disP - The Planning Review

ISSN: 0251-3625 (Print) 2166-8604 (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/rdsp20

Künstliche Intelligenz in der Raumplanung – Differenzierung in fünf Entwicklungsstufen

Dirk Engelke, Klaus J. Beckmann, Jens Libbe, Martin Memmel & Eva Schweitzer

To cite this article: Dirk Engelke, Klaus J. Beckmann, Jens Libbe, Martin Memmel & Eva Schweitzer (2024) Künstliche Intelligenz in der Raumplanung – Differenzierung in fünf Entwicklungsstufen, disP - The Planning Review, 60:4, 32-47, DOI: 10.1080/02513625.2024.2510115

To link to this article: https://doi.org/10.1080/02513625.2024.2510115

© 2025 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group ETH – Eidenössiche Technische Hochschule Zürich

Published online: 30 May 2025.

Submit your article to this journal

Article views: 1352

View related articles

View Crossmark data

Citing articles: 1 View citing articles

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=rdsp20

Künstliche Intelligenz in der Raumplanung – Differenzierung in fünf Entwicklungsstufen

Dirk Engelke, Klaus J. Beckmann, Jens Libbe, Martin Memmel und Eva Schweitzer

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The terms on which this article has been published allow the posting of the Accepted Manuscript in a repository by the author(s) or with their consent.

Dirk Engelke ist Professor für Raumentwicklung an der Ostschweizer Fachhochschule OST. In Forschung und Lehre beschäftigt er sich mit integrierten Ansätzen der Stadt-, Verkehrs- und Raumplanung, insbesondere an den Schnittstellen zu Digitalisierung und gesellschaftlichem Wandel. Ein Schwerpunkt liegt auf der Frage, wie digitale Technologien – etwa Künstliche Intelligenz – in Städten und ländlichen Räumen eingesetzt werden, um planerische Fragen zu klären. Dabei verbindet er planerisches Fachwissen mit partizipativen Formaten und entwickelt neue Wege, um Raumentwicklung vorausschauend, gemeinwohlorientiert und datenbasiert zu gestalten.

Klaus J. Beckmann lehrte und forschte an den Universitäten Braunschweig, Karlsruhe und Aachen in den Bereichen Stadtentwicklung, Mobilität/Verkehr und kommunale Infrastrukturen. Er setzte seine Erkenntnisse und Erfahrungen als Leiter des Bau- und Planungsreferates der Stadt Braunschweig sowie in Fortbildung und Beratung des Deutschen Instituts für Urbanistik um. Er beriet als Mitglied und Vorsitzender in Beiräten, Akademien und Forschungsgesellschaften Bundes-, Landes- und Kommunalverwaltungen. Er berät heute freiberuflich Kommunen in den entsprechenden Bereichen und moderiert komplexe Arbeits- und Abstimmungsprozesse.

↓

Abstract: The article demonstrates that the implementation of AI in spatial planning occurs across multiple developmental phases. A thorough examination of these five stages is undertaken to facilitate a systematic design for the integration of AI. To this end, the text identifies and discusses technological, data-specific, personnel, and organizational challenges. The article provides a scientific classification and best practice examples. It addresses public administrations to enable the transition from pilot projects to comprehensive, strategic use.

English title: Artificial intelligence in spatial planning: A typology of five developmental stages

Einleitung

Als Sam Altman, CEO von OpenAI, am 30.11.2022 in einem Tweet dazu aufforderte, das neue Tool «ChatGPT» auszuprobieren, sind dem innerhalb von fünf Tagen eine Million Nutzer:innen gefolgt. Damit wurde Künstliche Intelligenz (KI) in kürzester Zeit von einem Fachthema zu einem in den Medien diskutierten gesellschaftlichen Phänomen. Längst haben sich KI-Tools als Text-Bots wie ChatGPT, Bildgeneratoren wie Midjourney oder Übersetzungstools wie DeepL als alltagstaugliche Tools etabliert. Sie werden millionenfach im privaten und beruflichen Kontext eingesetzt. Die Mehrwertversprechen dieser Produkte sind Effizienzgewinne sowie Beiträge zur Förderung der generellen Zukunftsfähigkeit.

Auch in Kommunen und öffentlichen Verwaltungen bekommt der Einsatz von KI immer mehr Bedeutung. Gemäss Zukunftsradar des Deutschen Städte- und Gemeindebunds halten 77 % der Gemeinden mit mehr als 10 000 Einwohnenden den Einsatz von KI in ihrer Kommune für sinnvoll (DStGB 2024). Aktuell sind aber lediglich in 13 % aller am Zukunftsradar beteiligten Gemeinden KI-Anwendungen im Einsatz (DStGB 2024). KI-Anwendungen mit explizitem räumlichem Bezug finden sich momentan vor allem in den Bereichen Verkehrslenkung, Energieplanung oder Nutzungssteuerung öffentlicher Räume. Nur wenige dieser Anwendungen sind im produktiven Einsatz, die Mehrheit dieser Projekte sind im Pilot- oder Erprobungsstatus.

Es besteht insofern eine Diskrepanz zwischen den als sinnvoll erachteten Einsatzbereichen und der tatsächlichen Anwendung von KI. Der vorliegende Artikel adressiert diese Diskrepanz, indem er differenziert, wie aus einzelnen Pilotprojekten eine gesamtstädtische oder gesamtregionale Strategie der Nutzung von KI entstehen kann. Er fokussiert dabei nicht auf den finalen Zustand einer KI-Strategie, sondern betrachtet explizit die verschiedenen Entwicklungsstufen von der Projekt- zur strategischen Ebene. Ziel ist es, eine Differenzierung des Prozesses der Einführung von KI in der Raumplanung zu leisten und Voraussetzungen für den Einsatz von KI zu definieren. Analog zum Smart-Onion-Modell werden agile, projektbasierte Methoden mit konzeptionellen, planbaren Ansätzen verbunden, um die Flexibilität und Komplexität der Digitalisierung in städtischen und regionalen Kontexten zu bewältigen (Engelke, Rappberger 2020).

Der vorliegende Artikel nimmt bei der Nutzung von KI besonders die Steuerung raumwirksamer Tätigkeiten in den Fokus und adressiert damit Raumplanung und -entwicklung. Dabei konzentriert er sich auf die entsprechenden öffentlichen Verwaltungen auf den verschiedenen Staatsebenen, da auch halbstaatliche Unternehmen oder private Akteure in dem Rahmen agieren, der für die öffentlichen Verwaltungen gilt.

Zu diesem Zweck wurde in diesem Artikel eine trianguläre Forschungsmethode verwendet, um den Einsatz von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung umfassend zu untersuchen. Zunächst wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um zum einen den aktuellen Stand der Forschung zu KI in öffentlichen Verwaltungen zu erfassen und zum anderen den aktuellen Stand der Innovationsforschung zur Einführung neuer Technologien aufzuzeigen. Neben dem aktuellen Stand der Forschung umfasste die Literaturrecherche auch den aktuellen Stand der Praxis bei der Digitalisierung und beim Einsatz von KI in der Verwaltung im Bereich Raumplanung. Durch die Betrachtung von sowohl wissen-

Routledge
Taylor & Francis Group

schaftlichen Publikationen als auch von Berichten aus den relevanten Förderprogrammen wurde ein breiteres Spektrum an Perspektiven, Anwendungen und räumlichen Konstellationen berücksichtigt. Ergänzend dazu wurden Interviews mit Expertinnen und Experten durchgeführt, um vertiefte Einblicke und Praxisbeispiele zu gewinnen. Die ausgewählten Interviewpartner:innen repräsentierten sowohl die Projektebene als auch die strategische Ebene, wodurch verschiedene Blickwinkel und Erfahrungswerte in die Untersuchung einflossen. Dieses methodische Vorgehen ermöglichte eine multiperspektivische Analyse, die sowohl theoretische als auch praktische und umsetzungsrelevante Aspekte berücksichtigt (Interviewpartner sowie organisationaler Kontext sind unten gelistet).

Reifegradmodelle der Innovationsforschung

Bei der Einführung von Technologien haben sich in der Innovationsforschung Stufen- bzw. Reifegradmodelle etabliert. Ziel dieser Modelle ist es, den Prozess von der Projektebene zu einer Strategie- oder Unternehmensebene zu beschreiben. Maturity-Modelle stammen ursprünglich aus der Softwareentwicklung. Sie stellen eine strukturierte Methode der Prozessbewertung dar, um eine höhere Qualität und Produktivität zu erreichen (Humphrey 1989). Dieses Modell aus den 1980er Jahren wird heute über die Softwareentwicklung hinaus auf andere Branchen übertragen.

Ein Überblick über Maturity-Modelle in Bezug auf Künstliche Intelligenz (AIMM) geben Sadiq et al. (2021). Der Artikel vergleicht auf Basis einer strukturierten Literaturanalyse verschiedene Reifegradmodelle für Künstliche Intelligenz. Die Autorinnen und Autoren analysierten die Ziele, Methoden, den Entwicklungsansatz und die Validierung solcher Modelle. Die untersuchten Reifegradmodelle weisen mit 3er, 4er, 5er oder 10er Skalen eine unterschiedliche Differenzierung der Reifegrade auf. In der Innovationsforschung und bei Beratungsunternehmen hat sich die 5er-Skala nach Humphrey etabliert (MITRE 2023; Semsarpour 2023). Eine Adaption der 5er-Skala findet sich auch bei anderen Technologien, wie bspw. den fünf Stufen des autonomen Fahrens, bei denen von keiner Automatisierung bis zur vollständigen Automatisierung in der fünften Stufe unterschieden wird (Lichtenthaler 2020). Da die 5er-Skala für die Beurteilung der Prozessreife etabliert ist, soll sie im Folgenden näher untersucht werden. Bei der Definition der Skaleneinheiten und Bezeichnungen mit der 5er-Skala kann eine Ähnlichkeit festgestellt werden, die sich lediglich in der Konnotation unterscheidet. So sind die Skalen bei MITRE mit «Initial, Engaged, Defined, Managed, Optimized» analog zu Humphrey (MITRE 2023) gewählt. Sprachlich adaptiert, aber in der Differenzierung weitgehend identisch finden sie sich mit «Initial, Assessing, Determined, Managed, Optimise» bei Alsheiabni et al. (2019). Eine adaptierte Skalierung findet sich mit «Awareness, Active, Operational, Systemic, Transformational» beim Gartner AI Maturity Model (Semsarpour 2023). Auch thematische Differenzierungen der AIMMs finden sich in der Literatur. So differenzieren etwa Vorvoreanu et al. (2023) in Bezug auf den Reifegrad von Responsible AI in «Latent, Emerging, Developing, Realizing, Leading».

