaten	Text
urbane Daten	Verwaltungsdokumente
weiterführende Informationen	https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna

Tabelle 3: Steckbrief BRISE (Building Regulations Information for Submission Envolvement) | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE

Praxisbeispiel Hamburg, Deutschland: DIPAS_analytics



Kurzbeschreibung

DIPAS ist ein integriertes Partizipationsmasterportal, bestehend aus einer Datenplattform, einer Beteiligungsdatenbank sowie einem Evaluations-tool. Im Rahmen von DIPAS hat die Stadtwerkstatt „Auf Dialoge Bauen“ der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) gemeinsam mit dem Hamburger Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV) das Forschungs- und Entwicklungsprojekt *DIPAS_analytics* initiiert. Ziel des Projekts ist es, ein KI-gestütztes System für die Unterstützung der Auswertung und Moderation von digitalen Partizipationssystemverfahren zu entwickeln. Dabei nutzt das System Natural Language Processing auf Basis von Deep Learning/Transformer-Modellen. Neben der Vereinfachung des Prozesses wird damit eine einheitliche, transparente und möglichst unvoreingenommene Vorstrukturierung als Auswertungshilfe für Beteiligungsverfahren angestrebt.

Relevante ethische Prinzipien

- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- menschliche Aufsicht und Kontrolle
- gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen
- Partizipation und Inklusion
- Datenschutz und -sicherheit

Rechtsgrundlagen

Systeme zur digitalen Bürgerbeteiligung sind in der Regel weder als verbotene KI noch als Hochrisiko-

KI-System nach Art. 6 AI Act einzuordnen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass das KI-System nicht unterschwellige Techniken einsetzt, um Personen zu unerwünschten Verhaltensweisen zu überreden oder sie zu täuschen, indem sie in einer Weise zu Entscheidungen gedrängt werden, die ihre Autonomie, Entscheidungsfindung und freien Entscheidungen untergraben und beeinträchtigen. Solche Techniken sind nach Art. 5 AI Act verboten. Sollte das System nach Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 8 AI Act die Rechtspflege oder demokratische Prozesse beeinflussen können, wäre es zudem als Hochrisiko-KI einzustufen. Das betrifft etwa die kriteriengeleitete und automatisierte Bewertung von Bürgervorschlägen oder Partizipationssysteme insbesondere im politischen Kontext (Wahlentscheidung; Bürgerbeteiligungen).

Ein besonderes Augenmerk ist hier auf die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Themen und auf die rechtskonforme Gestaltung der Plattform im Übrigen (z. B. Barrierefreiheit, Cookies) zu richten. Neben den rechtlichen Anforderungen zur Digitalisierung der Verwaltung (u. a. eGovG, OZG) sind insbesondere die allgemeinen verwaltungsrechtlichen Grundsätze (z. B. Diskriminierungsfreiheit bei Datenauswertung von Bürgervorschlägen) zu beachten. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen.

Überblick

Laufzeit	Januar 2023 bis September 2025
Umsetzungsgrad	in Entwicklung

Entstehungskontext	Landesmittel und MPSC-Förderprogramm
Einsatzbereich	Front- und Backoffice
Lizenzmodell	Open Source
Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Stadtentwicklung und -planung
Raumtyp	Mittel- bis Großstadt
Problemstellung	ressourcenintensive Auswertungsprozesse für Beiträge in Beteiligungsverfahren aufgrund fehlender standardisierter Methoden
Zielsetzung	Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung durch singuläre, fachamtsübergreifende Plattform sowie teilautomatisierte Auswertung (Beteiligungsökosystem); Verschränkung von Crowd- mit Geodaten
Wirkungsbereich	gesamstädtisch
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Entlastung von Mitarbeitenden; Verständlichmachen komplexer Informationen; Steigerung der Servicequalität; Optimierung von Entscheidungsfindungen; Reduzierung von Kosten und Ressourcenverbrauch; Verknüpfen von Datensilos
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Automatisierung von Routineaufgaben; Datenplattform; Datenvisualisierung; Wissensmanagementsystem; Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen
Governance	
Verortung	Hamburger Stadtwerkstatt „Auf Dialoge Bauen“; Hamburger Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
Typologisierung der Akteure	kommunale Verwaltung; Verbände; überregionale Verwaltung; Forschungseinrichtungen
beteiligte Akteure	Hamburger Stadtverwaltung (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Stadtwerkstatt „Auf Dialoge Bauen“ und Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung); Urban Data Hub des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung; City Science Lab der HafenCity Universität Hamburg; Connected Urban Twins
Hosting der KI-Anwendung	Hosting auf deutschem Server
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung
Daten	
Eingabedaten	Text
urbane Daten	Verwaltungsdokumente
weiterführende Informationen	https://www.dipas.org

Tabelle 4: Steckbrief DIPAS_analytics | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



FloReST nutzt KI, um urbane Notabflusswege gegen Starkregen digital und partizipativ zu planen | Quelle: Peter Fischer-Stabel

Praxisbeispiel Rheinland-Pfalz, Deutschland: FloReST (Urban Flood Resilience – Smart Tools)



Kurzbeschreibung

Durch den Einsatz von Drohnentechnologie, 3D-Erfassung und KI-gestützten Analyseverfahren werden in Rheinland-Pfalz urbane Fließwege und Notabflusswege bei Starkregen präzise ermittelt. Ergänzt durch ein Geo Data Warehouse und eine mobile App werden die Bürgerbeteiligung gestärkt und die Risikokommunikation verbessert. Die Lösungen tragen dazu bei, die Siedlungsinfrastruktur gegenüber extremen Wetterereignissen widerstandsfähiger zu machen und ermöglichen eine gezielte Planung von Starkregenvorsorgemaßnahmen. Bislang erfolgt die Anwendung des Tools in fünf rheinland-pfälzischen Kommunen.

Relevante ethische Prinzipien

- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- menschliche Aufsicht und Kontrolle
- gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen
- Risikovermeidung

Rechtsgrundlagen

Systeme zur multimedialen Erfassung von Infrastruktur und zur Erweiterung der Datengrundlage sowie Modellierung der Infrastruktur (Wasserströme und Notabflusswege) zum Zwecke der städtischen Hochwasserresilienz unterfallen in der Regel weder einem Verbotstatbestand noch dem Tatbestand eines Hochrisiko-KI-Systems gemäß dem AI Act.

Ausnahmsweise könnten solche Systeme, wie bereits in Fallbeispiel *AI4Grids* erwähnt, gemäß Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 2 AI Act als Hochrisiko-KI zu beurteilen sein, soweit diese als Sicherheitsbauteil kritischer Infrastruktur (z. B. im Verkehr zum Schutz von Personen, vgl. ErwGrund 55 AI Act) eingesetzt werden. Dies wäre im Einzelfall zu prüfen.

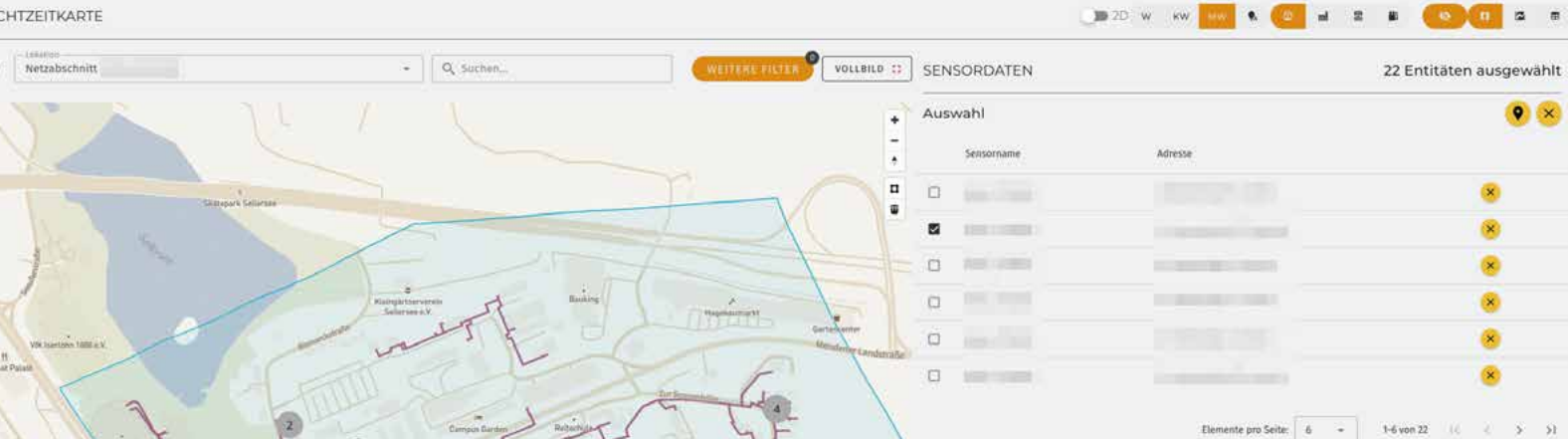
Allgemein ist das Hochwasserschutzrecht (insbes. §§ 72–81 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)) zu beachten. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen.

Überblick

Laufzeit	Februar 2022 bis Januar 2025
Umsetzungsgrad	in Entwicklung
Entstehungskontext	Forschungsvorhaben
Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	unbekannt

Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Infrastruktur
Raumtyp	alle Raumtypen
Problemstellung	fehlende oder unzureichende Datengrundlagen, um bedarfsgerecht und unmittelbar auf Extremwetterereignisse zu reagieren (Sicherung der Infrastruktur)
Zielsetzung	Erweiterung der Datengrundlage zur Starkregenvorsorge (Modellierung von Wasserströmen und Ausweisung von Notabflusswegen) und innovative Risikokommunikation zur Resilienzstärkung der Infrastrukturen
Wirkungsbereich	überregional
Wirkungen	Erhöhung der Arbeitsqualität; Optimierung von Entscheidungsfindungen; Verbesserung der Sicherheits- und Notfallreaktion; Verknüpfung von Datensilos
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Datenplattformen; Datenmodellierung und Simulation; Sicherheitsanalysen; Wissensmanagementsysteme; Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen
Governance	
Verortung	Hochschule Koblenz
Typologisierung der Akteure	privatwirtschaftliche Akteure; Forschungseinrichtungen; kommunale Verwaltungen; überregionale Verwaltungen; Verbände; Zivilgesellschaft
beteiligte Akteure	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI GmbH; Disy Informationssysteme GmbH; Hochschule Trier – Umweltcampus Birkenfeld; Hochschule Koblenz; Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH; Universität Trier, Fachbereich Hydrologie; Stadt Trier; Verbandsgemeinde Altenahr; Verbandsgemeinde Linz am Rhein; Verbandsgemeinde Herrstein/Rhaunen; Verbandsgemeinde Mendig; Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement (KHH); Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz; Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz; Ingenieurkammer Rheinland-Pfalz; Citizen Science
Hosting der KI-Anwendung	Hosting auf deutschem Server
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Generierung
Daten	
Eingabedaten	statistische Daten(reihen)
urbane Daten	Geodaten
weiterführende Informationen	https://www.hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/florest-urban-flood-resilience-smart-tools

Tabelle 5: Steckbrief FloReST (Urban Flood Resilience – Smart Tools) | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



Grid Insight: Heat bietet ein Wärmeprognose-Modul, das auf maschinellem Lernen basiert | Quelle: items GmbH

Praxisbeispiel Iserlohn, Deutschland: Grid Insight: Heat



Kurzbeschreibung

Ein digitaler Fernwärmewilling nutzt Echtzeitdaten, Informationen aus geografischen Informationssystemen und Planungstools sowie abrechnungsrelevante und technische Daten, um in Iserlohn Netztransparenz herzustellen. Mit analytischen Methoden werden über die aus der Fernauslesung gewonnenen Daten Problemstellen im Netz identifiziert und deren Optimierung priorisiert. Über Methoden des maschinellen Lernens lassen sich Prognosen erstellen, auf deren Basis eine verbesserte Kraftwerkseinsatzplanung abgebildet werden kann. Eine Simulation auf Basis der Echtzeitdaten ermöglicht jederzeit den Einblick in den hydraulischen Zustand des Netzes. Der Softwareprototyp wurde 2022 mit dem STADTWERKE AWARD – verliehen von KommunalDigital und dem VKU (Verband kommunaler Unternehmen) – ausgezeichnet, die Produktversion ist seit Mitte 2023 verfügbar und wird alle zwei Monate um neue Funktionen erweitert.