Reifegradmodelle sind also eine etablierte Methode, um den Grad von Entwicklungen zu beschreiben. Sie bieten eine strukturierte Herangehensweise, um dynamische Entwicklungsprozesse systematisch zu steuern und sie ermöglichen zudem eine Balance zwischen strukturiertem Vorgehen und adaptiver Flexibilität, um technologische Entwicklungen und volatile Anforderungen gezielt zu adressieren. Sie werden eingesetzt, um in einem strukturierten Framework Initialaufwände zu beschreiben, Fortschritte zu messen, Verbesserungspotenziale zu identifizieren und strategische Entwicklungspläne zu erstellen.

Diese Methode wird im Folgenden angewandt, um den Prozess der Einführung von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung zu beschreiben und Voraussetzungen für den Einsatz von KI in diesen Einrichtungen zu definieren. Ziel ist es für die Domäne der Raumplanung, die Übergänge zwischen singulären KI-Projekten und einer breit verankerten KI-Nutzung zu beschreiben und so letztendlich diese Übergänge auch zu steuern. Das AIMM von Alsheiabni et al. (2029) differenziert die fünf Reifegrade «Initial, Assessing, Determined, Managed, Optimise» bzw. «Initial, Im Aufbau, Eingeführt, Etabliert, Optimiert» weiter in verschiedene Dimensionen und eignet sich daher besonders für eine nuancierte Betrachtung.

Die nuancierten Dimensionen werden von Alsheiabni et al. (2019) bezeichnet als «AI functions, Data structure, People and Organisation» bzw. «KI-Funktionalität, Daten, Mensch und Organisation».

Jens Libbe ist Mitglied der Institutsleitung am Deutschen Institut für Urbanistik und leitet den Forschungsbereich «Infrastruktur, Wirtschaft und Finanzen». Seine Forschungsschwerpunkte liegen in Bereichen urbaner Transformationen an der Schnittstelle von Stadtwicklung und Infrastruktursystemen.

Martin Memmel studierte Mathematik und Informatik und leitet das SmartCity Living Lab am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) in Kaiserslautern. Er initiierte und leitete zahlreiche Projekte mit Partnern aus Forschung, Industrie und Industrie und öffentlicher Verwaltung und ist Autor einer Vielzahl von nationalen und internationalen Publikationen.

Eva Schweitzer war bis Mai 2024 stellvertretende Leiterin des Referats für Digitale Stadt, Risikovorsorge und Verkehr des Bundesinstituts für Bau-, Stadt und Raumforschung (BBSR). Sie forschte zu Fragen der integrierten Stadtentwicklung und «Smart City» insbesondere zum strategischen Umgang mit Daten, vernetzten Mobilitätssystemen und Fragen der digitalen Inklusion.

Im Folgenden werden die fünf Stufen des Reifegradmodells von Alsheiabni et al. (2019) in den unterschiedlichen Dimensionen näher betrachtet und ein Modell der Entwicklungsstufen von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung entwickelt (siehe Tabelle 1).

Entwicklungsstufen von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung

Auf der ersten Stufe, genannt «Initial», existiert die Fähigkeit zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz, jedoch fehlt es an organisatorischem Wissen. Verantwortlichkeiten für KI sind dezentralisiert und es gibt keine dedizierte Einheit für KI. Die Technologie wird in singulären Projekten von einzelnen Teams eingesetzt, ohne dass es ein klares Bewusstsein der gesamten Organisation über die tatsächliche Nutzung gibt. Da ein organisationaler Rahmen fehlt, kann die Nutzung von KI nicht ausreichend nachvollzogen und kontrolliert werden. Folglich gibt es weder Nutzungsprinzipien noch eine entsprechende Governance.

Auf der zweiten Stufe, «Im Aufbau», ist die Fähigkeit zur Nutzung von KI entwickelt und die Organisation hat entschieden, erste Schritte in Richtung KI zu unternehmen. Eine KI-Infrastruktur ist im Aufbau und basale Anwendungen werden bereitgestellt. Eine erste KI-Strategie der Organisation wird entwickelt, wobei weiterhin auch dezentrale Lösungen existieren und die Organisation vor Herausforderungen hinsichtlich einer KI-Regulierung steht.

Auf Stufe 3, «Eingeführt», wird sich die Organisation auf der Grundlage des in der zweiten Stufe gewonnenen Wissens bewusster darüber, welche inhärenten Risiken und Chancen KI hat. Organisationen auf dieser Stufe haben eine KI-Strategie mit standardisierten Verfahren und ein Änderungsmanagement wird eingeführt. Die Organisation beschäftigt Mitarbeitende mit spezifischem KI-Wissen und stellt Ressourcen zur Verfügung. Die Leitung der Organisation bringt die Nutzung von KI mit den organisationalen Zielen in Einklang.

Die vierte Stufe, «Etabliert», zeichnet sich durch eine reflektierte KI-Nutzung aus. Es gibt definierte KI-Prozesse, die durch die Leitung der Organisation unterstützt werden. In Bezug auf die Daten werden Quellen und Struktur der Daten zunehmend komplexer. Zudem gibt es eine geeignete Datenstrategie, um kritische Geschäftsentscheidungen mithilfe von KI zu treffen.

Organisationen auf der fünften und letzten Stufe des Modells, «Optimiert», haben ihre KI-Fähigkeiten vollständig entwickelt. Die Rollen, Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten sowie Gestaltungs- und Einsatzprozesse sind innerhalb jedes KI-Projekts klar definiert. Die Datenhaltung ist flexibel und proaktiv, um Geschäftsergebnisse zu erzielen.

Der Einsatz von KI hat in den aufgezeigten Stufen unterschiedliche räumliche Wirkungen, die im Folgenden näher dargestellt werden. In Anlehnung an eine BBSR-Studie zu den räumlichen Wirkungen von Smart-City-Massnahmen (BBSR 2024a) werden die räumlichen Wirkungen nach dieser Systematik in räumlich-ökologische, räumlich-ökonomische sowie räumlich-soziale Wirkungen differenziert. Besonders prägend ist die räumlich-ökologische Raumwirkung mit dem infrastrukturellen Fussabdruck, den KI durch den Ausbau von Rechenzentren und Dateninfrastrukturen hinterlässt. Diese Systeme benötigen grossflächige Standorte und haben einen hohen Energiebedarf, was zu einer räumlichen Konzentration in technologisch und wirtschaftlich starken Regionen führt (Hintemann et al. 2022).

Auf einer anderen Ebene verändert KI die Planung und Governance von Städten, insbesondere im Kontext von Smart Cities. Digitale Steuerungssysteme, die auf KI-gestützten Analysen basieren, beeinflussen Mobilitätskonzepte, Infrastrukturbewirtschaftung und kommunale Entscheidungsprozesse. Während diese Entwicklungen Potenziale zur Effizienzsteigerung bieten, bergen sie zugleich das Risiko, dass Gemeinwohlorientierung und gesellschaftliche Steuerung der Stadtentwicklung an Bedeutung verlieren (Christmann, Schinagl 2023; Kropp 2021).

Neben physischen und infrastrukturellen Effekten verändert KI auch die räumlich-sozialen Dynamiken. Plattformbasierte Geschäftsmodelle, die KI zur Analyse und Steuerung von Nachfragestrukturen einsetzen, verstärken bestehende Disparitäten. Während dicht besiedelte Regionen durch datengetriebene Dienstleistungen profitieren, sind periphere Gebiete oft benachteiligt (Bauriedl, Wiechers 2021).

Die Anwendung von KI stellt nicht nur eine technologische Innovation dar, sondern hat auch, differenziert nach Entwicklungsstufe, eine entsprechende räumliche Wirkung.

Aus dem Reifegradmodell von Alsheiabni et al. (2019) wird das in Tabelle 1 dargestellte Modell der Entwicklungsstufen von KI in öf-

fentlichen Verwaltungen der Raumplanung weiterentwickelt.

Zum besseren Verständnis des Modells «Entwicklungsstufen von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung» sollen die Übergänge zwischen den fünf Stufen beschrieben werden. Als ein Einstieg in die Nutzung von KI (Stufe 1) wird die Aktivierung der relevanten Personen gesehen, um das Experimentieren mit KI-Technologien zu ermöglichen (Lichtenthaler 2020). Hier erkennen Mitarbeitende, wo in ihrem spezifischen Arbeitssetting diese Technologien eingesetzt werden können. Mit dem Erreichen der Stufe 2 werden dann mit dem Einsatz von KI Effizienzgewinne angestrebt (Lichtenthaler 2020). Diese werden im Übergang zu Stufe 3 erreicht und es erfolgt eine Verankerung von KI in den Geschäftsprozessen (Lichtenthaler 2020). Die Etablierung erfolgt dann auf der Stufe 4 während mit Erreichen der Stufe 5 schliesslich zyklische Interaktionen zwischen KI und menschlicher Intelli-

Tab. 1: Entwicklungsstufen von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung.
(Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Alsheiabni et al. 2019)

Stufe	KI-Funktionalität	Daten	Mensch	Organisation	Räumliche Wirkung
(1) Initial	Sehr begrenzte KI-Funktion vorhanden und keine Pläne	Reguläre Datenhaltung in Datensilos; projektbezogene Datennutzung mit KI; keine Daten vorhanden, um KI zu trainieren	Reguläre IT-Kenntnisse; KI wird individuell und ungesteuert operativ genutzt	Kein Geschäftsszenario im Zusammenhang mit KI; bestehende Struktur wird informell genutzt	Definition von Zielen und Konzepten, die zu einer besseren Planung und Ressourcenallokation führen
(2) Im Aufbau	Erkundung der KI-Technologie	Integration von verschiednen Datenquellen; Datenprojekte im Aufbau, um KI zu trainieren	Bewertung der bestehenden Infrastruktur im Hinblick auf KI; sowie auf Kompetenzprofile	Erste KI-Strategie der Organisation; für jede KI-Anwendung wurde ein Wertanteil definiert	Einsatz von KI zur Analyse raumrelevanter Daten wie von Verkehrsdaten oder Umweltbelastungen, so dass einen bessere Identifikation von potenziellen Auswirkungen möglich ist
(3) Eingeführt	KI-Projekt befindet sich in einem fortgeschrittenen Stadium; Bestimmung der Infrastruktur zur weiteren Implementierung von KI	Daten sind auffindbar und standardisiert; KI-Datennutzung eingeführt	Aktive Managementunterstützung; Ressourcen werden bereitgestellt, KI-bezogene Mitarbeiterschulung; Bedarfsund zielgruppenorientierte «Lernsysteme» werden etabliert,	Organisation hat Standardbetriebsverfahren, die KI-Szenarien abdecken; Änderungsmanagement wird eingeführt	KI zur Optimierung von Verkehrsflüssen, Energieverbrauch u.ä. sowie eine Erhöhung der Effizienz in der kommunalen Infrastruktur führen zur einer optimierten Ressourcennutzung
(4) Etabliert	KI-Prozesse sind in der gesamten Organisation definiert	Datenstrategie ist etabliert; KI wird in Kernprozessen verwendet	KI wird vollständig als Produktivität der Mitarbeiter realisiert; KI Anwendungen werden zielorientiert und kompetent genutzt.	Es gibt einen klar definierten Wert zur Unterstützung und volle Unterstützung des oberen Managements	Neben Effizienzsteigerung und optimierter Ressourcennutzung werden rechenzentren als zentrale KI-Infrastruktur ausgebaut und mit Wärme- und Kälteinfrastrukturen gekoppelt.
(5) Optimiert	Volle KI-Infrastruktur-Adoption und Standardisierung	Proaktive Datenverwendung mit KI; Monitoring neuer Technologien	Mitarbeiter sind engagiert; zentralisierte Führung; Bildungsstrategie, Lern- und Unterstützerstrukturen sind implementiert, werden evaluiert	Rollen, Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten sind innerhalb jedes KI-Projekts klar definiert; KI-Kultur	Durch die kontinuierliche Datenerhebung und -analyse können Massnahmen schnell angepasst werden und eine innovative und resiliente Stadtentwicklung wird gefördert

genz stattfinden, die zu neuartigen Lösungen führen können (Lichtenthaler 2021).

In den verschiedenen Entwicklungsstufen werden sowohl thematische als auch prozessuale Dimensionen adressiert und damit wird die strategische Planung mit der operativen Umsetzung verbunden. Dies ermöglicht eine iterative und flexible Vorgehensweise, die sowohl kurzfristige Projekte als auch langfristige strategische Ziele berücksichtigt. Die Voraussetzungen für diese Gestaltung des Wechsels der Stufen sind durch eine entsprechende Governance sicherzustellen und müssen mit übergeordneten rechtlichen Rahmenbedingungen auf nationaler sowie europäischer Ebene, insbesondere mit den Anforderungen des EU Artificial Intelligence Act (AI Act), in Einklang stehen.

Nach der Betrachtung der Entwicklungsstufen werden im Folgenden die vier Dimensionen KI-Funktionalität, Daten, Mensch und Organisation detailliert betrachtet.

Dimension KI-Funktionalität

Betrachtet man die dargestellten Entwicklungsstufen für den Einsatz von KI, so implizieren diese auch unterschiedliche Rollen der Organisation. Während man grundsätzlich immer zwischen der Rolle «reiner Anwender» und der Rolle «(Mit)entwickler» unterscheiden kann, ist beim Einsatz von datengetriebenen Technologien eine feinere Differenzierung möglich und auch nötig, um die Voraussetzungen für den Einsatz von KI adäquat herausarbeiten und darstellen zu können (s. Tabelle 2)

Entsprechend ergeben sich auch verschiedene Voraussetzungen auf den verschiedenen Entwicklungsstufen. Auf Stufe 1 (Initial) erfordert der reine Einsatz einer KI-basierten Technologie abhängig vom Betriebsmodell entweder gar keine eigene Infrastruktur (wenn die Technologie beispielsweise von einem Anbieter gehostet und gewartet wird) oder lediglich einen lokalen Rechner, der die zugehörigen Anforderungen etwa in Bezug auf Prozessorgeschwindigkeit, verfügbaren Speicherplatz und Verfügbarkeit für den adressierten Nutzerkreis erfüllt. Gerade in Anbetracht der rasanten Entwicklung von Technologien, die auf grossen Sprachmodellen (LLMs) wie ChatGPT basieren, ist in den letzten Jahren zu beobachten, dass diese Modelle keine Differenzierung zwischen verschiedenen KI-Ansätzen wie Machine Learning, generativer KI oder Expertensystemen anstreben. Die dargestellten Aspekte in Tabelle 1 sowie Tabelle 2 sind vielmehr technologie-agnostisch und erlauben differenzierte Analysen für verschiedenste Technologien bzw. Anwendungen.

Soll KI zur Datenanalyse bzw. zum Identifizieren von Mustern in eigenen Datenbeständen genutzt werden (Stufe 2), so ist dafür zunächst ebenfalls – wie auf Stufe 1 – eine lokale Rechnerinfrastruktur nötig, die den Einsatz der eingesetzten KI-Komponente(n) erlaubt. Darüber hinaus müssen die für die Analyse avisierten Daten in einer maschinenlesbaren Form so vorliegen, dass eine Bearbeitung durch die Verfahren möglich ist. Das erfordert in der Regel den Einsatz entsprechender Datenbanken, die selbst gehostet oder auch in der Cloud eines Anbieters vorhanden sein können. Des Weiteren müssen Mechanismen existieren, die den Zugriff auf die entsprechenden Daten erlauben. Dies kann insbesondere bei Daten, die in Fachverfahren zur Verfügung stehen, keine triviale Aufgabe sein. Wenn Daten sich in höherer Frequenz ändern und kontinuierlich analysiert werden sollen, müssen solche Zugriffsprozesse möglichst ohne manuelle Zwischenschritte auskommen, um den Ressourcenaufwand möglichst gering zu halten. Dies kann etwa durch den Einsatz von Datenplattformen gewährleistet werden.

Rolle	Bedeutung
Reiner Anwender	Produkt/Technologie wird als reiner Anwender genutzt. Nur kleinere Adaptionen an lokale Gegebenheiten (etwa über das Setzen entsprechender Konfigurationen) sind möglich.
Anwender mit Nutzung lokaler Daten	Produkt/Technologie nutzt lokal vorhandene Daten zur Anpassung an lokale Charakteristika bzw. Spezifika.
(Mit)entwickler	Produkt/Technologie wird (mit)entwickelt. Dies kann die Entwicklung von Algorithmen, aber auch die Entwicklung von Modellen basierend auf lokalen Daten bedeuten.

Tab. 2: Differenzierung der Rollen beim Einsatz von KI. (Quelle: eigene Angaben)

Stufen 3, 4 und 5 lassen sich im Hinblick auf die in Tabelle 2 dargestellten Rollen in Bezug auf technische Herausforderungen zusammenfassen. Neben den Anforderungen bzgl. der Verfügbarkeit von Daten analog zu Stufe 2 sind hier abhängig vom Umfang und der Komplexität deutlich aufwendigere Infrastrukturen nötig. Dies können klassische Rechenzentren sein; für die Entwicklung grosser Modelle etwa im Bereich Deep Learning sind spezialisierte Technologien wie GPU-Cluster erforderlich (Kavitkar et al. 2023). Ausserdem müssen methodische Kompetenzen schrittweise gewährleistet und weiterentwickelt werden.

Dimension Daten

Deutlicher als bei den KI-Funktionen lassen sich die Entwicklungsstufen in Bezug auf die Datenhaltung differenzieren. Auf der ersten, initialen Stufe befinden sich Verwaltungen, die lediglich eine Datenhaltung ohne übergeordnete Zielsetzung aufweisen. Die Daten werden in isolierten Silos gehalten und sind daher schwer zugänglich (Güleş, Schweitzer 2021). Die Nutzung von Daten ist nicht in der Organisationsstrategie verankert, was zu einer unzureichenden Datenqualität und fehlender Daten-Governance führt (BBSR 2023a; Datenkompetenz in kommunalen Verwaltungen 2023). Dies bedeutet, dass Datenmanagement und -qualität nicht systematisch bestimmt werden und keine klaren Richtlinien oder Verfahren für den Umgang mit Daten existieren. KI wird allenfalls in einzelnen Pilotprojekten eingesetzt.

Auf der initialen Stufe stellen sich häufig folgende Fragen:

- Werden Daten dezentral verwaltet oder gibt es eine zentrale Datenverwaltung?
- Haben alle Organisationseinheiten Zugang zu den Daten, die für die Aufgabenerledigung notwendig sind? Besteht ein Datenkatalog?
- Ist innerhalb der Organisation bekannt, welche Pilotprojekte durchgeführt werden und welche Erfahrungen vorliegen?

Auf der zweiten Stufe («Im Aufbau») beginnt die Verwaltung, die aktuelle Nutzung von KI aufzubauen, indem Daten interoperabel, wiederverwendbar und siloübergreifend zugänglich gemacht werden. Diese grundsätzliche Datenstrategie ist die Voraussetzung für eine umfassendere KI-Nutzung. Erste Schritte zur Datenintegration und Konsolidierung werden unternommen, wodurch die Datennutzung Teil der Organisationsstrategie wird, jedoch noch nicht vollständig umgesetzt ist. Es wird eine grundlegende Daten-Governance aufgebaut, die Strategien entwickelt und Prinzipien wie beispielsweise die FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) werden eingeführt (Kruhse-Lehtonen, Hoffmann 2020).