Relevante ethische Prinzipien

- ökologisches und gesellschaftliches Wohlergehen
- Transparenz

Rechtsgrundlagen

KI-gestützte Systeme zur Prozesssteuerung, zum Echtzeitmonitoring sowie für Frühwarnsysteme von Versorgungsnetzen können, wie bereits in Fallbeispiel *AI4Grids* erwähnt, gemäß Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 2 AI Act als Hochrisiko-KI-Systeme zu beurteilen sein, soweit diese als Sicherheitsbauteil in einem als kritische Infrastruktur zu qualifizierenden Fernwärmenetz eingesetzt werden. Sofern lediglich Daten zur Effizienzsteigerung ausgewertet werden, wäre dies nicht der Fall.

Allgemein sind die spezialgesetzlichen Bestimmungen für die kritische Infrastruktur (z. B. BSI-G, BSI-VO) und für den Betrieb von Versorgungsnetzen zu berücksichtigen. Bei der Auswertung von Kundendaten sind die datenschutzrechtlichen Vorgaben jederzeit zu beachten. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen.

Überblick	
Laufzeit	seit August 2020
Umsetzungsgrad	in Anwendung
Entstehungskontext	nicht gefördertes Projekt der Innovationsabteilung der items GmbH & Co. KG
Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	Software as a Service (proprietär)

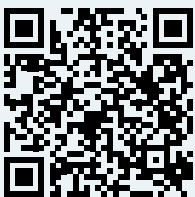
Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Energie und Umwelt
Raumtyp	Klein- bis Großstadt
Problemstellung	Betrieb und Steuerung von (Fernwärme-)Netzen sind aufgrund mangelnder Informationen zu Betriebszuständen ineffizient (operatives Managementproblem)
Zielsetzung	Minimierung der Gesamtkosten für den Betrieb des Fernwärmenetzes unter Gewährung eines sicheren Betriebes mithilfe von Echtzeitmonitoring und Bedarfsprognosen; ganzheitlicher Ansatz von operativem und strategischem Management: abteilungsübergreifend
Wirkungsbereich	gesamstädtisch
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Optimierung von Entscheidungsfindung; Monitoring; Prävention von Ausfällen; Verbesserung von Sicherheit und Notfallreaktion; Reduzierung von Kosten und Ressourcenverbrauch
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Prozesssteuerung; Datenmodellierung und Simulation; Sicherheitsanalysen; Frühwarnsysteme; Datenvisualisierung
Governance	
Verortung	items GmbH & Co. KG
Typologisierung der Akteure	kommunale Tochterunternehmen
beteiligte Akteure	Stadtwerte Iserlohn; items GmbH & Co. KG; Städtische Werke Kassel
Hosting der KI-Anwendung	cloudbasiert in Microsoft Azure Cloud
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Vorhersage; Empfehlung
Daten	
Eingabedaten	statistische Daten(reihen)
urbane Daten	Echtzeitdaten; statistische Daten (Archivdaten, Geodaten, Unternehmensdaten)
weiterführende Informationen	https://grid-insight.de

Tabelle 6: Steckbrief Grid Insight: Heat | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



KIKI reichert Inspektionsverfahren zur Instandhaltung von Abwasserkanälen mit KI an | Quelle: August-Wilhelm Scheer Institut gGmbH

Praxisbeispiel Saarbrücken, Deutschland: KIKI (KI-basiertes Kanalstandhaltungsmanagement)



Kurzbeschreibung

Auf Basis von Bilddaten, historischen Informationen und Stammdaten wie Lage, Werkstoff und Baujahr werden in Saarbrücken Prognosemodelle entwickelt, um Alterungsprozesse von Abwasserkanälen vorherzusagen. Ein digitaler Zwilling und eine Augmented-Reality-Anwendung ermöglichen die präzise Abbildung des Kanalzustands sowie eine verbesserte Planung von Sanierungen. Die Daten werden in einer zentralen Plattform aggregiert. Durch frühzeitige Schaden-erkennung werden Materialeinsparungen erzielt, was die Nachhaltigkeit erhöht und die Effizienz der Instandhaltung deutlich verbessert.

Relevante ethische Prinzipien

- ökologisches und gesellschaftliches Wohlergehen
- Transparenz

Rechtsgrundlagen

Systeme zur KI-gestützten Inspektion für die Instandhaltung von Abwasserkanälen zum Zwecke der automatisierten Schadenerkennung in Bilddaten, unterliegen in der Regel weder einem Verbotstatbestand des AI Acts noch dem Tatbestand eines Hochrisiko-KI-Systems, da die Abwasserbeseitigung nicht dem Katalog nach Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 2 AI Act unterfällt.

Bei der Beachtung des Abwasserrechts (insbes. § 57 WHG, Abwasserverordnung) sind keine offensichtlichen rechtlichen Probleme ersichtlich. Die erfassten Daten könnten dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen.

Überblick

Laufzeit	Mai 2021 bis April 2023
Umsetzungsgrad	abgeschlossen
Entstehungskontext	Forschungsvorhaben
Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	unbekannt

Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Infrastruktur
Raumtyp	Mittelstadt
Problemstellung	Datengrundlagen nicht ausreichend, um Prognosen über Qualität und Quantität von Schäden an Infrastruktur durchzuführen (Inkonsistenz und Datenlücken); kann zu mangelhaften Zuständen, Sanierungsstau sowie hohen Kosten führen
Zielsetzung	automatisierte Schadenerkennung; umfangreiches Prognosemodell; Überführung in digitalen Zwilling zur Integration in Sanierungsmaßnahmen
Wirkungsbereich	Testbetrieb Kläranlage EVS Homburg
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Zeitersparnis; Optimierung von Entscheidungsfindungen; Monitoring; Prävention von Ausfällen; Reduzierung von Kosten und Ressourcenverbrauch
Mittel zur Wirkumsetzung	Automatisierung von Routineaufgaben; Datenplattform; Datenmodellierung und Simulation; Frühwarnsysteme; Robotik; Datenvisualisierung; Augmented Reality; Wissensmanagementsystem
Governance	
Verortung	unbekannt
Typologisierung der Akteure	Forschungsunternehmen; kommunale Tochterunternehmen; privatwirtschaftliche Akteure
beteiligte Akteure	August-Wilhelm Scheer Institut gGmbH; EVS Entsorgungsverband Saar; Technische Universität Clausthal Institute for Software and Systems Engineering; AHT AquaGemini GmbH; IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG; EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH
Hosting der KI-Anwendung	unbekannt
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung; Vorhersage
Daten	
Eingabedaten	statistische Daten(reihen)
urbane Daten	Archivdaten; Unternehmensdaten
weiterführende Informationen	https://digitalgreentech.de/projekte/detail/kiki

Tabelle 7: Steckbrief KIKI (KI-basiertes Kanalstandhaltungsmanagement) | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



KIVI vernetzt Echtzeitdaten via KI, um Ampelschaltungen sicherer zu gestalten | Quelle: ifg Ingolstadt

Praxisbeispiel Ingolstadt, Deutschland: KIVI (Künstliche Intelligenz im Verkehrssystem Ingolstadt)



Kurzbeschreibung

Durch den Einsatz von KI-gestützter Sensorik, sowohl stationär als auch mobil, werden in Ingolstadt Verkehrsdaten aller Teilnehmenden erfasst und analysiert. Dies ermöglicht nicht nur eine Ampelsteuerung, die sich am aktuellen Verkehrsaufkommen und den Teilnehmenden orientiert, sondern auch die Implementierung aktiver Unfallfrühwarnsysteme sowie eine Optimierung des Verkehrsflusses insgesamt. Dafür werden verschiedene KI-Algorithmen genutzt, darunter neuronale Netzwerke oder Reinforcement Learning, dem Lernen durch die direkte Interaktion mit der Umgebung. Die KI-Verfahren werden dabei online und offline implementiert, um sowohl eine Echtzeitoptimierung als auch langfristige Analysen zu ermöglichen. Die erfassten Daten lassen sich in schon bestehende Datenbanken und Steuerungsverfahren integrieren.

Relevante ethische Prinzipien

- ökologisches und gesellschaftliches Wohlergehen
- Schutz vor Missbrauch
- Transparenz

Rechtsgrundlagen

Systeme zur KI-gestützten Prozesssteuerung mittels Datenerfassung und Sensorik zum Zwecke der verbesserten Verkehrssteuerung und -sicherheit

fallen nur in der Funktion zur Optimierung der Verkehrssteuerung voraussichtlich nicht unter den Begriff eines Hochrisiko-KI-Systems nach Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 2 AI Act, da sie voraussichtlich nicht als Sicherheitsbauteil der Verkehrssteueranlagen zu bewerten sein werden.

Im Falle der Implementierung eines Unfallfrühwarnsystems oder einer Ampelsteuerung mag dies als ein Sicherheitsbauteil zum Schutz der Gesundheit und Sicherheit von Personen und Eigentum zu qualifizieren sein, sodass hier ein Hochrisiko-KI-System nach Art. 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang III Nr. 2 AI Act vorliegen würde.

Bei der Ampelsteuerung müssten aus Gründen der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt werden, um fehlerhafte Ampelschaltungen auszuschließen. Somit stellen sich regelmäßig haftungs- und versicherungsrechtliche Fragen.

Datenschutzrechtliche Probleme bestehen nicht, soweit bereits auf technischer Ebene gewährleistet wird, dass keine personenbezogenen Daten erfasst werden (andernfalls gilt das zu Systemen zur Erfassung des Straßenzustands durch Bildaufnahmen oben Gesagte).

Überblick

Laufzeit	Dezember 2020 bis April 2024
Umsetzungsgrad	abgeschlossen

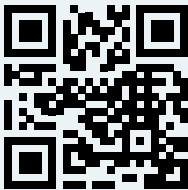
Entstehungskontext	Forschungsvorhaben
Einsatzbereich	Front- und Backoffice
Lizenzmodell	teilweise Open Source
Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Stadtentwicklung und -planung
Raumtyp	Mittelstadt
Problemstellung	fehlende Datengrundlage und Methoden zu allen Verkehrsteilnehmenden zur optimalen und gleichberechtigten (Verkehrs-)Steuerung
Zielsetzung	Schaffen ausreichender Datenlage zur Optimierung der Verkehrssteuerung und -sicherheit; Generierung eines digitalen Abbilds der Verkehrslage; Daten anschlussfähig halten und in bestehende Datenbanken integrieren
Wirkungsbereich	gesamstädtisch
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Monitoring; Verbesserung von Sicherheit und Notfallprävention
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Prozesssteuerung; Frühwarnsysteme; Anomalieerkennung
Governance	
Verortung	Amt für Verkehrsmanagement und Geoinformation Stadt Ingolstadt
Typologisierung der Akteure	kommunale Verwaltung; kommunale Tochterunternehmen; Forschungseinrichtungen; Vereine/Initiativen; privatwirtschaftliche Akteure
beteiligte Akteure	Stadt Ingolstadt; Ingolstädter Verkehrsgesellschaft mbH; Technische Universität München; Technische Hochschule Ingolstadt; Artificial Intelligence Network Ingolstadt gGmbH; Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme; GEVAS software GmbH; Traffic Technology Services Europe GmbH; CARIAD – Automotive Software for Volkswagen; IFG Ingolstadt AöR
Hosting der KI-Anwendung	Open Source oder beim Projektpartner
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Vorhersage
Daten	
Eingabedaten	statistische Daten(reihen)
urbane Daten	Echtzeitdaten; hybride Daten aus mehreren Quellen
weiterführende Informationen	https://www.mos.ed.tum.de/vt/forschung/projekte/abgeschlossene-projekte/kivi-abgeschlossen-2024

Tabelle 8: Steckbrief KIVI (Künstliche Intelligenz im Verkehrssystem Ingolstadt) | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE



Zustandserfassung von Straßen- und Radwegeinfrastruktur mittels Smartphonekamera | Quelle: vialytics GmbH

Praxisbeispiel Europa und Nordamerika (500 Kommunen): vialytics



Kurzbeschreibung

Das intelligente Straßenmanagementsystem *vialytics* ermöglicht eine niedrigschwellige Zustandserfassung von Straßen- und Radwegeinfrastruktur mittels Smartphonekameras. Dies gestattet Kommunen eine effiziente Planung und Instandhaltung ihrer Infrastruktur, spart Zeit und Ressourcen und erhöht die Verkehrssicherheit. Eine KI analysiert die aufgenommenen Bilddaten, teilt diese in 15 Schadenklassen ein und erstellt ein digitales Straßennetz. Weitere Module zur Planung, Wartung und Instandhaltung von Straßen sind in der Entwicklung. Die Integration in bereits bestehende Dateninfrastrukturen ist durch ein flexibles Datenformat gewährleistet.

Relevante ethische Prinzipien

- menschliche Aufsicht und Kontrolle
- Förderung von menschlicher Autonomie und Entscheidungsfindung
- Datenqualitätsmanagement

Rechtsgrundlagen

Systeme zur Erfassung des Straßenzustandes durch Bildaufnahmen und deren KI-gestützte Bildanalyse fallen in der Regel weder unter einen Verbotstatbestand noch unter den Tatbestand eines Hochrisiko-KI-Systems gemäß AI Act.

Je nach Bundesland, in dem ein solches System zum Einsatz kommen soll, könnten datenschutzrechtliche Bedenken bestehen, soweit bei den Aufnahmen (auch) personenbezogene Daten (insbesondere Menschen oder Kennzeichen) aufgenommen werden. Maßgeblich sind hier neben der DSGVO die jeweiligen landesrechtlichen Datenschutzbestimmungen. Mangels gefestigter Rechtsprechung werden je nach Einschätzung des jeweiligen Landesbeauftragten für den Datenschutz unterschiedliche Maßstäbe angesetzt. Teilweise mag die automatisierte Verpixelung von Bildmaterial als kritisch gelten, sodass bereits auf technischer Ebene sichergestellt werden muss, dass keine Aufnahmen personenbezogener Daten erfolgen. Die erfassten Daten können dem Gesetz für die Nutzung von Daten des öffentlichen Sektors (DNG) unterfallen.

Solange die Zuverlässigkeit des KI-Systems nicht vollumfänglich gesichert festgestellt wurde, sollte die menschliche Kontrolle nicht gänzlich ersetzt werden, da sonst im Zusammenhang mit der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht Haftungsrisiken für den Straßenbaulastträger bestehen.

Überblick	
Laufzeit	seit April 2018
Umsetzungsgrad	in Anwendung
Entstehungskontext	Start-up-Entwicklung

Einsatzbereich	Backoffice
Lizenzmodell	Software as a Service (proprietär)
Bezug zur Stadtentwicklung	
Handlungsfeld	Infrastruktur
Raumtyp	Klein- bis Großstädte
Problemstellung	Personal und Datengrundlage nicht ausreichend zur Sicherstellung eines nachhaltigen und effektiven Infrastrukturmanagements
Zielsetzung	niedrigschwellige Zustandserfassung; Integration in bestehende kommunale Prozesse (Befahrungen) sowie Crowd Sourcing; automatisierte Auswertung; Anomalieerkennung; Instandhaltungsplanung
Wirkungsbereich	gesamstädtisch; überregional
Wirkungen	Effizienzsteigerung; Zeitersparnis; Entlastung von Mitarbeitenden; Optimierung von Entscheidungsfindung; Monitoring; Prävention von Ausfällen/Schäden; Verbesserung von Notfall- und Sicherheitsreaktion; Reduzierung von Kosten und Ressourcenverbrauch; Verknüpfen von Datensilos
Mittel zur Wirkungsumsetzung	Prozesssteuerung; Datenplattformen; Sicherheitsanalysen; Anomalieerkennung; Objekttracking; Wissensmanagement
Governance	
Verortung	unbekannt
Typologisierung der Akteure	privatwirtschaftliche Akteure; kommunale Verwaltung
beteiligte Akteure	vialytics GmbH; kommunale Bauhöfe; Bauämter
Hosting der KI-Anwendung	Hosting auf deutschem Server
KI-Werkzeuge	
Art der KI	neuronale KI
Leistung der KI	Klassifizierung; Vorhersage
Daten	
Eingabedaten	Bild/Video
urbane Daten	Unternehmensdaten
weiterführende Informationen	https://www.vialytics.de

Tabelle 9: Steckbrief vialytics | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik / Fraunhofer IESE

4.3 Erkenntnisse aus den Fallbeispielen

Basierend auf den vorgestellten Fallbeispielen werden im Folgenden grundlegende Erkenntnisse zu den typischen Herausforderungen und Zielsetzungen, den verwendeten KI-Komponenten sowie den Akteurskonstellationen vorgestellt.

Eine der zentralen, adressierten Problemstellungen in den betrachteten Fallbeispielen ist die **fehlende Datengrundlage** für Planung und Entscheidungsfindung. Oft fehlen konsistente, umfassende und verknüpfbare Daten, die als Basis für fundierte Entscheidungen dienen könnten. Diese Problematik lässt sich in allen drei Handlungsfeldern, „Energie und Umwelt“, „Infrastruktur“ sowie „Stadtentwicklung und -planung“, feststellen, offenbart sich jedoch besonders in den ersten beiden. Im Handlungsfeld „Energie und Umwelt“ wird dies am Fallbeispiel *AI4Grids* deutlich. Hier sind unregelmäßige Einspeisungen erneuerbarer Energien ohne zuverlässige Datengrundlagen schwer zu steuern, weshalb das Problem durch intelligente Netzsteuerung angegangen wird. Im Bereich „Infrastruktur“ untermauert *KIKI*, dass Prognosemodelle zur Instandhaltung von Abwassersystemen vollständige und valide Daten brauchen. Auch *FloReST* demonstriert, dass die präzise Modellierung von urbanen Wasserflüssen von einer soliden Datenbasis abhängt. In der „Stadtentwicklung und -planung“ zeigt sich diese Herausforderung etwa bei *DIPAS_analytics*, wenn die Integration und systematische Auswertung von Beiträgen der Bürgerbeteiligung durch unvollständige oder uneinheitliche Datenquellen erschwert werden können. Durch eine Mischung analoger und digitaler Beteiligungsformate sowie der automatisierten Auswertung und Clusterung der vielen Eingaben erleichtert das System den Prozess. Fehlende Daten lassen sich, wie etwa bei *vialytics*, teilweise auch durch (teil-)automatisierte Prozesse leichter erheben und aufbereiten. So werden bei *vialytics* durch automatisierte Bilddatenerfassung Straßenzustände systematisch analysiert, oder bei *FloReST*, Roboter eingesetzt, um in für Menschen schwer erreichbare Areale der Wasserinfrastruktur vordringen zu können.

Die Zielsetzungen in den untersuchten Fallbeispielen sind eng mit diesen Herausforderungen

verbunden: **Effizienzsteigerung, Frühwarnsysteme, Entscheidungsoptimierung und Assistenzsysteme** adressieren häufig genau diese Lücken. Daraus ergeben sich unterschiedliche Ansätze in der jeweils eingesetzten KI-Komponente, die je nach Handlungsfeld variieren, aber eine klare Gemeinsamkeit in der datenbasierten Entscheidungsfindung aufweisen. Die Art und Weise, wie diese Technologien eingesetzt werden, hängt stark von den spezifischen Aufgabenstellungen der jeweiligen Handlungsfelder ab. Während im Bereich „Energie und Umwelt“ häufig Monitoring und Frühwarnsysteme dominieren, stehen in der „Infrastruktur“ präventive Maßnahmen und Simulationen im Fokus. In der „Stadtentwicklung und -planung“ wiederum liegt der Schwerpunkt auf der Optimierung und Transparenz von Planungsprozessen und Bürgerbeteiligung.

Generell stellt **Effizienzsteigerung** ein zentrales Ziel vieler Fallbeispiele dar. Dazu gehören Produktivitätssteigerung, Zeitersparnis und die Entlastung von Mitarbeitenden. Unterstützt wird dies durch automatisierte **Datenmodellierung, Sicherheitsanalysen** und **Frühwarnsysteme**. Die KI-Komponenten tragen dazu bei, Ressourcen gezielter einzusetzen, Arbeitsabläufe zu optimieren und Mitarbeitende von repetitiven Aufgaben zu entlasten. In *BRISE* wird zum Beispiel versucht, den Prozess der Bauantragstellung in der Stadt Wien digital und medienbruchfrei zu gestalten und dadurch erheblich zu beschleunigen. Auch *vialytics* trägt durch automatisierte Bildanalyse von Straßenschäden dazu bei, Instandhaltungsmaßnahmen gezielter und ressourcenschonender zu planen. Dies zählt ebenfalls auf die **Optimierung von Entscheidungsfindungen** ein. Während *KIVI* Verkehrsdaten in Echtzeit analysiert und somit Verkehrsflüsse optimiert, ermöglicht *KIKI* durch Prognosemodelle eine frühzeitige Planung von Sanierungsmaßnahmen für Abwasserinfrastrukturen.

Frühwarnsysteme und Anomalieerkennung gehören zu den am häufigsten eingesetzten KI-Komponenten, insbesondere in den Bereichen „Energie und Umwelt“ sowie „Infrastruktur“. In *AI4Grids* kommen Frühwarnsysteme zum Einsatz, um Stromnetze trotz unregelmäßiger Einspeisung stabil zu halten. Ähnlich nutzt *FloReST* KI-gestützte Simulationen und Modellierungen, um urbane Wasserflüsse zu analysieren und ge-

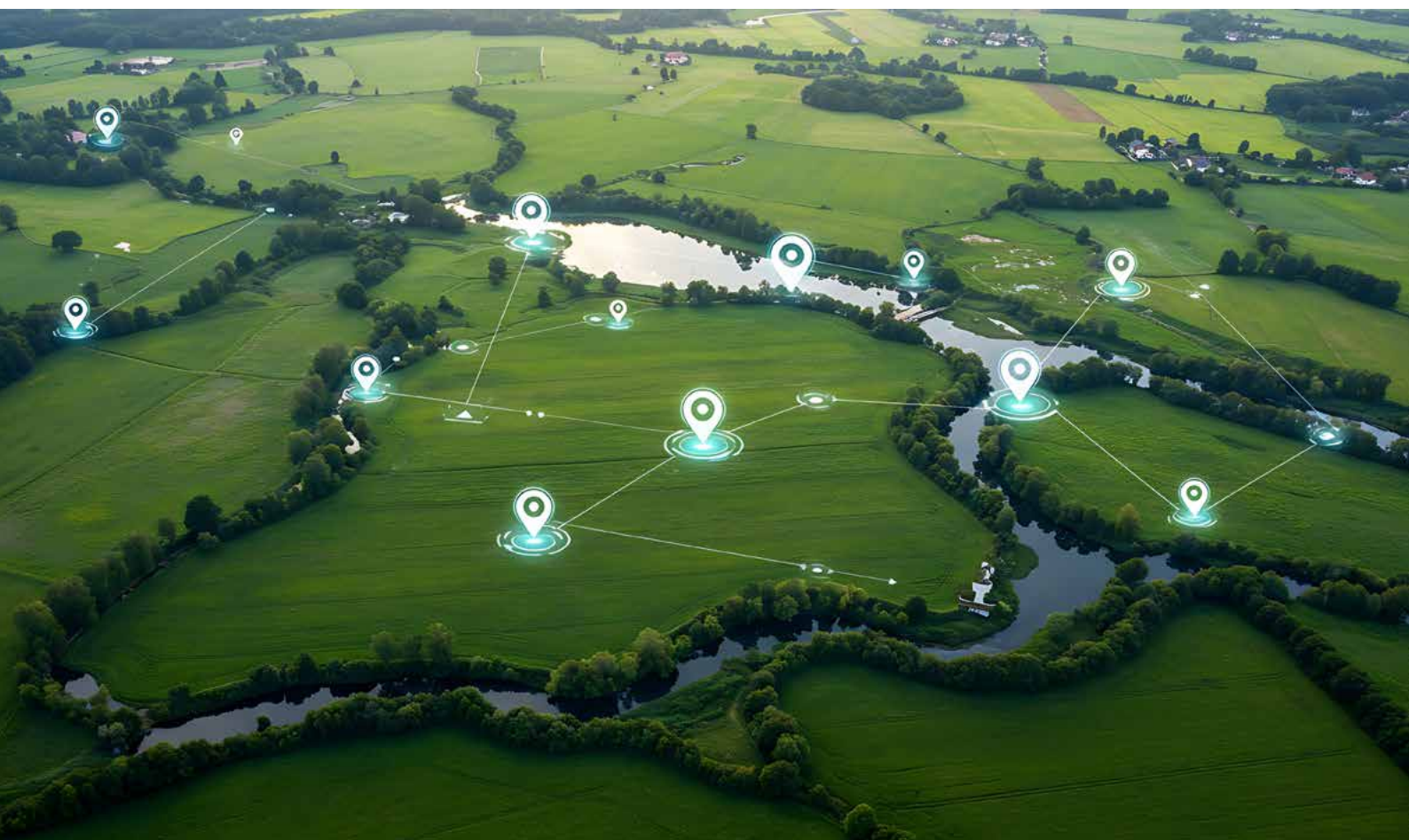
zielte Hochwasserschutzmaßnahmen zu planen. *Grid Insight: Heat* kombiniert Echtzeitdaten und Prognosen zur Steuerung von Fernwärmenetzen und sorgt so für Kosteneinsparungen und höhere Betriebssicherheit.

Assistenzsysteme und Kommunikationshilfen finden sich in den für diese Studie recherchierten Beispielen vor allem in der „Stadtentwicklung und -planung“. *DIPAS_analytics* nutzt beispielsweise Datenvisualisierung und KI-gestützte Textanalyse, um Bürgerfeedback in Partizipationsprozessen strukturiert auszuwerten.