Auf dieser Stufe können sich, in Abgrenzung zur ersten Stufe, zusätzlich folgende Fragen stellen:

- Werden neue Datenquellen erschlossen oder bestehende konsolidiert, um die Basis für eine effektive Daten- und KI-Nutzung zu verbessern?
- Werden Richtlinien und Strategien für den Umgang mit Daten eingeführt, wie bspw. die FAIR-Prinzipien?
- Besteht ein Metadatenkonzept und sind integrierende Datenprojekte wie Digitale Zwillinge im Aufbau?
- Erfolgt eine Ausbildung und Qualifizierung der Mitarbeiter:innen?
- Werden weitere potenzielle Einsatzbereiche adressiert?

Auf der dritten Stufe des Modells der Entwicklungsstufen («Eingeführt») beginnt die Verwaltung, Daten zu standardisieren und sie für eine KI-Nutzung zugänglich zu machen. Mit der wachsenden Komplexität von KI-Anwendungen steigt auch der Bedarf an umfangreichen und qualitativ hochwertigen Datenbeständen, um die Systeme effektiv trainieren und betreiben zu können. Die Datennutzung wird integraler Bestandteil der Geschäftsprozesse und Interoperabilitätsstandards werden eingeführt. Dies umfasst den Einsatz von Austauschformaten wie beispielsweise XPlanung in Deutschland, die eine effizientere und standardisierte Datenverarbeitung ermöglichen (Co:Lab 2021) oder auch den Aufbau von Datenräumen in der Schweiz (UVEK, EDA 2022). Daten-Governance und -qualitätsmanagement werden implementiert, Datenmanagement wird umgesetzt (BBSR 2023). Diese Stufe markiert einen wesentlichen Fortschritt in der KI-Reife, da Organisationen beginnen, Daten als strategischen Wert zu betrachten und ihre Geschäftsprozesse entsprechend anzupassen (List 2022).

Auf der dritten Stufe stellen sich folgende Fragen zum Aufbau und zur Verstetigung von KI:

- Sind standardisierte Datenformate eingeführt worden, die den Austausch und die Integration von Daten erleichtern?
- Ist der Datenaustausch auch jenseits der eigenen Organisation bspw. als Open Government Data (OGD) technisch und organisatorisch etabliert?

• Existieren spezifische Anwendungen oder Projekte, bei denen KI bereits erfolgreich zur Prozessverbesserung eingesetzt wird?
• Erfolgt ein gezielter Erfahrungsaustausch zwischen verschiedenen Verwaltungseinheiten?
• Wird ein Aus-/Fortbildungsprogramm etabliert?

Auf der vierten Stufe («Etabliert») verfügt die Verwaltung über eine etablierte Datenstrategie, um auch kritische Geschäftsprozesse mithilfe von KI auszuführen. Für die Datenverarbeitung werden spezifisch trainierte KI-Modelle eingesetzt. Kontinuierliches Monitoring und die Verbesserung der Datenqualität sind wesentliche Bestandteile dieser Stufe, Datenräume werden aufgebaut. Diese Stufe zeichnet sich durch eine hohe Effizienz und Effektivität in der Nutzung von Daten und KI aus, was Organisationen einen deutlichen Wettbewerbsvorteil verschafft.

Auf der Stufe der etablierten KI-Nutzung können sich folgende Fragen stellen:
• Werden fortschrittliche Analysetools und Algorithmen genutzt, um datenbasierte Entscheidungen zu treffen?
• Ist ein System zur kontinuierlichen Überprüfung und Verbesserung der Datenanalysen und KI-Modelle etabliert?
• Ist das Know-how zur Nutzung von KI in relevanten Geschäftsprozessen in den Organisationseinheiten oder zentralisiert vorhanden?

Auf der fünften und höchsten Stufe («Optimiert») sind datengetriebene Entscheidungsfindungen auf allen Ebenen der Organisation etabliert. KI-Systeme sind skalierbar und vollständig in die Geschäftsprozesse integriert. Es wird ein proaktives Datenmanagement betrieben, das innovative Datentechnologien nutzt. Der KI-Einsatz der Organisation hat Wirkung auf die Sachbereiche, in denen die Organisation tätig ist (Umweltbundesamt 2021).

Auf dieser höchsten Stufe können folgende Fragen relevant sein:
• Ist eine vollständig integrierte Datenumgebung vorhanden, in der alle relevanten Datenquellen zugänglich sind und für eine Analyse in nahezu Echtzeit zur Verfügung stehen?
• Werden neue Technologien in Bezug auf den Nutzen für die Organisation evaluiert und in die bestehende Infrastruktur integriert?
• Werden Wirkungen ermittelt und zur Weiterentwicklung der Methoden und Prozesse genutzt?

Mit zunehmenden Stufen gewinnt Datenkompetenz auf individueller und organisationaler Ebene an Bedeutung. Auf individueller Ebene beschreiben Schüller et al. (2019) die Elemente hierzu sowie ein entsprechendes Framework für Data-Literacy-Kompetenzen. Auf organisationaler Ebene ist es das Ziel der Organisationen, eine Datensouveränität zu erreichen (BBSR 2023b; Spellerberg et al. 2021). Beide Dimensionen werden nachfolgend detailliert erläutert.

Dimension Mensch

Die Dimension «Mensch» ist entscheidend für eine Implementierung und Nutzbarmachung der Künstlichen Intelligenz im Kontext einer nachhaltigen und integrierten Stadt- und Raumentwicklung.

Aufbauend auf den Studien von Catakli, Punktschuh (2023) sowie Schweitzer (2017) und Schweitzer, Güles, Schüle (2021) wurde das nachfolgende Stufenmodell entwickelt:

In Stufe 1 (Initial) werden Anwendungen der KI in den diversen Feldern der Stadt- und Regionalentwicklung individuell unterschiedlich und ungesteuert genutzt und verbreitet (immersive und intuitive Nutzbarmachung). Im Fokus stehen operative Anwendungen, die helfen, Arbeitsprozesse zu optimieren und zu verschlanken. KI wird vornehmlich technisch und operativ bedient und genutzt, nicht jedoch strategisch gesteuert und zielorientiert implementiert.

In der Kommune sind unterschiedlich ausgeprägte Kompetenzen in Bezug auf den Umgang mit Daten und Künstlicher Intelligenz vorhanden.

Im Kontext der Stadt- und Regionalentwicklung steht die Nutzung der Künstlichen Intelligenz noch am Anfang. Potenzielle Anwendungen sowie ihre Funktionalitäten, Potenziale und Risiken werden erprobt und getestet. Dies bedeutet auch, dass noch unklar ist, welche Kompetenzen in diesem Bereich wie benötigt und demzufolge auch gefördert werden sollten. Aktuell finden sich potenzielle Anwendungsbereiche vor allem im Kontext des Verkehrs- und Mobilitätsmanagements (Güles, Schweitzer 2021) sowie in Bezug auf soziodemographische Analysen (Sanchez et al. 2023). Eine methodische Sichtung notwendiger Kompetenzen in der Verwaltung liefert zudem die Studie von Catakli und Punktschuh (2023), diese streift jedoch den Bereich der Stadt- und Regionalentwicklung und infrastruktureller Anwendungen und digitaler Dienste allenfalls am Rande. Relevante Fragen der Stufe «Initial» sind:
• Existiert eine Bedarfserhebung und ein Anforderungsprofil in Bezug auf KI?

• In welchen Bereichen wird aktuell welche KI eingesetzt?
• In welchen Bereichen soll KI mit welchen Anforderungsprofilen eingesetzt werden?

KI verändert Berufsbilder bzw. beruflichen Aufgaben grundlegend (Burmeister et al. 2023, Hölzle et al. 2024). In Stufe 2 (Im Aufbau) definiert die Verwaltung die Anwendungsfelder der künstlichen Intelligenz für die Stadt- und Regionalentwicklung, priorisiert Hard- und Software und erstellt notwendige Kompetenzprofile der städtischen Mitarbeitenden (Bedarfserhebung). Parallel werden Analysen und Erhebungen zu bestehenden Kompetenzprofilen der Mitarbeitenden erstellt und genutzt (Kompetenzerhebung).

Hierzu bedarf es einer gezielten kommunalen Personalpolitik und Personalentwicklungspolitik, um zum einen kompetentes Personal zu rekrutieren, zum anderen bestehendes sowie zukünftiges Personal kontinuierlich und lebenslang weiterzubilden.
• Wurden konkrete Anwendungsfelder der KI definiert?
• Wurde, passend zu diesen Anwendungsfeldern, die notwendige Hard- und Software identifiziert?
• Wurden die für die Bewältigung der Aufgaben passenden Kompetenzprofile erstellt und die vorhandenen Kompetenzen des Personals erfasst?
• Existiert eine gezielte Personal- und Personalentwicklungspolitik, die sowohl Rekrutierung geeigneten Personals als auch kontinuierliche Fortbildung garantiert?

Basierend auf den vorherigen Bedarfs- und Kompetenzerhebungen wird in Stufe 3 (Eingeführt) ein zielgerichtetes dynamisches Lernsystem etabliert und es werden Assistenz- und Unterstützerstrukturen entwickelt, die einen selbstbestimmten und souveränen Umgang mit den Systemen und Anwendungen Künstlicher Intelligenz ermöglichen sollen. Passgenau zu den unterschiedlichen Kompetenzprofilen und notwendigen Bedarfen werden individuelle Lern- und Unterstützungsangebote entwickelt. Auch externe Akteure sowie mögliche Kooperationspartner in der kommunalen Bildungslandschaft, wie Institutionen des dritten Sektors, werden berücksichtigt und integriert.
• Wurden zielgerichtete Lernsysteme sowie bedarfsgerechte Assistenz- und Unterstützerstrukturen entwickelt?
• Wurden Prozesse zur Evaluierung des Einsatzes etabliert und zur Weiterentwicklung genutzt?