Aktuell ist einerseits zu beobachten, dass sich KI-Anwendungen verbreiten, die spezifische Anwendungsfälle in konkreten Ressorts unterstützen, wie zum Beispiel *vialytics* oder *KIKI*. Andererseits ist auch erkennbar, dass sich KI immer mehr auch in fachübergreifenden Anwendungszusammenhängen etabliert. Das ist wesentlich voraussetzungsreicher, bringt aber auch Potenziale für die Lösung komplexerer Herausforderungen mit sich. In beiden Fällen, insbesondere aber bei letzterem, sind für die erfolgreiche Entwicklung und Implementierung

von passenden KI-Lösungen eine ressort- und fachbereichsübergreifende, **interdisziplinäre Zusammenarbeit** sowie die **Kooperation von verschiedenen Akteuren** nicht nur sinnvoll, sondern teilweise notwendig. Dazu gehören neben kommunalen auch privatwirtschaftliche und wissenschaftliche Akteure. Projekte wie *AI4Grids* und *Grid Insight: Heat* veranschaulichen, wie Stadtwerke als treibende Akteure gemeinsam mit Forschungseinrichtungen innovative Lösungen zur Optimierung von Energiesystemen entwickeln können. In der „Infrastruktur“, etwa bei *vialytics* oder *FloReST*, spielen privatwirtschaftliche Unternehmen eine tragende Rolle, oft in Zusammenarbeit mit kommunalen Verwaltungen, um präventive Instandhaltung und Hochwasserschutzsysteme zu implementieren. In der „Stadtentwicklung und -planung“, wie bei *DIPAS_analytics* und *BRISE*, wird die Verbindung zwischen städtischen Verwaltungsbehörden, technischen Dienstleistern und Bürgerinnen und Bürgern besonders sichtbar. Diese Fallbeispiele verdeutlichen, dass eine Integration verschiedener Perspektiven und Kompetenzen entscheidend für eine zielgerichtete und effektive Integration von KI-Lösungen in städtischen Kontexten ist.

Frühwarnsysteme und Anomalieerkennung gehören zu den am häufigsten eingesetzten KI-Komponenten. So können beispielsweise an Fließgewässern Daten zur frühzeitigen Gefahren- und Risikoanalyse erfasst werden | Quelle: MAHMUDUL – stock.adobe.com (generiert mit KI)



5 Impulse aus der Praxis zu zukünftigen KI-Potenzialen

Um die gegenwärtigen Entwicklungen sowie Treiber und Dynamiken im Einsatz von KI für kommunale Aufgaben zu reflektieren, wurde das Gespräch mit einschlägigen Expertinnen und Experten aus Forschung und Praxis gesucht. Das folgende Kapitel 5.1 bereitet die Ergebnisse eines disziplinen- und fachübergreifenden Workshops auf. Dieser fand im September 2024 statt und brachte die Expertise von Stadtforschenden, KI-Expertinnen und -Experten sowie KI-Beraterinnen und -Beratern des öffentlichen Sektors zusammen. Ergänzt wurden diese Ergebnisse durch zwei Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus der kommunalen Praxis vom November 2024 (s. Liste der Teilnehmenden im Anhang, S. 82). Im Anschluss werden in Kapitel 5.2 diese Einschätzungen in Bezug zu den bisherigen Analysen der Fallbeispiele gesetzt.

5.1 Einschätzungen von Fachleuten zu Potenzialen und Entwicklungen von KI in der Stadtentwicklung

In der Diskussion mit den wissenschaftlichen Expertinnen und Experten spannt sich das Themenfeld zwischen den Potenzialen, Treibern und den Hürden eines kommunalen KI-Einsatzes auf. Einerseits herrscht weitgehend Übereinstimmung darin, dass KI eine Schlüsseltechnologie für die Bewältigung kommunaler Herausforderungen ist und KI-Komponenten in (bestehende) Softwarelösungen still integriert werden, beispielsweise als standardmäßige Integration generativer KI in Textverarbeitungsprogramme. Andererseits wird die Wahrnehmung geteilt, dass die Hürden eines flächendeckenden KI-Einsatzes im öffentlichen Sektor noch hoch sind. Diesbezüglich decken sich die Aussagen mit dem Forschungsstand und bisherigen Erkenntnissen dieser Studie.

Die Auseinandersetzung mit den Potenzialen von KI wird bislang vor allem von zwei **Push-Faktoren** angetrieben: dem Fachkräftemangel und dem stellenweisen Arbeitsrückstand bei der Aufgaben erledigung. Beide Faktoren werden sich durch den Renteneintritt der geburtenstarken Jahrgänge in den kommenden Jahren weiter zuspitzen. In wenigen Jahren verschärfen sich damit die Rahmenbedingungen kommunaler Leistungserbringung drastisch. Hinzu kommt die vielerorts problematische Haushaltslage, die kaum Freiräume für freiwillige oder mittelfristig erforderliche Aufgaben wie jene des Klimaschutzes lässt. Eine umfassende Automatisierung von kommunalen Prozessen kann daher potenziell gravierende Auswirkungen auf die kommunale Leistungsfähigkeit abschwächen. Das betrifft auch die Gewährleistung von Verwaltungsdiensten sowie Leistungen der Daseinsvorsorge, um das ohnehin gefährdete Vertrauen der Menschen in staatliches Handeln nicht weiter schwinden zu lassen.

Aus Sicht der Expertinnen und Experten wird es vor allem die Zuspitzung dieser Nöte sein, die zukünftige Dynamiken prägt. Sie zweifeln jedoch an, dass kommunale Eigeninitiative allein ausreichend ist, um hier flächendeckend mehr **Entwicklungsdynamik** bei der Integration von KI-Lösungen anzustoßen. Es werden weitere Mechanismen notwendig sein, die Innovationen anschieben. Förderprogramme können sinnvoll sein. Als richtungsweisend schätzen die Fachleute aber vor allem regulative Vorgaben zum verpflichtenden KI-Einsatz ein. Allerdings geht es nicht um den Einsatz von KI allein, sondern auch um die notwendigen politischen Anstöße.

Die Kernaussage zu den Potenzialen für kommunale Aufgaben ist dabei: KI ist nicht der primäre Treiber, sondern ein nützliches Werkzeug, das die Lösung abgrenzbarer Probleme unterstützen kann. Die Identifizierung von Chancen und lokalpolitische Anstöße zur Nut-

Push-Faktoren	Pull-Faktoren
Fachkräftemangel Bürokratiestau Anforderungen aus Regulierung	Breitenwirkung erfolgreicher Anwendungen niedrigschwellige Unterstützung Förderungen

Tabelle 10: Treiber für KI in der Stadtentwicklung | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik

zung von KI sehen Fachleute als erste, notwendige Meilensteine. Es wäre verfehlt, im Einsatz von KI ein „Allheilmittel“ für die Lösung von Grundsatzproblemen zu sehen. Nicht die (technische) Möglichkeit eines KI-Einsatzes an sich ist von Bedeutung, sondern die Wirkungen, die zur Bewältigung konkreter Herausforderungen erzielt werden können, wie beispielsweise verbesserte soziale Integration, Minimierung von Emissionsbelastungen oder Bereitstellung von Infrastrukturen der Daseinsvorsorge. Den Mangel an KI-Anwendungen im Handlungsfeld „Soziales“ erklären die Expertinnen und Experten durch mangelnden Konsens oder Unentschlossenheit auf der politischen Ebene hinsichtlich der konkreten Zielsetzung, beispielsweise in Problemfeldern sozialer Ungleichheit wie der Wohnungsnot.

Die Sichtbarmachung von Wirkungen – im Interview mit den Kommunen wurde mehrfach die Automatisierung zeitintensiver und unbeliebter Prozesse genannt – und die niedrigschwellige Unterstützung der Kommunen bei eigenen Projekten durch Expertise und Förderung sind zentrale **Pull-Faktoren**. Für das Kernpersonal der Kommunen allein ist es mehr als „herausfordernd neben dem Tagesgeschäft“ (Interviewprotokoll) auch noch an der KI-Integration zu arbeiten.

Zwei aktuelle Entwicklungstendenzen zu Zukunftsperspektiven von KI für kommunale Aufgaben wurden im Fachgespräch mit Expertinnen und Experten identifiziert: Zum einen ist eine zunehmende Integration vorwiegend kleiner, spezifischer KI-Anwendungen in Kommunen festzustellen. Dies lässt sich als eine aufgabengetriebene, zugleich ungleich über Kommunen

und Abteilungen verteilte Adaption KI-basierter Lösungen deuten. Zum anderen behindern die Trägheit kommunaler Strukturen, Datensilos und fehlende Regulierung die KI-Adaption und bedingen so eine fragmentierte Anwendung und große Unterschiede zwischen den Kommunen. Die Erwartung einer breiten Technologiediffusion wird daher zurückhaltend beurteilt, solange die Skalierung erfolgreich erprobter Anwendungen nicht in der nötigen Geschwindigkeit erfolgt.

Was sind die Faktoren für eine **KI-Readiness** aus Sicht der Kommunen selbst (s. Kapitel 2)? Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus der kommunalen Praxis deuten darauf hin, dass Gelingensfaktoren und Barrieren zwei Seiten einer Medaille sind.¹⁶ Eine zentrale Stellschraube ist die **Datenverfügbarkeit** – also die Frage, ob Daten in maschinenlesbarer Form und hinlänglicher Qualität vorhanden und integrierbar sind. Die Ausstattung und Kompatibilität der technischen Infrastruktur muss ebenfalls gegeben sein. Diese Voraussetzungen zu schaffen, ist aber nicht vorrangig eine Frage technischer Machbarkeit, sondern organisationaler Bereitschaft und verfügbarer Ressourcen. Die unterstützende Haltung der Leitungsebene und der Beschäftigten zu Anpassungen, die für den KI-Einsatz notwendig sind, ist daher ein Schlüsselfaktor. Allem anderen voran geht aber die Identifikation passgenauer Lösungen für die konkreten kommunalen Bedarfe. Den initialen Impuls hierfür gaben in den interviewten Kommunen externe Partnerinnen und Partner sowie Netzwerke, welche über die nötige Erfahrung und Expertise zur Beratung verfügten. Wechselseitiger Austausch wird auch deshalb so wichtig eingeschätzt, weil es für die Lösungen in den seltensten Fällen Blaupausen oder Vorlagen gibt und gab.

¹⁶ Die Gelingensfaktoren und Barrieren, die durch die Interviewten aus der kommunalen Praxis und die Forschenden identifiziert wurden, weisen große Schnittmengen auf und werden daher hier gemeinsam dargestellt.

Gelingensfaktoren	Barrieren
Datenverfügbarkeit: Maschinenlesbarkeit Qualität Integration Infrastruktur: Server Breitbandausbau Energieversorgung Akteure: Impulse durch Vernetzung Unterstützung durch Leitungsebene und Abteilungen (Entscheidungs-)Kompetenzen Finanzierungsgrundlage/Förderung	Datensilos: fehlende Schnittstellen mangelnder Datenaustausch Trägheit der Verwaltungsdigitalisierung/Haltungen: fehlende Akzeptanz Widerstände gegen Veränderung zeitlicher Aufwand wird unterschätzt

Tabelle 11: KI-Readinessfaktoren | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik

5.2 Gesamtbild ausgeschöpfter KI-Potenziale

Aus den in Kapitel 3 und 4 vorgestellten Fallbeispielen sowie dem Austausch mit Fachleuten aus Praxis und Wissenschaft lassen sich einige grundsätzliche Erkenntnisse darüber ableiten, inwieweit das Potenzial von KI in smarten Städten und Regionen bereits ausgeschöpft ist sowie über zukünftige Handlungsbedarfe und besonders große Einsatzmöglichkeiten von KI. Abbildung 13 zeigt, wo jeweils die Schwerpunkte der Ergebnisse der Fallbeispiele (dunkelblauer Kreis) und der Expertenimpulse (hellblauer Kreis) sowie die Schnittmengen liegen.

Die Fallbeispiele verdeutlichen die **Bandbreite** an KI-Anwendungen, die bereits von Kommunen adaptiert werden können, insbesondere in den Leistungsbereichen Mustererkennung, Planung und Interaktion. In der Studie weniger betrachtet wurden Anwendungen im Bereich E-Government. Auch hier gibt es bereits fortgeschrittene Lösungen, insbesondere bei KI-basierten Assistenzsystemen und (semi-)automatisierten Entscheidungssystemen zur Entlastung der Beschäftigten bei Routineaufgaben. Fachleute schätzen gerade diese als leicht adaptierbar ein. Die Freisetzung von Personalressourcen kann zudem die Handlungsfähigkeit an anderer Stelle erhöhen. Anhand der Fallbeispiele wurden aber auch **Lücken** in der aktuellen Entwicklungslandschaft deutlich, insbesondere bei Robotik und Augmented-

Reality-Anwendungen. Grundsätzlich besteht hier Potenzial für zukünftige Anwendungen, insbesondere in den Bereichen Infrastrukturma-
nagement und partizipativer Stadtplanung. Es lassen sich jedoch aktuell wenig umsetzungsreife Lösungen identifizieren.

Eine für Kommunen ermutigende Erkenntnis ist, dass die Existenz organisatorischer und strategischer Herausforderungen, wie fehlende Datenverfügbarkeit, nicht an sich dazu führen muss, KI-Projekte auf die lange Bank zu schieben. Diese Herausforderungen anzupacken, kann vielmehr wichtige **Impulse** setzen, auch die KI-Integration insgesamt voranzutreiben. Das zeigt sich zum Beispiel bei Anwendungen wie *BaKIM*, *vialytics* oder *AI4Grids*, *KIKI* und *FloReST*. Die digitale Erfassung kommunaler (Infra-)Strukturen, die bisher aufgrund fehlender Ressourcen und technischer Machbarkeit nicht möglich war, ist in diesen Fällen der erste Schritt der KI-Lösung. Erst danach erfolgt eine Auswertung beziehungsweise Verarbeitung der erhobenen Daten.

Folgt man den Aussagen der Expertinnen und Experten, hängt der Erfolg einer Integration der KI-Anwendungen in kommunale Strukturen stark von der **Zusammenarbeit** der Stakeholder und der Zusammenführung von sowohl technischen als auch fachbereichsspezifischen Kompetenzen ab. Das spiegelt auch die Zusammensetzung der Akteure in einem Großteil der untersuchten Fallbeispiele wider. Dort kooperative

ren kommunale Fachleute mit diversen Partnern aus Wissenschaft und Praxis, unter anderem bei *Grid Insight: Heat*, *BRISE* oder *FloReST*.

Auch wenn in den betrachteten Fallbeispielen primär fachspezifisch ausgerichtete KI-Systeme zu identifizieren sind, zeigen sie auch **Entwicklungsspielräume** von Anwendungen auf, die bisher isolierte Akteure oder Systeme miteinander vernetzen. Diese finden sich beispielsweise im Verkehrsmanagement oder der Umweltüberwachung. Die Fachleute verweisen ebenfalls auf die zukünftigen Potenziale für Anwendungen, die KI-basierte Analyse-, Prognose- und Kommunikationsinstrumente zu „Systemlösungen“ verschränken. Bereits einige wenige Fallbeispiele, wie das Beteiligungstool *DIPAS* aus Hamburg oder das partizipative Energiemanagementtool *Holoni* aus Kopenhagen sprechen für die Stärke solcher „Systemlösungen“. Die Spielräume für solche zusammenhängenden „Systemlösungen“ sind vielfältig: Dabei kann es um ineinander übergehende Prozesse von der Datenverarbeitung bis hin zur Gestaltung von Ausgabeformaten (Dashboards oder Karten) oder auch um Lösungen für ver-

schiedene Nutzergruppen im Frontend in Form verschiedener Arbeitsmappen gehen. Anwendungsbeispiele sind hier vor allem bei KI-basierten digitalen Zwillingen und Datenplattformen denkbar, die mit Daten der Kommunalverwaltung, der städtischen Betriebe und privatwirtschaftlicher Partner bespielt werden. Das kann Nachhaltigkeitsziele befördern, etwa durch die Durchsetzung von Stoffkreisläufen im Bauwesen, die Optimierung des Energiesektors und CO₂-Reduktion im Mobilitätssektor. Zudem kann durch die Datenintegration eine effektive Krisenprävention im Infrastrukturbereich zur Bewältigung von Extremwetterereignissen ermöglicht werden. Solche aus dem kommunalen Datenschatz getriebenen und fachübergreifenden KI-Anwendungen sind aus Sicht der Expertinnen und Experten der zukünftige Idealfall. Ob er tatsächlich erreichbar ist und, wenn ja, wie schnell, variiert von Kommune zu Kommune und hängt insbesondere vom grundlegenden Digitalisierungsgrad ab. Im Moment ist bereits die Integration niedrigschwelliger Lösungen ein Erfolg. Die Orientierung an den Bedarfen ist ausschlaggebend, auch um das Risiko von KI-Fehlinvestitionen zu verringern.

Abbildung 13: Überblick über Fallbeispiele und Impulse aus der Praxis | Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik



Es lässt sich schließen, dass eine erfolgreiche Implementierung von KI für die integrierte Stadtentwicklung die kommunale Eigeninitiative ebenso wie ausreichende Anreizstrukturen und Rahmenbedingungen braucht. Für die von den Fachleuten als notwendig identifizierten Anstöße in Form von internen Treibern, wie dem Erkennen kommunaler Nöte, oder externen Push-Faktoren, wie Regulierung, gibt es in den Fallbeispielen punktuelle Hinweise. Interne Treiber unter den Fallbeispielen waren fehlende Datengrundlagen, die steigende Komplexität von Aufgaben mit multiplen Abhängigkeiten – insbesondere im Infrastrukturmanagement und -monitoring – sowie die Ineffizienz von kommunalen Prozessen aufgrund eingeschränkter personeller wie finanzieller Ressourcen oder fragmentierter Strukturen. Ein Impulsgeber sind Förderprogramme: Mit Ausnahme einer Anwendung aus der Privatwirtschaft sind alle in den Steckbriefen betrachteten Fallbeispiele aus dem Kontext eines Forschungs- oder Förderprogramms heraus entstanden. Solch Programme schaffen kurz- bis mittelfristig Abhilfe gegen fehlende Ressourcen und ermöglichen auch

eine experimentelle Erprobung. Produktive und nachhaltige kommunale Lösungen entstehen aber meist erst durch ein Zusammenspiel von externen Anreizen und strategisch frühzeitigem Handeln mit Weitblick. Gelingt es beispielsweise den Kommunen nicht, durch strategische Stellenbesetzung auch technische Expertise aufzubauen, kann es zu Problemen kommen, wenn konkrete Entscheidungen über die Anschaffung oder Beauftragung eines KI-Tools getroffen werden müssen. Dazu braucht es vor allem ein Verständnis über Wirkung, Zielorientierung und Systempassung (s. Kapitel 2, 3 und 4). Aus Erfahrung der Kommunen braucht es gerade hierfür Entscheidungskompetenz. Grundsätzlich beeinflusst ein gutes Basisverständnis von KI-Anwendungen Vertrauen und Akzeptanz und ist damit ein Schlüsselfaktor für die KI-Integration. Das gilt auch für den Betrieb selbst und betrifft gleichfalls die Anwendenden – seien es Beschäftigte in den kommunalen Verwaltungen, die Vorschläge der KI einordnen, überprüfen und vermitteln, oder Bürgerinnen und Bürger, die Veränderungen insbesondere an den Schnittstellen zur Verwaltung verstehen müssen.

6 Handlungsempfehlungen

Die Integration von KI in kommunale Strukturen ist ein umfassender Transformationsprozess, der strategisches Handeln, technische Innovation und organisatorische Veränderungen erfordert. Die Studie hat aufgezeigt, wie sich dieser Prozess auf den Ebenen smarter Städte und Regionen entfaltet und welche konkreten Anwendungen sich aktuell in der kommunalen Praxis in der Umsetzung befinden.

Die nachfolgenden Handlungsempfehlungen bündeln in kompakter, übersichtlicher Form die zentralen Erkenntnisse dieser Studie. Sie geben Orientierung auf dem Weg zur nachhaltigen KI-Integration und zeigen erste Schritte auf. Sie wollen Kommunen allerdings nicht nahelegen, für jedes Problem eigenständig eine Speziallösung zu entwickeln. Das Rad muss nicht immer neu erfunden werden. In erster Linie unterstützen diese Empfehlungen bei der Identifizierung von sinnvollen KI-Lösungen für kommunale Einsatzzwecke und adressieren sowohl strategische als auch operative Aspekte.

Die Handlungsempfehlungen werden dafür entlang strategisch entscheidender Aufgabenfelder im Gestaltungsprozess aufbereitet: Grundlagen schaffen und KI-Impulse setzen; Potenziale von KI in städtischen Handlungsfeldern analysieren; KI-Integration strukturiert planen und umsetzen; ethisch handeln und nachhaltige Rahmenbedingungen gestalten.

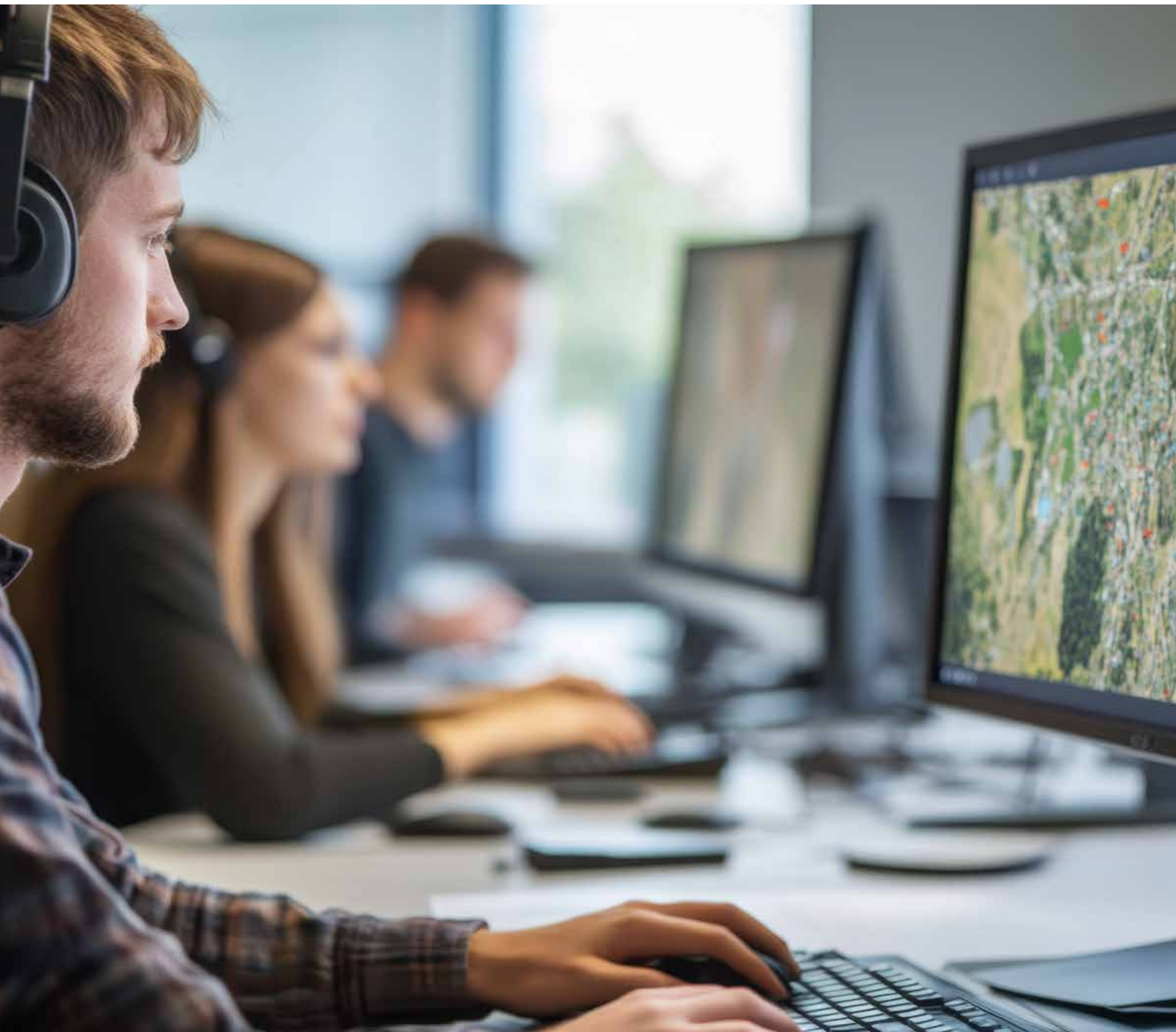
Grundlagen schaffen und KI-Impulse setzen