In Stufe 4 (Etabliert) existiert eine kommunale, jährlich aktualisierte Bildungsstrategie zu Aufbau und Entwicklung von Daten- und KI-Kompetenzen. Parallel dazu findet jährliche ein Monitoring der Kompetenzgrade statt und Lerninstrumente/Strategien werden regelmässig auf ihre Eignung und Praxistauglichkeit überprüft. KI-Anwendungen werden zielorientiert und kompetent genutzt. Insgesamt wird KI nicht nur operativ und technisch passiv genutzt, sondern gezielt gesteuert und ausgestaltet. Die Funktionsweisen von KI sowie deren Potenziale und Risiken sind bekannt und werden diskutiert.
• Existiert eine Bildungsstrategie und Erhebung der vorhandenen Bildungskompetenzen/Profile?
• Existiert ein jährliches Monitoring der Kompetenzgrade und eine regelmässige Überprüfung der Eignung der genutzten Lerninstrumente und der unterstützten Kompetenzen?

In Stufe 5 (Optimiert) sind Bildungsstrategie, Monitoring sowie bedarfsgerechte Lern- und Unterstützerstrukturen implementiert und werden regelmässig evaluiert und aktualisiert. Neben der aktiven und etablierten Lern- und Anwendungslandschaft innerhalb der kommunalen Verwaltung werden verwaltungsexterne und zivilgesellschaftliche Lern- und Bildungsangebote sowie gezielte und strategisch gesteuerte Kooperationen mit der Wirtschaft und der Stadtgesellschaft umgesetzt. Insgesamt wird reflektiert und strategisch mit KI umgegangen, datenethische Regeln sind bekannt und werden in das System integriert. KI-Systeme sind seitens der Kommune nachvollziehbar, erklärbar und souverän gestaltbar.
• Existieren Bildungsstrategie, Monitoring sowie bedarfsgerechte Lern- und Unterstützerstrukturen? Werden diese regelmässig evaluiert und aktualisiert?
• Werden externe Lern- und Bildungsangebote integriert und gezielte Kooperationen mit der Stadtgesellschaft umgesetzt?

Dimension Organisation

Auf Stufe 1 (Initial) sind die Potenziale für die KI-Nutzung nur rudimentär bekannt. In erster Linie sind es Einzelpersonen in der Verwaltung, die sich für die Möglichkeiten von KI interessieren. In der Belegschaft überwiegt eine mehr oder weniger grosse Unsicherheit, was insbesondere für jene Bereiche gilt, in denen noch nicht mit KI-gestützten Lösungen gearbeitet wurde. Das Organisationswissen ist insgesamt wenig ausgeprägt und zudem sehr unterschied-

lich zwischen den Verwaltungsbereichen verteilt. Dementsprechend werden die Geschäftsfelder der Verwaltung bisher nicht systematisch mit KI-Optionen in Beziehung gesetzt. Sofern erste Anwendungen vorhanden sind, basieren diese überwiegend auf Einzelmassnahmen, die jedoch noch nicht einer übergeordneten Strategie folgen. Prinzipien und Governance-Strukturen für die Einführung von KI bilden sich erst langsam heraus.

In dieser Ausgangslage kommt es entscheidend darauf an, eine Initialzündung zu bewirken. Um Unsicherheiten abzubauen und Akzeptanz zu schaffen, ist es hilfreich, erste praktische Anwendungen kennenzulernen und von den Erfahrungen anderer Kommunen zu lernen. Für Erstanwendungen geeignet sind KI-Anwendungen mit einer Wirkung in die Verwaltung hinein (vgl. KGSt 2023). Beispiele sind die Klassifizierung und thematische Zuordnung von Schriftstücken, die Fehlerdiagnose und das Aufspüren von Unregelmässigkeiten (Anomaliedetektion) oder die Automatisierung repetitiver Arbeiten und von Routineaufgaben.

Typische Fragen für diese Initialphase können sein:

- Sind die Anwendungsmöglichkeiten für einzelne Fachbereiche bekannt?
- Sind die Anwendungsmöglichkeiten in den einzelnen Verwaltungsbereichen bekannt?
- Welche KI-Anwendungen sind geeignet, in die Verwaltung hinein auszustrahlen?
- Welche weiteren Anwendungspotenziale liegen nahe?

Die Stufe 2 (Im Aufbau) beschreibt die Situation, in der die Verwaltungsspitze oder das zuständige Amt für Digitalisierung entschieden hat, die KI-Nutzung systematisch anzugehen. Es gilt festzulegen, in welchen Fachbereichen und in welchen Themengebieten der Einsatz von KI erprobt werden soll – dies unter Berücksichtigung evtl. bereits vorliegender KI-basierter Projekte oder auch von Erfahrungen aus anderen Kommunen. Erste Potenzialbereiche für den Einsatz von KI-basierten digitalen Systemen sind zu identifizieren und mögliche «Use Cases» zu definieren. Die Erprobung bietet sich dort an, wo keine Ermessens- oder Beurteilungsspielräume bei Entscheidungsprozessen bestehen (vgl. KGSt 2023) bzw. rechtssichere Entscheidungen im Verwaltungshandeln (vgl. Parycek, Siegel 2024) möglich sind. Konkrete Nutzeffekte sind ebenso zu benennen wie fördernde oder hemmende Faktoren bei der Umsetzung. Damit sind die Grundlagen für die KI-Nutzung gelegt und der Kompetenzaufbau in der Verwaltung kann Fahrt aufnehmen.

Ein Beispiel für das systematische Erschliessen ist das sogenannte KI-Potenzial-Scanning (vgl. Roth et al. 2023), wie es die Stadt Nürnberg gemeinsam mit der Technischen Hochschule Nürnberg durchgeführt hat. Dort wurden in einem stadtweiten und mehrstufigen Verfahren geeignete Anwendungsbereiche identifiziert, interaktiv mit einzelnen Fachbereichen diskutiert und erste Fokusbereiche festgelegt sowie mit Use Cases unterlegt. Durch das Anschieben kleinerer Projekte gelang es, das Thema KI für die Beschäftigten erfahrbar zu machen. Die aktive Einbindung der Mitarbeitenden sowie die Präsentation von Ergebnissen vor der Gesamtbelegschaft erwies sich in dieser frühen Phase als ein Schlüssel zum Erfolg.

Typische Fragen für diese Phase der Potenzialabschätzung können sein:

- Welchen Nutzen hat der Einsatz von KI für eine effektivere Gestaltung von Verwaltungsprozessen?
- Wo lassen sich mittels KI die Leistungsangebote der Verwaltung verbessern?
- Welche Anwendungsfälle sind für die Erprobung von KI besonders geeignet?
- Welche Umsetzungsstrategien vergleichbarer Kommunen sind bekannt?
- Welche Voraussetzungen für eine systematische Einführung von KI sind bereits gegeben (etwa eine vorhandene Digitalisierungsstrategie oder eine Datenstrategie) oder müssen geschaffen werden? Welche Unterstützung kann das Amt für Digitalisierung gegenüber anderen Dienststellen leisten?
- Wie kann gemeinsam mit Personal- bzw. Betriebsrat der Prozess der KI-Einführung abgestimmt und gestaltet werden?

Auf Stufe 3 hat die Verwaltung klare Zielvorstellungen der KI-Nutzung entwickelt und verbindet diese mit von der Verwaltungsspitze getragenen Organisationszielen und bereitgestellten Ressourcen. Das Ergebnis ist eine KI-Strategie und die KI wird in allen Bereichen berücksichtigt. Es geht nicht allein um Geschäfts- und Datenverarbeitungsprozesse in der Verwaltung selbst, sondern auch um jene an der Schnittstelle mit öffentlichen und privaten Kooperationspartnern oder an der Schnittstelle zur Öffentlichkeit bzw. zu den Bürgerinnen und Bürgern.

Damit die Stufe 3 vollständig erreicht werden kann, gilt es zu prüfen, welche Auswirkungen die Einführung von KI auf Verwaltungsprozesse haben wird. Alle Beteiligten

sollten sich darüber bewusst sein, dass KI dazu beitragen kann, Prozesse nicht nur zu optimieren, sondern die Verwaltung insgesamt zu verändern. Dies lässt sich nicht abstrakt definieren, sondern bedarf auch experimenteller Erprobungen einschliesslich der Entwicklung notwendiger Fähigkeiten und Kompetenzen bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (siehe «Dimension Mensch»).

Typische Fragen für diese Phase der Strategiefestlegung:

• Welche Prozesse nicht zuletzt auch zwischen Verwaltungsbereichen können mittels KI automatisiert werden?
• Welche Prozesse können verändert werden, welche werden neu hinzukommen, welche entfallen?
• Welche hemmenden Faktoren gilt es zu berücksichtigen (Querschnittsabhängigkeiten von Organisationseinheiten, funktionale Heterogenität, Vielzahl an Datenquellen etc.)?

Auf Stufe 4 sind die Fähigkeiten der Organisation sehr gut entwickelt. KI findet zunehmend ihren Einsatz in allen Fachbereichen und in ganz unterschiedlichen Anwendungsfeldern (vgl. Abel et al. 2021: 40ff.). Übergeordnet zu nennen sind der KI-gestützte Kontakt (Frontoffice) mit den Bürgerinnen und Bürgern (Sprachassistenten, Antragsunterstützung, Serviceroboter usw.), Unterstützungsprozesse (Automatisierung von Routinearbeiten) innerhalb der Verwaltung (Backoffice) zur Verbesserung von Abläufen (Workflow), entscheidungsunterstützende Systeme (Analyse, Simulation oder Datenvisualisierung als Input, Kontrolle von Entscheidungsergebnissen, Überprüfung des Entscheidungsablaufs) bis hin zur gänzlichen Automatisierung von (einfachen gebundenen) (Teil-)Entscheidungen und Systemen mit Echtzeitentscheidung (Steuerungssysteme, Katastrophenfälle, Gefahrenabwehr) (vgl. Etscheid et al. 2020).

Aufbauend auf der KI-Strategie werden nach und nach alle Fachbereiche der Kommune einbezogen. Die Kommune hat die Betriebsabläufe und damit die Umsetzung standardisiert. Digitalisierungsstrategie, Datenstrategie, Daten-Governance und KI-Strategie greifen systemisch ineinander. Aspekte wie IT-Sicherheit oder Datenschutz sind einheitlich für alle Fachbereiche geklärt. Vorhandene Anwendungsfälle werden regelmässig einer kritischen Prüfung unterzogen. Zudem pflegt die Stadt den aktiven Austausch mit anderen Kommunen und gibt ihre Erfahrungen und prototypischen Anwendungen auch über die Facharbeitskreise der einschlägigen Verbände weiter.

Typische Fragen:

• Wo besteht Anpassungsbedarf bei KI-Anwendungen?
• Welche Bereiche mit KI-Potenzialen können noch erschlossen werden?
• Welche Einsatzbereiche von KI sind künftig zu erwarten?
• Welche Austauschbeziehungen zu anderen Kommunen bestehen und welche prototypischen Lösungen werden weitergetragen?
• Welche Austauschbeziehungen sollten weiterentwickelt und gestaltet werden?

Auf Stufe 5 hat die Kommune die finale Entwicklung in der KI-Anwendung erreicht. In allen Verwaltungsbereichen gibt es ein ausgeprägtes Bewusstsein darüber, dass Algorithmen künftig die Regeln und Abfolgen von Verwaltungsschritten in erheblichem Mass bestimmen werden. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind bei jeder KI-Anwendung klar geregelt und die für die KI notwendige Datenbasis wird flexibel bereitgestellt.

Auch interkommunal findet ein intensiver Erfahrungsaustausch statt und ein immer grösserer Kreis von Städten und Gemeinden partizipiert an den erfolgreich umgesetzten KI-Lösungen.

In der differenzierten Betrachtung des Entwicklungsstufen-Modells wird deutlich, dass es öffentlichen Verwaltungen eine Strukturierung zur Planung und Umsetzung ihrer Digitalisierung bietet. Durch die fünf Stufen – Initial, Im Aufbau, Eingeführt, Etabliert und Optimiert – können Verwaltungen ihre aktuelle Position in der digitalen Transformation bestimmen und gezielt Massnahmen für die Weiterentwicklung ergreifen. In diesem Prozess repräsentieren die ersten beiden Stufen die Statusanalyse und Zielsetzung, die Stufen 3 und 4 die Entwicklung und Implementierung und die fünfte Stufe dient einer Evaluation und darauf aufbauend einer Innovation. Das Entwicklungsstufen-Modell bietet dabei eine iterative und flexible Vorgehensweise, die es ermöglicht, sowohl kurzfristige Projekte als auch langfristige strategische Ziele zu berücksichtigen. Dies führt zu einer systematischen und nachhaltigen Digitalisierung der Verwaltung. Ein Beispiel ist der «Sandbox»-Ansatz, den Kanton und Stadt Zürich verfolgen, um für Projekte technologisch und rechtlich gesicherte Rahmenbedingungen zu schaffen, die ein Upscaling erlauben und die Übergänge in eine höhere Entwicklungsstufe unterstützen (SECO 2022).

Genereller Rahmen für den gestuften Einsatz von KI

Auch wenn das Entwicklungsstufen-Modell der KI-Nutzung mit den fünf Stufen und den vier Dimensionen sowie ihren jeweiligen räumlichen Wirkungen eine differenzierte Matrix für die Einführung von KI in öffentlichen Verwaltungen der Raumplanung darstellt, so reicht es nicht aus, um generelle Fragen zur Einführung von KI zu beantworten. Diese generellen Fragen, wie die Nachhaltigkeit des Einsatzes von KI, die gesellschaftliche Akzeptanz von KI sowie notwendige Governance-Mechanismen bilden den Rahmen für die Anwendung des vorgeschlagenen Stufenmodells.

Nachhaltigkeit

Der Zusammenhang zwischen der nachhaltigen Entwicklung von Städten und Regionen und dem Einsatz von Technologien ist vielfach beschrieben worden (Koch 2024; Schachtner, Baldauf 2024). Im Kontext von Digitalisierung und KI wird dieser Diskurs um das Konzept der «Smart City» (Libbe 2018) geführt. Er wird im Wesentlichen als Oberbegriff für eine technisch orientierte Stadtentwicklung verwendet, umfasst aber ein viel breiteres Verständnis davon, wie die Stadtgesellschaft und das Leben in den Kommunen gestaltet werden. Libbe (2014) definiert eine Smart City als eine Stadt, in der der Einsatz innovativer Technologien (vor allem IKT-Anwendungen) intelligente Lösungen für ganz unterschiedliche Bereiche der Stadtentwicklung (Infrastruktur, Gebäude, Mobilität, Dienstleistungen oder Sicherheit) bietet (Libbe 2014). Für eine nachhaltige Transformation müssen Städte, Regionen, Bezirke und Gemeinden offen für neue Technologien sein und einen starken Fokus auf Werte und Ziele legen, um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern. Im November 2020 verabschiedeten die für die Stadtentwicklung in Europa zuständigen Minister die neue Leipzig-Charta zur transformativen Kraft der Städte für das Gemeinwohl (BBSR 2020). Mit Blick auf die Digitalisierung wird betont, dass diese letztlich alle Bereiche der nachhaltigen Stadtentwicklung betrifft. Dies bedeutet, dass auch der Einsatz von KI am jeweiligen Beitrag zur nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung gemessen werden muss. Daran anknüpfend und an die New Urban Agenda der Vereinten Nationen (die als Ergebnis der Konferenz «Habitat III» zu Wohnen und nachhaltiger Stadtentwicklung in Quito im Oktober 2016 globale Standards für die Stadtentwicklung der nächsten zwanzig Jahre setzt (United Nations 2016), beschreibt die deutsche Smart City Charta (BBSR, BMI 2021) ein normatives Bild einer intelligenten, zukunftsfähigen Stadt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Dialogplattform Smart Cities des damaligen deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (rund 70 Vertreterinnen und Vertreter von Bund, Ländern, kommunalen Spitzenverbänden, Städten, Kreisen und Gemeinden, verschiedenen Wissenschaftsorganisationen, Wirtschafts-, Berufs- und Sozialverbänden sowie der Zivilgesellschaft) haben gemeinsam Grundsätze, Leitlinien und Empfehlungen für die Stadtentwicklung im digitalen Zeitalter entwickelt und als Ergebnis des knapp einjährigen Dialogprozesses die Smart City Charta vorgelegt. Sie soll dazu beitragen, die Diskussion über die Zukunft der Städte im digitalen Zeitalter zu führen und zu verbreiten.

Der Einsatz von Technologie kann bzgl. zahlreicher Aspekte nachhaltige Entwicklungen unterstützen, er kann aber auch zu gegenteiligen Entwicklungen führen. Eine intelligente und nachhaltige Stadt kann nur dann verwirklicht werden, wenn die verantwortlichen Akteure entsprechende «intelligente Ziele» haben. KI selbst hat keine Ziele – Menschen haben Ziele.

Unabhängig von den mit der Anwendung von KI-Verfahren verfolgten Zielen ist in Bezug auf die Frage der Nachhaltigkeit stets zu beachten, dass die KI-Anwendung an sich oft grössere Mengen Ressourcen verbrauchen kann: Dies betrifft Energieverbrauch, benötigte Rohstoffe für die verwendete technische Infrastruktur als auch Flächenverbrauch durch ggf. benötigte Rechenzentren.

Akzeptanz

Der Einsatz von KI ist mit einer Reihe von Risiken verbunden. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Qualität jener Daten, mit der die KI trainiert wird. Ist die Qualität der Daten nicht ausreichend gegeben, so werden auch die von der KI bereitgestellten Ergebnisse und Informationen mit Mängeln behaftet sein. Ein weiteres zentrales Risiko besteht in der u.U. unzureichenden Transparenz in Hinblick auf KI-generierte Inhalte, d.h. wenn nicht offengelegt wird, dass eine KI im Einsatz ist, oder nicht dargelegt wird, worauf die KI basiert. Diese

und andere Risiken können die Akzeptanz der Technologie bei den Nutzerinnen und Nutzern erheblich gefährden und damit auch die Servicequalität der Kommune insgesamt infrage stellen. Zusätzlich zu den genannten Risiken ist es entscheidend, die Auswirkungen von KI auf die Machtverteilung innerhalb der Verwaltung sowie zwischen Verwaltung, Politik und Bürgerschaft explizit zu thematisieren. Insbesondere könnte die Einführung KI-basierter Systeme bestehende Machtasymmetrien verstärken, etwa wenn der Zugang zu KI-generierten Informationen ungleich verteilt ist oder wenn Entscheidungsprozesse durch Algorithmen beeinflusst werden.