- **Nicht warten, sondern starten:** Die Analyse vieler domänen- beziehungsweise aufgabenspezifischer Voraussetzungen eines KI-Einsatzes sollten nicht aufgeschoben werden. Aufgaben wie beispielsweise eine Datenbereinigung zur Vorbereitung des KI-basierten Wissensmanagements können ein erstes, niedrigschwelliges Auftaktvorhaben darstellen. Dadurch werden die relevanten Akteure aktiviert und die notwendige Datengrundlage geschaffen, um ambitionierte KI-Projekte umsetzen zu können.
- **Potenzialanalyse systematisch integrieren:** Kommunen sollten KI als Werkzeug für die kommunale Aufgabenerfüllung regelmäßig und systematisch prüfen. Dies kann und sollte sowohl in den einzelnen Fachbereichen mit Blick auf spezifische Anwendungen sowie für übergreifende Verwaltungsprozesse insgesamt erfolgen.
- **Inhouse-Kompetenzen stärken:** Durch eine vorausschauende Personal- und Personalentwicklungspolitik lässt sich der souveräne Umgang mit KI fördern. Durch Stellenbesetzungen, die Nutzung von Weiterbildungsangeboten und das Mitwirken in Facharbeitskreisen können Kommunen Unterstützungsstrukturen aufbauen. Die Einführung von KI sollte frühzeitig gegenüber der Belegschaft kommuniziert und mit den betrieblichen Interessenvertretungen gemeinsam angeschoben werden.
- **Kooperation und Partnerschaften für Wissenstransfer nutzen:** Sowohl die Analyse der Fallbeispiele als auch die Auseinandersetzung mit Fachpersonal aus Wissenschaft und Praxis zeigt, dass die KI-Integration in der Regel nicht allein durch eine einzige Kommune oder einzelne Akteure gestemmt werden muss und kann. Durch Wissenstransfer und Nachnutzung bewährter Lösungen und die Zusammenarbeit mit anderen Kommunen und Partnern aus Forschungseinrichtungen oder der Privatwirtschaft lassen sich Synergievorteile nutzen.
- **Transparenz schaffen und Mehrwerte kommunizieren:** Eine transparente Kommunikation bezüglich der Datennutzung und KI ist notwendig, um Skepsis abzubauen und das Vertrauen der Beschäftigten und Bürgerinnen und Bürger zu gewinnen. Potenziale sollten als Erstes an unbeliebten, repetitiven Aufgaben, beispielsweise der Protokollierung, aufgezeigt werden. Eine Vermittlung der erwartbaren Entlastung macht Mehrwerte deutlich und schafft positive Betroffenheit.

Potenziale von KI in städtischen Handlungsfeldern analysieren

- **Wirkungen auf Ziele der integrierten Stadtentwicklungen priorisieren:** Die kommunalen Ziele der Stadtentwicklung insgesamt, der fachbezogenen Planung im Besonderen ebenso wie das Ziel, Verwaltungsprozesse zu optimieren, sollten den Orientierungsrahmen für den KI-Einsatz bilden. Die Leitbilder der Neuen Leipzig-Charta und der Smart City Charta geben zusätzliche Orientierung.
- **Datenstrategie und KI-Einsatz gemeinsam denken:** Nur dort, wo digitalisiert wird, kann auch sinnvoll über den Einsatz von KI nachgedacht werden. Dieser sollte auf einer kommunalen Datenstrategie aufsetzen. Im weiteren Prozess sollte die Verarbeitung von Daten zur Qualitätssicherung einem kontinuierlichen Monitoring unterzogen und laufend verbessert werden.
- **Datenverfügbarkeit priorisieren und Datensilos abbauen:** Eine entscheidende Voraussetzung für die Nutzung und Skalierung von KI-Anwendungen ist der Zugang zu qua-

Die Integration von KI in kommunale Strukturen ist ein umfassender Transformationsprozess, der strategisches Handeln, technische Innovation und organisatorische Veränderungen erfordert | Quelle: Evon J – stock.adobe.com (generiert mit KI)



litativ hochwertigen und maschinenlesbaren Daten. Das ist nicht nur eine technische, sondern vor allem auch eine organisatorische und letztlich kommunalpolitische Aufgabe.

- **Organisation als Ganzes einbeziehen:** Die Anwendungspotenziale von KI sollten gemeinsam mit verschiedenen städtischen Fachbereichen erschlossen werden. Dies setzt die Verantwortungsübernahme seitens der Verwaltungsspitze voraus. Zielvorstellungen zur KI-Nutzung sollten in Organisationsziele übersetzt werden, so dass sich frühzeitig ein Organisationswissen für die Nutzung von KI aufbauen lässt.

KI-Integration strukturiert planen und umsetzen

- **Komplexität der KI-Integration berücksichtigen:** Aus Erfahrung der Kommunen sind ausreichend Zeit und Ressourcen einzuplanen, um passgenaue Lösungen zu finden. Durch KI können sich interne Strukturen und Prozesse verändern. Das bedeutet, dass neben den technischen vor allem auch die strukturellen und organisatorischen Aspekte mitzudenken und Strategien für ein entsprechendes Change Management zu entwickeln sind.
- **Projektverantwortliche mit Entscheidungskompetenz ausstatten:** In strategischen Aufgabenfeldern, wie der Schaffung von Voraussetzungen für KI und den Schritten der KI-Integration an sich, stellen sich die Weichen für erfolgreiche KI-Projekte. Aus Erfahrung der Kommunen sind hier oft schnelle Entscheidungen gefragt. Projektverantwortliche sollten daher schon bei der Stellenbesetzung mit den dafür notwendigen Kompetenzen ausgestattet sein und unbürokratische Freiräume zur Entscheidung haben.
- **An Stellschrauben zur Datenintegration drehen:** Damit ein KI-Einsatz auch zum Katalysator für bereichsübergreifendes Arbeiten und Datenaustausche werden kann, müssen die passenden technischen Stellschrauben gesetzt

werden, beispielsweise in Form von Plattformlösungen oder durch Verbündetes-Lernen-Ansätze für ein dezentrales Training von KI.

- **KI unter Beteiligung gestalten:** Damit KI in den soziotechnischen Arbeitsprozessen zweckmäßig eingesetzt wird, ist ein nutzungszentrierter Gestaltungsprozess der Anwendung notwendig. Das kokreative Einbeziehen von Beschäftigten und Bürgerinnen und Bürgern in die Gestaltung von KI-Lösungen fördert nicht nur das Vertrauen, sondern führt meist auch zu passgenauen Lösungen.
- **Zur Nutzung von KI schulen:** Für die zweckmäßige Nutzung von KI ist das Wissen um ihre Grenzen notwendig. Die Ergebnisse von KI-Systemen sind kontextabhängig und können verzerrt sein, wenn der Kontext nicht angemessen berücksichtigt wird. Anwenderinnen und Anwender müssen daher in der Interpretation von Ausgaben vorab geschult werden. Ihr Erfahrungswissen soll einbezogen werden können.
- **Fehlerkultur etablieren:** Um sowohl KI-Ausgaben bedenkenlos auf Plausibilität zu prüfen als auch um aus menschlichen Fehlern bei der KI-Nutzung lernen zu können, ist es wichtig, geschützte Räume für das Feedback zu Systemen für die Beschäftigten zu schaffen. Strukturen, die temporär Raum zum Experimentieren geben, können dazu in Forschungs- oder Förderprogramme integriert werden. Eine ermutigende Fehlerkultur in der Verwaltung sollte sich langfristig durchsetzen.

Ethisch handeln und nachhaltige Rahmenbedingungen gestalten

- **Ethische Leitbilder und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen:** Entwicklerinnen und Entwickler sowie Verantwortliche sollten sich über den gesamten Lebenszyklus von KI-Anwendungen hinweg an KI-Leitlinien und an Regularien wie dem Datenschutz orientieren.

- **Beschaffung an Leitlinien koppeln:** Um kommunale Entscheidungstragende im Kontext einzelner Beschaffungsvorgänge zu entlasten, sollte es verbindliche Leitlinien zur Beschaffung solcher KI-Komponenten geben, die ausnahmslos ethische Prinzipien einhalten. Das Ziel wäre auch durch Standardisierung zu erreichen.
- **Nachhaltige und skalierbare Lösungen entwickeln:** Die KI-Technologien sollten langfristige Effizienzgewinne mit sich bringen und Möglichkeiten zur Weiterentwicklung und Skalierbarkeit bieten.
- **Förderprogramme nutzen, um kommunale Bedarfe zu priorisieren:** Finanzielle Anreize können ein Hebel für Technologieadaption sein. Wichtig ist hierbei allerdings, dass die Förderprogramme Bedarfe und nicht Technologie priorisieren (Stichworte: Daseinsvorsorge, Stadtentwicklungsstrategie).
- **Regulierung auf Innovationsbedarfe zuschneiden:** Wenn der Transformationsprozess nicht aus eigenem Antrieb der Kommunen erfolgt, ist Regulierung ein letzter Hebel zur Aktivierung. Die Erfahrungen aus anderen Bereichen, zum Beispiel der Wärmewende, zeigen, dass durch Anforderungen aus Gesetzesänderungen die Widerstände gegen Veränderung aufbrechen und die technischen Chancen wahrgenommen werden.

In welche Richtung sich kommunale Entwicklungspfade letztendlich bewegen werden, hängt davon ab, wie an den zentralen Stellschrauben gedreht wird und wie einzelne Treiber für KI in der Stadtentwicklung zusammenwirken. Im besten Fall werden die KI-Anwendungen breiter und ressortübergreifender. Dafür braucht es den Blick für das Mögliche und den Mut zur Umsetzung.



Weiterführende Leitfäden und Informationsmaterialien

Toolkit für KI im öffentlichen Sektor (OECD/UNESCO 2024):

<https://doi.org/10.1787/421c1244-en>

Leitfaden für den Einsatz großer Sprachmodelle in Kommunalverwaltungen (Vitako/KGSt 2024):

https://vitako.de/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-11_Generative_KI_in_Kommunalverwaltungen_Guideline_WEB.pdf

Trendthema zum dezentralen Training von KI im Rahmen des Verbündeten Lernens (Kompetenzzentrum Öffentliche IT 2024):

<https://www.oeffentliche-it.de/-/verbuendetes-lernen>

Literatur

Adelskamp, P.; Heinemann, S., 2024: Charta Digitale Ethik der Stadt Essen. Werte und Ziele für die Nutzung Künstlicher Intelligenz. Essen. Zugriff: https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/01_12_digitale_verwaltung/Charta_Digitale_Ethik_der_Stadt_Essen_v7-6.pdf [abgerufen am 01.07.2025].

AI4People Institute (Hrsg.), 2024: AI4People Institute Report. Towards an Ethics by Design Approach for AI. London. Zugriff: <https://ai4people.org/wp-content/uploads/2024/06/Towards-an-Ethics-by-Design-Approach-for-AI.pdf> [abgerufen am 13.02.2025].

Altman, S.; Brockman, G.; Sutskever, I., 2023: Governance of superintelligence. Now is a good time to start thinking about the governance of superintelligence – future AI systems dramatically more capable than even AGI. Zugriff: <https://openai.com/index/governance-of-superintelligence> [abgerufen am 13.02.2025].

Ananny, M.; Crawford, K., 2018: Seeing without knowing: Limitations of the transparency ideal and its application to algorithmic accountability. *New Media & Society*, 20. Jg. (3): 973–989.

ARL – Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft, 2024: Künstliche Intelligenz in der Raumentwicklung – Impulse für die Praxis und Forschung. Hannover. Zugriff: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-01518> [abgerufen am 17.01.2025].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 2017: Smart City Charta. Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. Bonn. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/smart-city-charta-dl.pdf;jsessionid=4B6E46FF-15C138785728231F24738EE4.live21303?_blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 01.07.2025].

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2021: Neue Leipzig-Charta. Die transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl. Bonn. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2021/neue-leipzig-charta-pocket.html> [abgerufen am 01.07.2025].

Catakli, D.; Puntschuh, M., 2023: Orientierung im Kompetenzdschungel. Was die Verwaltung wirklich für den Umgang mit KI braucht. Gütersloh. Zugriff: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/orientierung-im-kompetenzdschungel> [abgerufen am 17.01.2025].

Citron, D. K.; Pasquale, F. A., 2014: The Scored Society: Due Processes for Automated Prediction. *Washington Law Review*, Bd. 89: 1–33.

Datenethikkommission der Bundesregierung, 2019: Gutachten der Datenethikkommission der Bundesregierung. Berlin. Zugriff: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?_blob=publicationFile&v=6 [abgerufen am 17.01.2025].

Deutscher Ethikrat, 2023: Mensch und Maschine – Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz. Berlin. Zugriff: <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-mensch-und-maschine.pdf> [abgerufen am 17.01.2025].

Digitalakademie Baden-Württemberg, 2025a: Künstliche Intelligenz. Zugriff: <https://digitalakademie-bw.de/kuenstliche-intelligenz> [abgerufen am 11.03.2025].

Digitalakademie Baden-Württemberg, 2025b: Prototyp. Themenfeld Automatisierung (mit KI). KI. Lern-App für Kommunen. Zugriff: <https://digitalakademie-bw.de/prototyp-1-ki-lern-app> [abgerufen am 11.03.2025].

Diran, D.; van Veenstra, A. F.; Timan, T.; Testa, P.; Kirova, M., 2021: Artificial Intelligence in smart cities and urban mobility. How can Artificial Intelligence applications be used in urban mobility and smart cities and how can their deployment be facilitated. Zugriff: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/662937/IPOL_BRI\(2021\)662937_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/662937/IPOL_BRI(2021)662937_EN.pdf) [abgerufen am 17.01.2025].

Djeffal, C., 2020: Künstliche Intelligenz. In: Klenk, T.; Nullmeier, F.; Wewer, G. (Hrsg.): Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung. Wiesbaden: 51–62.

Europäische Kommission, 2019: Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI. Brüssel. Zugriff: <https://data.europa.eu/doi/10.2759/22710> [abgerufen am 13.02.2025].

Emery, F. E.; Trist, E. L., 1969: Socio-technical Systems. In: Emery, F. E. (Hrsg.): System Thinking. Harmondsworth: 281–295.

Evers-Wölk, M.; Dametto, D.; Kahlisch, C.; Oertel, B.; Uhl, A., 2021: Innovative und partizipative Verfahren der Technikfolgenabschätzung. Endbericht zur TA-Methodenstudie „Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag“. Berlin.

Fleck, J., 1987: Development and establishment of artificial intelligence, In: Bloomfield, B. P. (Hrsg.): The question of artificial intelligence: Philosophical and sociological perspectives. New York, NY: 106–164.

Forsythe, D. E., 1993: Engineering Knowledge. The Construction of Knowledge in Artificial Intelligence. Social Studies of Science, 23. Jg. (3): 445–477.

GOUAI – Global Observatory of Urban Artificial Intelligence, 2025: Zugriff: <https://gouai.cidob.org> [abgerufen am 11.03.2025].

Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A., 2016: Deep Learning. Herausgeber: MIT Press. Zugriff: <https://www.deeplearningbook.org> [abgerufen am 14.01.2025].

Google, 2025: AI Principles. Our Principles. Zugriff: <https://ai.google/responsibility/principles> [abgerufen am 11.03.2025].

Güleş, O.; Schweitzer, E., 2021: Künstliche Intelligenz und Stadtentwicklung. Konzepte, Potenziale und Anwendungsfelder. IzR – Informationen zur Raumentwicklung, 48. Jg. (3): 12–25. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2021/3/downloads/gueles-schweitzer.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [abgerufen am 08.02.2024].

Hagendorff, T., 2020: The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. Minds & Machines, 30. Jg. (1): 99–120. Zugriff: <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8> [abgerufen am 15.01.2025].

Hein, T.; Volkenandt, G., 2020: Künstliche Intelligenz für die Smart City – Handlungsimpulse für die kommunale Praxis. Knowledge & Trends GmbH. Berlin.

Hornbostel, L.; Tillak, D.; Kraus, T.; Nерger, M.; Wittphal, V.; Handschuh, A.; Salden, J.; Bienek, C., 2023: Zukunftsradar Digitale Kommune. Ergebnisbericht zur Umfrage 2023. Berlin.

Humann, M.; Hartenstein, F.; Kusian, T.; von der Lage, J.; Noennig, J. R.; Stelzle, B.; Naumann, F.; Amtmann, J.; Flögel, F.; Angstmann, M.; Polinna, C.; Herrmann, K.; Güleş, O.; Räuchle, C.; Schüle, R.; Schweitzer, E.; Grüttner, A., 2022: Die digitale Stadt gestalten. Eine Handreichung für Kommunen. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn. Zugriff: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2022/handreichung-digitale-stadt-gestalten-dl.pdf;jsessionid=056A662390474E39EE1D01AC5BC85B2E.live11294?_blob=publicationFile&v=3 [abgerufen am 19.01.2025].

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019: The IEEE Global Initiative 2.0 on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems. Zugriff: <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/industry-connections/ec/autonomous-systems.html> [abgerufen am 13.02.2025].

ITU – International Telecommunication Union, 2024: AI for Good Impact Report. Zugriff: <https://aiforgood.itu.int/wp-content/uploads/2024/10/AI-for-Good-Impact-Report.pdf> [abgerufen am 19.02.2025].

Jaffri, A.; Khandabattu, H., 2024: Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence. Jaggaer Analyst Report. Zugriff: <https://www.jaggaer.com/download/analyst-report/gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2024> [abgerufen am 13.02.2025].

Kompetenzzentrum Öffentliche IT, 2024: Verbündetes Lernen. Zugriff: <https://www.oeffentliche-it.de/verbuendetes-lernen> [abgerufen am 11.03.2025].

Krejza, A.; Reichinger, M., 2022: Social-Credit-System: Lässt sich eine Bevölkerung erziehen? Zugriff: <https://rudolphina.univie.ac.at/das-social-credit-system-in-china> [abgerufen am 25.06.2025].

Leben, D., 2023: Explainable AI as evidence of fair decisions. Frontiers in Psychology, 14. Zugriff: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2023.1069426/full> [abgerufen am 13.02.2025].

Libbe, J., 2023: Der Einsatz von KI ist auch für Kommunen attraktiv. Difu-Berichte 2023 (2): 4–5. Zugriff: <https://difu.de/nachrichten/der-einsatz-kuenstlicher-intelligenz-ist-auch-fuer-kommunen-attraktiv> [abgerufen am 13.01.2025].

Lob-Hüdepohl, A., 2002: Verantwortung im Verwaltungshandeln. Deutsche Verwaltungspraxis, 53. Jg. (2): 45–52.

Lyon, D., 2022: Beyond Big Data Surveillance. Freedom and Fairness. A Report for all Canadian Citizens. Zugriff: https://www.researchgate.net/publication/362803163_BEYOND_BIG_DATA_SURVEILLANCE_1_BEYOND_BIG_DATA_SURVEILLANCE_Freedom_and_Fairness_A_Report_for_all_Canadian_citizens_Where_from_here_Recommendations_EXECUTIVE_SUMMARY [abgerufen am 13.02.2025].

Mainzer, K., 2016: Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen? Berlin, Heidelberg.

Microsoft, 2025: Microsoft AI / Responsible AI. Zugriff: <https://www.microsoft.com/en-us/ai/principles-and-approach> [abgerufen am 11.03.2025].

OECD AI Policy Observatory, 2024: OECD AI Principles overview. Zugriff: <https://oecd.ai/en/ai-principles> [abgerufen am 19.02.2024].

OECD; UNESCO, 2024: G7 Toolkit for Artificial Intelligence in the Public Sector, Paris. Zugriff: <https://doi.org/10.1787/421c1244-en> [abgerufen am 19.02.2024].

OpenAI, 2025: Open AI Charter. Zugriff: <https://openai.com/charter> [abgerufen am 11.03.2025].

Otte, R., 2021: Maschinenbewusstsein. Die neue Stufe der KI – Wie weit wollen wir gehen? Frankfurt am Main.

Rjab, A. B.; Mellouli, S.; Corbett, J., 2023: Barriers to artificial intelligence adoption in smart cities: A systematic literature review and research agenda. *Government Information Quarterly*, 40. Jg. (3). Zugriff: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101814> [abgerufen am 19.02.2025].

Russell, S. J.; Norvig, P., 2021: Artificial intelligence. A modern approach. Always learning. Boston.

Schmid, U., 2023: U:FF 2023. Lernen über und Lernen mit KI (Ute Schmid). Via KI-Campus (3). Zugriff: <https://www.youtube.com/watch?v=4Z-Wj Wg A&t=1550s> [abgerufen am 17.01.2025].

Stadt Wien, 2024: Digitale Agenda 2030 der Stadt Wien. Zugriff: <https://digitales.wien.gv.at/digitale-agenda> [abgerufen am 11.03.2025].

Sydow, J., 1985: Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung. Darstellung, Kritik, Weiterentwicklung. Campus Forschung, Bd. 428. Frankfurt am Main.

Tornatzky, L. G.; Fleischer, M., 1990: The processes of technological innovation. Lexington.

Trappe, T., 2013: Ethik der öffentlichen Verwaltung – eine Skizze. In: Büsch, D.; Kutscha, M. (Hrsg.): Recht, Lehre und Ethik der öffentlichen Verwaltung. Baden-Baden: 145–162.

Ulich, E., 2013: Arbeitssysteme als Soziotechnische Systeme – eine Erinnerung. *Journal Psychologie des Alltagshandelns / Psychology of Everyday Activity*, 6. Jg. (1). Zugriff: <https://diglib.uibk.ac.at/download/pdf/2498905.pdf> [abgerufen am 17.01.2025].

UN – United Nations Publications, 2024: Governing AI for Humanity: Final Report. New York. Zugriff: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_en.pdf [abgerufen am 19.02.2025].

UNESCO, 2022: Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris. Zugriff: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137> [abgerufen am 19.02.2025].

UN-Habitat, 2022: AI & Cities: Risks, Applications and Governance. Zugriff: <https://unhabitat.org/ai-cities-risks-applications-and-governance> [abgerufen am 14.01.2025].

UN High-Level Committee on Programmes (HLCP), 2022: Principles of the Ethical Use of Artificial Intelligence Systems in the United Nations System. Zugriff: <https://www.ictworks.org/wp-content/uploads/2022/10/Principles-Ethical-Use-AI-UN-System.pdf> [abgerufen am 19.02.2025].

UIA – Urban Innovative Actions, 2025: Urban Innovative Actions Cities Map. Zugriff: <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities-map> [abgerufen am 11.03.2025].

Vitako; KGSt, 2024: Generative KI in Kommunalverwaltungen. Guideline und praktische Anwendungsfälle für Large Language Modelle. Berlin. Zugriff: https://vitako.de/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-11_Generative_KI_in_Kommunalverwaltungen_Guideline_WEB.pdf [abgerufen am 11.03.2025].

Westfälische Hochschule, 2025: URBAN.KI. Zugriff: <https://urban-ki.de> [abgerufen am 11.03.2025].

Wielgosch, J.; Dieke, A. K., 2024: KI in Kommunen: Anwendungen, Potenziale und Hindernisse. Bad Honnef. Zugriff: https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Kurzstudien/2024/WIK_Kurzstudie_KI_in_Kommunen.pdf [abgerufen am 11.03.2025].

Wirtz, B. W.; Weyerer, J. C.; Geyer, C., 2019: Artificial Intelligence and the Public Sector – Applications and Challenges. International Journal of Public Administration, 42. Jg. (7): 596–615.

Ziosi, M.; Watson, D.; Floridi, L., 2024: A Geneological Approach to Algorithmic Bias. Zugriff: <https://ssrn.com/abstract=4734082> [abgerufen am 13.02.2025].

Zuboff, S., 2018: Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus. Frankfurt am Main.