Akzeptanz ist ein entscheidender Aspekt für das Erreichen einer möglichst hohen Entwicklungsstufe. Soll KI zur Anwendung kommen, so bedarf es der Akzeptanz in Politik, Verwaltung, Wirtschaft und vor allem aufseiten der Bürger:innen. Es ist zielführend, wenn sich die Kommune eigene Regeln im Umgang mit KI-basierten Systemen gibt, um den Risiken proaktiv zu begegnen. Eine Orientierungshilfe bieten die Ethikleitlinien für vertrauenswürdige KI der Europäischen Kommission (2019) mit ihren sieben Kernforderungen, die KI-Systeme erfüllen sollten. Dort genannt werden u. a. «Privatsphäre und Datenqualitätsmanagement», «Transparenz» sowie «Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness». Ein weiteres Referenzdokument ist die Hambacher Erklärung zur Künstlichen Intelligenz (DSK 2019), die sieben datenschutzrechtliche Anforderungen formuliert wie Menschenzentriertheit von KI-Systemen, Verfassungsrechtlichkeit, Transparenz und Erklärbarkeit, Diskriminierungsfreiheit, Datensparsamkeit sowie klare Verantwortlichkeit und organisatorische Standards (ebenda). Darüber hinaus betont der AI Act der EU explizit, dass Transparenz, Überprüfbarkeit sowie Nichtdiskriminierung von KI-Systemen essenziell für deren Akzeptanz in der Gesellschaft sind. Dies spiegelt sich in der Forderung wider, KI-Anwendungen je nach Risikokategorie spezifischen Transparenz- und Dokumentationspflichten zu unterziehen (Europäische Union 2024)

Solche Regeln sind eine akzeptanzfördernde Massnahme, da sie Verbindlichkeit für alle KI-Nutzer:innen schaffen, indem sie einen ethisch verantwortungsvollen und datenschutzkonformen Einsatz von KI-Systemen fördern. Sie sollten daher frühzeitig und spätestens im Verlauf der Stufe 2 als Grundlage für das Erreichen aller weiteren Entwicklungsstufen festgelegt werden. Unabhängig von der Stufe der jeweiligen Entwicklung sollten für jede KI-Anwendung im Ergebnis dieser Regeln folgende Prüffragen gestellt werden:

- Ist die jeweilige KI mit Blick auf ihre Fähigkeiten und Grenzen transparent und nachvollziehbar?
- Ist die Überprüfung von KI-basierten Entscheidungen sichergestellt?
- Werden bei der Erfassung und Verarbeitung von Daten die Datenschutzrichtlinien streng eingehalten?
- Ist sichergestellt, dass die KI keine diskriminierenden und unfairen Entscheidungen trifft?
- Sind Sicherheitsstandards implementiert, die die Verlässlichkeit der KI-Systeme gewährleisten?
- Sind technische wie organisatorische Vorkehrungen zur Überwachung und Evaluierung von KI-Systemen getroffen?

Für den Gebrauch generativer KI kann es hilfreich sein, sich einen eigenen Orientierungsrahmen zu geben. Da hier die Entwicklung aktuell sehr dynamisch ist, sollte dieser zunächst wenige grundlegende Prinzipien enthalten. Exemplarisch genannt sei der KI-Kompass für die Bediensteten der Stadt Wien (Stadt Wien 2024), der den Umgang mit KI in schlanker Form regelt.

Entscheidend ist, dass der Mensch und damit auch die jeweiligen Bediensteten, aber auch die Kommune institutionell die Verantwortung für die Verwendung von KI-generierten Inhalten trägt. Zudem darf die Gemeinwohlorientierung des Verwaltungshandelns insgesamt sowie der Raumplanung im Besonderen (vgl. Gailing, Moss 2018) nicht aus dem Blick geraten. KI wird die fachliche bzw. planerische Abwägung unterschiedlicher Belange nicht ersetzen können.

Governance

Auf die notwendige Governance bei Einführung von und Umsetzung von KI wurde bereits verwiesen. Die Einführung von KI und die Übergänge zwischen den Entwicklungsstufen erfolgen nicht im regelfreien Raum, wie die Ausführungen zu Nachhaltigkeit und Akzeptanz zeigen. Ebenso wichtig sind daher auch jene Steuerungs- und Regelungsmechanismen, die sich nicht zuletzt die Kommunen in den vergangenen Jahren im Prozess der Digitalisierung gegeben haben. Diese finden sich in Digital- und Smart-City-Strategien ebenso wie in kommunalen Datenstrategien. Es geht jeweils um klar definierte Verantwort-

lichkeiten, Aufgaben und Prozessschritte, damit Strategien und Massnahmen auf den Weg gebracht und notwendige Standards beachtet werden können. Vor allem aber geht es auch um das Zusammenwirken der Verwaltung mit unterschiedlichen Akteuren auf der Ebene der Stadtgesellschaft ebenso wie das Zusammenspiel von Politik, Verwaltung und kommunalen Beteiligungen.

Digital- und Smart City-Strategien bilden solche Governance-Modelle ab und formulieren im besten Fall auch Prinzipien, nach denen Massnahmen geplant, erprobt und realisiert werden, einschliesslich des notwendigen Monitorings und der Evaluation. Unterlegt wird dies mit entsprechenden Ablaufdiagrammen, so exemplarisch im Abschnitt zur Governance der Smart-City-Strategie des Landes Berlin (Smart City Berlin Berlin 2022: 53ff.). Je nach Kommune ergeben sich daraus unterschiedliche Organisationsstrukturen und Aufgabenzuschnitte in der Verwaltung (BBSR 2024b).

Für die zur Nutzung von KI zentrale Frage des Umgangs mit Daten sind neben den einschlägigen Gesetzestexten die kommunalen Datenstrategien bedeutsam. Diese bilden im Idealfall sowohl Ziele als auch alle notwendigen Regelungsaspekte für einen planvollen und systematischen Umgang mit Daten ab. Die zentralen Themenfelder kommunaler Datenstrategien sind Datensouveränität, Datenkompetenz, Datenzuständigkeiten sowie Datenkooperationen (BBSR 2023b). Daten-Governance i.S. von Standards bzw. Richtlinien für die Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Vernichtung von Daten ist mit den kommunalen Datenstrategien unmittelbar verbunden.

Im Kontext der kommunalen Datenstrategien und der zugehörigen Daten-Governance ist insbesondere der AI-Act der Europäischen Union zu berücksichtigen (Europäische Union 2024). Der AI-Act schreibt Standards hinsichtlich Datenqualität und Datenmanagement vor, um Risiken wie Diskriminierung oder Fehlentscheidungen zu minimieren. Kommunale Datenstrategien und Governance-Strukturen haben sicherzustellen, dass diese Vorgaben systematisch berücksichtigt und dokumentiert werden, um eine rechtskonforme und ethisch verantwortbare KI-Nutzung zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang sind auch juristische Aspekte beim Einsatz von KI zu berücksichtigen. Entscheidungen, die Rechtsfolgen nach sich ziehen, dürfen nicht vollständig automatisiert und ohne menschliche Kontrolle durchgeführt werden. Dies ist auch eine zentrale Anforderung des EU AI-Acts, der explizit vorsieht, dass bei KI-Anwendungen in sensiblen Bereichen, wie etwa der Stadt- und Raumplanung, stets eine ausreichende menschliche Aufsicht und Letztverantwortung gewährleistet sein muss (Europäische Union 2024).

Strategische Überlegungen bei der Einführung und Umsetzung von KI können auf den bestehenden Governance-Prinzipien aufsetzen. Auch hier lassen sich Prüffragen formulieren:

- Welche leitenden Regelungsaspekte sind für die Einführung und Umsetzung von KI zentral? Welche davon sind in bereits vorhandenen Dokumenten zu Strategien, Massnahmen und digitalen Tools ausgearbeitet?
- Werden die Governance-Regelungen gelebt und kann im Rahmen dieser Festlegungen auch die KI-Einführung erfolgen?
- Ist mit den vorhandenen Regelungen ausreichend sichergestellt, dass KI-Systeme und Tools sicher und ethisch vertretbar angewendet werden können?
- An welchen Stellen der vorhandenen Dokumente besteht in Bezug auf KI ein Ergänzungsbedarf? Bedarf es ergänzender KI-bezogener Mechanismen?
- Kann im Rahmen vorhandener Organisationseinheiten und Austauschformaten zu Digitalisierung und Smart City auch die Einführung von KI erfolgen oder braucht es ergänzende Strukturen?
- Wie sollen Prozesse der Einführung und der Anwendung von KI beobachtet und ausgewertet werden, um Regelungen zu Arbeitsschritten, Prozessen, Zuständigkeiten und Evaluierungen weiterentwickeln zu können? Wie soll dieser kontinuierliche Prozess nachvollziehbar dokumentiert werden?

Fazit

Die Einführung von KI in der Raumplanung stellt eine transformative Entwicklung dar, die mit einer differenzierten und schrittweisen Strategie angegangen werden sollte. Die Nutzung von Entwicklungsstufen, wie in diesem Konzept vorgeschlagen, bietet eine taugliche Methode, um den Umgang mit KI zu strukturieren und zu differenzieren. Dabei ist zu betonen, dass diese Stufen nicht statisch sind; die Übergänge zwischen ihnen sind fliessend. Eine pragmatisch-praxisorientierte Herangehensweise kann zu Beginn hilfreicher sein als eine abstrakt-systematische Methode. Sobald

erste Erfahrungen vorliegen, sollten sukzessive alle Fachbereiche einbezogen werden, um einen ganzheitlichen Ansatz von Raumplanung zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu traditionellen Reifegradmodellen, bei denen Monitoring und das Messen des Erfüllungsgrads im Vordergrund stehen, liegt der Fokus bei diesem Konzept auf der Unterstützung und Förderung des Übergangs zur jeweils nächsten geeigneten Entwicklungsstufe. Dies ermöglicht – durch eine entsprechende Governance – eine flexible Anpassung und Weiterentwicklung der KI-Nutzung in der Raumplanung.

In den unteren Entwicklungsstufen stehen Experimentierräume oder «Sandboxes» im Vordergrund. Diese bieten die Möglichkeit, neue Technologien und Methoden technisch, organisatorisch, prozessual und rechtlich zu testen und erste Erfahrungen zu sammeln. Ab den mittleren Entwicklungsstufen wird jedoch ein politisches Commitment mit entsprechenden Ressourcen und einer geeigneten Governance-Struktur notwendig. Die Dimension der Daten spielt hierbei eine zentrale Rolle. Es ist wichtig, neben den technischen Aspekten auch die Datenschutz-Thematik offensiv anzugehen. Grundsätzliche Aspekte wie IT-Sicherheit oder Datenschutz sollten übergreifend geklärt und den Fachbereichen bereitgestellt werden.

Der Einsatz von KI ist nicht nur eine technologische Herausforderung, sondern auch ein personeller, prozessualer und organisationaler Entwicklungsprozess. Dieser sollte entsprechend frühzeitig beginnen. Auch pilothafte Anwendungen sollten Mitarbeitenden frühzeitig präsentiert und erläutert werden, um Hemmschwellen abzubauen. Im gesamtgesellschaftlichen Kontext geht es nicht nur darum, einen erwünschten bzw. definierten zukünftigen Zustand zu erreichen, sondern auch darum, die Menschen mitzunehmen. KI kann zukünftig helfen, fehlende Fachkräfte zu ersetzen. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sowie Bürgerinnen und Bürger diese Entwicklung mitmachen können. Dies setzt Informationen und entsprechende Qualifikationen voraus.