Anhang

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Energie und Umwelt	BaKIM (Baum, Künstliche Intelligenz, Mensch)	Bamberg (Deutschland)	Drohnenprojekt analysiert städtische Waldbestände und erkennt Missetbefall in Kiefern	in Entwicklung/ Erprobung innerhalb Kommune	Förderung im Rahmen „Kommunal? Digital!“ des Bayerischen Staatsministeriums für Digitales	https://smartcity.bamberg.de/2022/07/28/projekt-bakim-hebt-ab
Energie und Umwelt	BEE (Building Energy Efficiency)	Helsinki (Finnland), Stavanger (Norwegen)	KI-gestützte Gebäudeoptimierung für energieeffiziente Steuerung und Nutzung erneuerbarer Energien	in Erprobung	AI4Cities Project (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme)	https://ai4cities.eu/pilots/energy-bee
Energie und Umwelt	TreeTect	Boston (Vereinigte Staaten von Amerika)	Satellitenbilder und Algorithmen überwachen städtische Baumkronen und erfassen die Baumgesundheit	in Entwicklung	Kollaboration von Boston's New Urban Mechanics Department und Green City Watch (nonprofit organization)	https://www.boston.gov/departments/new-urban-mechanics/treetect
Energie und Umwelt	5GAIN (5G Infrastrukturen für zelluläre Energiesysteme mit KI)	Dortmund (Deutschland)	KI-gestützte Steuerung von Energieverbrauch und -erzeugung mit 5G für ein optimales Netzgleichgewicht	in Anwendung	Förderung im Rahmen des Energieforschungsprogramms „Innovationen für die Energiewende“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi; vormals: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK))	https://www.dortmund.de/themen/digitalisierung/projekt-5gain
Energie und Umwelt	Avenue	Stavanger (Norwegen), Tallinn (Estland)	KI-gestütztes Entscheidungshilfesystem zur Messung und Überwachung der CO ₂ -Reduktion durch geteilte Mobilität und regulatorische Rahmenbedingungen	in Erprobung	AI4Cities Project (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme)	https://ai4cities.eu/pilots/mobility-avenue
Energie und Umwelt	KIWA (KI-basierte Waldüberwachung)	Deutschland	frühzeitige Erkennung von Waldbränden und Koordination von Einsatzgruppen mit KI, UAVs und Echtzeit-Datenübermittlung zur Unterstützung von Feuerwehr und Katastrophenschutz	in Entwicklung	Forschungsprojekt; Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN; vormals: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)) im Rahmen von „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“	https://www.kiwa-projekt.de

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Energie und Umwelt	Hochwasserschutzsystem 4.0	Bergisches Land (Deutschland)	datenbasierte Vorhersage von regionalen Wasserpegeln und Hochwassergefahren unter Berücksichtigung der Wetterlage und Umweltfaktoren	in Entwicklung	Förderung durch das Land Nordrhein-Westfalen, Teil der Initiative „Flagships powered by KI.NRW“	https://www.uni-wuppertal.de/de/news/detail/bergisches-hochwasserschutzsystem-40-nrw-foerdert-modernes-hochwasserwarnsystem-im-bergischen-land-mit-28-millionen-euro
Energie und Umwelt	AI4Grids	Konstanz (Deutschland)	intelligente Netzsteuerung mit KI zur effizienten Integration von Erzeugern und Verbrauchern, automatisierter Überwachung, Lastprognose und Störungsmanagement	abgeschlossen	Forschungsprojekt; Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) im Rahmen von „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“	https://www.htwg-konstanz.de/hochschule/projekte/ai4grids/ueber-ai4grids
Energie und Umwelt	Holoni	Kopenhagen (Dänemark)	KI-basierte Vorhersage von Solarüberschüssen, Förderung lokaler Energiegemeinschaften und Blockchain-Plattform für den Verkauf von Solarstromüberschüssen	in Erprobung	AI4Cities Project (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme)	https://ai4cities.eu/pilots/energy-holoni

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Infrastruktur	FASTER platform	Singapur (Singapur)	Echtzeit-Datenanalyse für effektives Monitoring, Störungsprognose und Entscheidungshilfe im öffentlichen Verkehrssystem	abgeschlossen	IBM Research Singapore, École Polytechnique France, Singapore's Land Transport Authority (LTA)	https://afi.io/case_studies/faster
Infrastruktur	vialytics system	in mehr als 500 Kommunen international, Sitz in Stuttgart (Deutschland)	KI-gestütztes System zur Straßenzustandserfassung mit Smartphone-kamera, das Asphaltoberflächen analysiert und Wartungsmaßnahmen unterstützt	in Anwendung	privatwirtschaftliche Entwicklung	https://www.vialytics.de
Infrastruktur	Grid Insight: Water	Münster (Deutschland)	KI-basierte SaaS-Lösung zur Optimierung der Wasserwirtschaft durch Prognose von Wassermengen und Identifikation von Engpässen in Echtzeit	in Anwendung	privatwirtschaftliche Entwicklung: items GmbH	https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/grid-insight-water-ki-basierte-nachfrageprognose.html
Infrastruktur	optimaler Einsatz erneuerbarer Energien in der Trinkwasserversorgung mithilfe künstlicher neuronaler Netze	Trier (Deutschland)	KI-gestützte Steuerung von Energieerzeugung und -verbrauch unter Berücksichtigung von Wasserständen, Erzeugungsdaten und Wetterprognosen	in Anwendung	Stadtwerke Trier, privatwirtschaftliche Entwicklung	https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/optimaler-einsatz-erneuerbarer-energie-in-der-trinkwasserversorgung-mithilfe-kuenstlicher-neuronaler-netze-(knn).html
Infrastruktur	FloReST (Urban Flood Resilience – Smart Tools; intelligente Werkzeuge zur städtischen Hochwasserresilienz)	fünf Kommunen in Rheinland-Pfalz (Deutschland)	Erhöhung der städtischen Hochwasserresilienz durch Modellierung von Notabflusswegen für Wasserströme bei Starkregen und Sturzfluten	in Entwicklung	Förderung durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR; vormals: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)) im Rahmen der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) innerhalb der Fördermaßnahme „WaX – Wasser-Extremereignisse“	https://www.hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/florest-urban-flood-resilience-smart-tools

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Infrastruktur	U-THREAT (Resilienz unterirdischer ÖPNV-Systeme zur Gewährleistung der Verfügbarkeit)	Deutschland	Software zur Identifizierung von Schwachstellen in der Infrastruktur öffentlicher Nahverkehrsmittel bei Bränden oder Stromausfällen	in Anwendung	Forschungsprojekt; Förderung durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR; vormals: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)) und die Agence Nationale de la Recherche (ANR) im Rahmen der Kooperation „Forschung für die zivile Sicherheit“	https://www.plattform-lernende-systeme.de/anwendung.html?AID=1150
Infrastruktur	KIVI (Künstliche Intelligenz im Verkehrssystem Ingolstadts)	Ingolstadt (Deutschland)	KI-gestützte Optimierung der Verkehrssteuerung und Ampelregelung basierend auf Echtzeitdaten des Verkehrsaufkommens	abgeschlossen	Förderung durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)	https://www.ingolstadt-ifo.de/wirtschaft-foerdern-1/innovationsprojekte/kivi-1
Infrastruktur	KIKI (KI-basiertes Kanalinstandhaltungsmanagement)	Saarbrücken (Deutschland)	KI-gestützte Instandhaltung von Abwasserkanälen durch automatisierte Schadenserkennerung, Prognosemodelle für Alterungsprozesse und digitale Zwillinge zur Darstellung und Analyse der Kanalisation	abgeschlossen	Forschungsprojekt; Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen von Digital Green-Tech-Projekten im Aktionsplan „Natürlich.Digital. Nachhaltig“	https://www.aws-institut.de/research/kiki-ki-basierte-kanalinstandhaltung
Infrastruktur	Mürztal trennt schlau	Mürztal (Österreich)	KI-basierter Wertstoffscanner im Müllfahrzeug analysiert Restmüll und gibt direktes Feedback an Bürgerinnen und Bürger zu ihrer Mülltrennung per SMS oder E-Mail ab	in Anwendung	Saubermacher, privatwirtschaftliche Entwicklung	https://www.muertalverband.at/muertal-trennt-schlau-umweltschutzprojekt-startet-in-sechs-obersteirischen-gemeinden
Infrastruktur	Grid Insight: Heat	Iserlohn (Deutschland)	effiziente Steuerung und Optimierung des Fernwärmenetzes zur Einsparung von Brennstoffkosten und der Vermeidung von Lastspitzen	in Anwendung	Stadtwerke Iserlohn (Teil des Projekts „Virtuelles Kraftwerk Iserlohn“)	https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/grid-insight-heat-ki-basierte-nachfrageprognose-und-optimierung.html

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Stadtentwicklung und -planung	BRISE (Building Regulations Information for Submission Envolvement)	Wien (Österreich)	digitale Beschleunigung von Bauanträgen durch 3D-Modelle, KI und AR zur automatischen Klassifizierung von Dokumenten und Rechtsquellen	in Anwendung	Förderung durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des EU-finanzierten Projekts „Urban Innovative Actions“ unter Leitung der Stadt Wien	https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna
Stadtentwicklung und -planung	Gebäudeerkennung in der Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen	Niedersachsen (Deutschland)	exakte Erkennung der Gebäudegeometrie	in Anwendung	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) zunächst mit IBM Deutschland GmbH	https://www.lgln.niedersachsen.de/startseite/wir_uber_uns_amp_organisation/presse_amp_broschuren/erfolgreicher-einsatz-von-kunstlicher-intelligenz-in-der-vermessungs-und-katasterverwaltung-niedersachsen-230168.html
Stadtentwicklung und -planung	DIPAS_analytics (Digitales Partizipationssystem)	Hamburg (Deutschland)	KI-gestütztes System zur digitalen Bürgerbeteiligung, das Feedback auswertet, Themen identifiziert und automatisiert Vorschläge prüft, um zivilgesellschaftliche Akteure in Planungsprozesse miteinzubeziehen	in Anwendung	zusammen mit dem City Science Lab der HafenUni Hamburg entwickelt	https://www.dipas.org
Stadtentwicklung und -planung	DatEnKoSt (datenbasierte Entscheidungen zur kostengünstigen Straßenerhaltung)	Deutschland	Zustandserfassung von Verkehrswegen und Prognose der optimalen Maßnahmen mithilfe von KI, basierend auf Datenerfassung über Smartphones in Fahrzeugen	abgeschlossen	Förderung durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen der Forschungsinitiative „mFund“	https://www.aws-institut.de/research/datenkost
Stadtentwicklung und -planung	Social Water Pricing	Nantes (Frankreich)	Projekt zur sozialen Wasserpreisgestaltung, das Haushalte mit niedrigem Einkommen unterstützt, indem es sicherstellt, dass sie nicht mehr als 3 % ihres Einkommens für Wasser zahlen	in Anwendung	-	https://metropole.nantes.fr/tarification-eau

kommunales Handlungsfeld	Name, Projekttitel	Verortung	Kurzbeschreibung	Umsetzungsgrad	Entstehungskontext	Quellen
Stadtenwicklung und -planung	MAGGIE (Modernes Wohnen in der Margaretenau)	Regensburg (Deutschland)	Modernisierung eines Stadtquartiers mit einem Energiemanagementsystem, das Wetter-, Verbrauchs- und Energiepreisdaten nutzt, um Energiebedarfe zu optimieren und bezahlbaren Wohnraum zu sichern	abgeschlossen	Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Förderprogramms „Solares Bauen“	https://de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/modernes_wohnen_in_der_margaretenau_MAGGIE.html
Stadtenwicklung und -planung	Erfassung von Fensterflächen zur Stadtklimamodellierung	Deutschland	Erfassung von Fensterflächen aus Schrägluftbildern zur lokalen Stadtklimamodellierung	abgeschlossen	Forschungsprojekt; Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	https://www.plattform-lernende-systeme.de/anwendung.html?AID=699
Stadtenwicklung und -planung	StadtLärm	Ilmenau (Deutschland)	System zur Erfassung, Vorhersage und Darstellung von städtischem Lärm mit hochauflösenden Sensorplatten für flächendeckende Messungen	abgeschlossen	Forschungsprojekt; Förderung im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM)“	https://www.plattform-lernende-systeme.de/anwendung.html?AID=124
Stadtenwicklung und -planung	Talbotti	Helsinki (Finnland)	multilingualer Chatbot, der Anwenderinnen und Anwender bei City Services unterstützt, FAQs beantwortet und bei der Navigation von Webseiten hilft	in Anwendung	-	https://ai.hel.fi/en/talbotti-en
Stadtenwicklung und -planung	Mercè Project „A Livable City“	Barcelona (Spanien)	KI-Algorithmus, der auf Bürgerdaten zur Lebensqualität und zu Wohnbedingungen trainiert wird, um eine offene, visuell dargestellte Bürgerwissensplattform zu erstellen, die als Open Data verfügbar ist	abgeschlossen	durchgeführt von Stadtplanungsagentur „trescientosmil – 300.000 km/s“, unterstützt vom Barcelona City Council und der spanischen Regierung	https://300000kms.net/case_study/merce

Tabelle 12: Übersicht der in dieser Studie untersuchten 30 Fallbeispiele | Quelle: Difu / Fraunhofer IESE

Liste externer Teilnehmender des Expertenworkshops vom 11. September 2024 in alphabetischer Reihenfolge:

Prof. Hannah Bast, Professur für Algorithmen und Datenstrukturen, Universität Freiburg

Dr. Matthias Berg, Department Head Smart City, Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Christian Hofmeister, Lead Specialist, PD – Berater der öffentlichen Hand GmbH

M. Sc. Philipp Martin, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS

Dr. Martin Memmel, Head SmartCity Living Lab, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)

Prof. Dr. Annette Spellerberg, Professur für Stadt- und Regionalsoziologie, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau

Die Auswahl einschlägiger Expertinnen und Experten für den Workshop zu „KI-Potenzialen für die Stadtentwicklung“, der am 11. September 2024 gemeinsam mit den Autorinnen und Autoren online stattfand, erfolgte auf Basis systematischer Recherche und dem Schneeballprinzip. Neben der fachlichen Expertise war die terminliche Verfügbarkeit entscheidend für die Zusammensetzung des Workshops.

Liste der Interviewpartnerinnen und Interviewpartner:

Jella Hauß, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen der Stadt Berlin

Jan Hebecker, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen der Stadt Berlin

Robert Köllner, Stadtwerke Jena

Magdalena Konieczek-Woger, Senatskanzlei Berlin