Die räumlichen Auswirkungen des Einsatzes von KI manifestieren sich direkt über die physische Infrastruktur, wie etwa Rechenzentren, und indirekt über Gegenstand und Methoden der Steuerung der Raumnutzung (siehe Editorial in diesem Themenheft). Es ist notwendig, diesen Aspekt aktiver zu gestalten, da hier weiterer Forschungsbedarf besteht. Der Erfahrungsaustausch sollte intensiviert werden, um von dem vielfach experimentellen Vorgehen zu profitieren. Verbände sowie kommunale Weiterbildungseinrichtungen und Hochschulen sollten hier Angebote bereitstellen.

Die hoheitlichen Planungsprozesse mit Arbeitsschritten, Schrittfolgen wie auch Rückkopplungen sind auf der Grundlage der Erfahrungen weiterzuentwickeln und ggf. anzupassen. Sie sind hinsichtlich Partizipation, Zuständigkeiten, aber auch Kontrollen und Evaluationen mit den beteiligten Akteuren abzustimmen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einführung von KI in der Raumplanung eine umfassende und schrittweise Strategie erfordert. Die Nutzung von Entwicklungsstufen ermöglicht eine flexible und differenzierte Herangehensweise. Experimentierräume und politisches Commitment sind ebenso wichtig wie personelle und organisationale Entwicklungsprozesse. Die räumlichen Auswirkungen müssen aktiv gestaltet und der Austausch intensiviert werden. Nur durch eine integrative und adaptive Vorgehensweise kann die Nutzung von KI in der Raumplanung erfolgreich gestaltet werden.

Literatur

Abel, J.; Gillessen, S.; Gross, M.; Janssen, F.; Krellmann, A.; Meister, J.; Möwes, S.; Scheffler, S.; Schreiber, A. (2021): *KI in Politik und Verwaltung*. Berlin: Co:Lab; online: https://colab-digital.de/initiativen/koki/verwaltung/.

Alsheiabni, S.; Cheung, Y.; Messom, C. (2019): Towards An Artificial Intelligence Maturity Model: From Science Fiction To Business Facts. *PACIS 2019 Proceedings;* https://aisel.aisnet.org/pacis2019/46.

Andrews, L. (2019): Public administration, public leadership and the construction of public value in the age of the algorithm and 'big data.' *Public Administration,* 97(2), S. 296–310; https://doi.org/10.1111/padm.12534.

Bauriedl, S.; Wiechers, H. (2021): Konturen eines Plattform-Urbanismus: Soziale und räumliche Ausprägungen eines digital divide am Beispiel Smart Mobility. *Sub|urban Zeitschrift für kritische Stadtforschung,* 9(1/2), S. 93–114; DOI: 10.36900/suburban.v9i1/2.606.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2020): *Neue Leipzig-Charta – Die Transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl.* Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; BMI – Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.) (2021): *Smart City Charta – Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten.*

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2023a): *Datenkompetenz in kommunalen Verwaltungen.* Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2023b): *Datenstrategien in kommunalen Kommunen. Handlungsstrategien zur praktischen Umsetzung.* Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2024a): *Räumliche Wirkungen von Smart-City-Maßnahmen Ansätze und Methoden zu deren Messung.* Bonn.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2024b): *Organisation und Management in smarten Städten und Regionen. Kommunale Arbeitshilfe zu verwaltungsbezogenen Modellen für das Management von Smart-City-Vorhaben.* Bonn.

Burmeister, K.; Fink, A.; Mayer, C.; Schiel, A.; Schulz-Montag, B. (2023): *Szenario-Report: KI-basierte Arbeitswelten 2030, Band 1.* Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation iao.

Catakli, D.; Puntschuh, M. (2023): *Orientierung im Kompetenzdschungel. Was die Verwaltung wirklich für den Umgang mit KI brauchtOrientierung im Kompetenzdschungel. Was die Verwaltung wirklich für den Umgang mit KI braucht.* Bertelsmann Stiftung.

Christmann, G.; Schinagl, M. (2023): Digitalisation in everyday urban planning activities: Consequences for embodied practices, spatial knowledge, planning processes, and workplaces. *Journal of Urban Management,* 12 (2), S. 141–150.

Co:Lab (Hrsg.) (2021): *Künstliche Intelligenz in Kommunen.*

DStGB – Deutscher Städte- und Gemeindebund; ITT – Institut für Innovation und Technik (Hrsg.) (2024): *Zukunftsradar Digitale Kommune. Ergebnisbericht zur Umfrage 2024.*

DSK – Datenschutzkonferenz (Hrsg.) (2019): *Hambacher Erklärung zur Künstlichen Intelligenz. Entschließung der 97. Konferenz der unabhängigen Datenschutzaufsichtsbehörden des Bundes und der Länder. Hambacher Schloss 3. April 2019.*

Engelke, D.; Rapberger, S. (2020): Vom Konzept zur Tat – die Weiterentwicklung des Smart-City-Wheels zur Smart-City-Onion. SHAPING URBAN CHANGE – Livable City Regions for the 21st Century. *Proceedings of REAL CORP 2020, 25th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society,* S. 999–1007; https://repository.corp.at/638/.

Etscheid, J.; von Lucke, J.; Stroh, F. (2020): *Künstliche Intelligenz in der Verwaltung. Anwendungsfelder und Szenarien.* Stuttgart: Fraunhofer IAO.

Europäische Union (2024): Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz – Verordnung 2024/1689; http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj.

Europäische Kommission, Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien (Hrsg.) (2019): *Ethikleitlinien für eine vertrauenswürdige KI.* Publications Office; https://data.europa.eu/doi/10.2759/22710.

Gailing, L.; Moss T. (2018): Gemeinwohl. In ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung.* Hannover: ARL; https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/HWB%202018/Gemeinwohl.pdf.

Güleş, O.; Schweitzer, E. (2021): *Künstliche Intelligenz und Stadtentwicklung* (Informationen zur Raumentwicklung, 3/2021). Bonn: BBSR.

Hintemann, R.; Hinterholzer, S.; Grass, M.; Grothey, T. (2022). *Bitkom-Studie: Rechenzentren in Deutschland 2021 – Aktuelle Marktentwicklungen;* https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-02/10.02.22-studie-rechenzentren.pdf.

Hölzle, H.; Riedel, O.; Bauer, W.; Renne, T. (Hrsg.) (2024): *Potenziale Generativer KI für den Mittelstand. Wie große KI-Modelle die Arbeitswelt verändern.* Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation iao; https://doi.org/10.24406/publica-2246.

Humphrey, W. S. (1989): *Managing the Software Process.* Addison-Wesley.

Kandt, J.; Batty, M. (2021): Smart cities, big data and urban policy: Towards urban analytics for the long run. *Cities,* 109, 102992; https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102992.

Kavitkar, A.; Heim, D.; Balada, C.; Folz, J.; Ruf, J. (2023): Serving LLMs on-premise at DFKI. Technical Report, DFKI GmbH.

KGST (Hrsg.) (2023): *KGSt-Denkanstoß: Künstliche Intelligenz in der Kommunalverwaltung. Definition, Rahmenbedingungen und prozessorientierte Einsatzfelder.* Köln; https://kgst.de/dokumentdetails?path=/documents/20181/8105509/B-09-2023_KI-in-der-Kommunalverwaltung.pdf/8e4bcc23-249e-7c07-069c-495849e6e0f9?t=1710752175303.

Koch, F. (2024): Smarte und nachhaltige Städte: Drei Hypothesen. In Butzer-Strothmann, K.; Ahlers, F. (Hrsg.), *Kommunales Nachhaltigkeitsmanagement: Ein integrativer Ansatz mit Fokus Wirtschaft am Beispiel der Stadt Hannover.* Springer, S. 103–114; https://doi.org/10.1007/978-3-662-67916-6_7.

Kropp, C. (2021): Künstliche Intelligenz – Universaler Alleskönner oder digitales «Weiter so»? *Informationen zur Raumentwicklung,* 3/2021 *(Künstliche Intelligenz. Zwischen Erwartungen und Unbehagen),* S. 72–79.

Kruhse-Lehtonen, U.; Hofmann, D. (2020): How to Define and Execute Your Data and AI Strategy. *Harvard Data Science Review,* 2 (3); https://doi.org/10.1162/99608f92.a010feeb.

Libbe, J. (2014): Smart City: Leitbild integrierter Stadt- und Regionalentwicklung? *disP – The Planning Review,* 50 (2), S. 76–78; https://doi.org/10.1080/02513625.2014.945305.

Libbe, J. (2018): Smart City. In Rink, D.; Haase, A. (Hrsg.), *Handbuch Stadtkonzepte. Analysen, Diagnosen, Kritiken und Visionen.* Stuttgart, S. 429–449.

Lichtenthaler, U. (2020): Five Maturity Levels of Managing AI: From Isolated Ignorance to Integrated Intelligence. *Journal of Innovation Management,* 8 (1); https://doi.org/10.24840/2183-0606_008.001_0005.

Lichtenthaler, U. (2021): Integrierte Intelligenz: Neue Möglichkeiten im Marketing an der Schnittstelle menschlicher und künstlicher Intelligenz. In Terstiege, M. (Hrsg.), *KI in Marketing & Sales – Erfolgsmodelle aus Forschung und Praxis: Konzepte und Instrumente zum erfolgreichen Einsatz künstlicher Intelligenz.* Springer Fachmedien, S. 97–109; https://doi.org/10.1007/978-3-658-31519-1_6.

List, J. (2022): Den Wert Ihrer Daten erfolgreich erkennen und nutzen. *Handelsblatt;* online: https://live.handelsblatt.com/den-wert-ihrer-daten-erfolgreich-erkennen-und-nutzen/.

MITRE (Hrsg.) (2023): *The MITRE AI Maturity Model and Organizational Assessment Tool Guide: A Path to Successful AI Adoption.* MITRE.

Mylrea, M.; Robinson, N. (2023): Artificial Intelligence (AI) Trust Framework and Maturity Model: Applying an Entropy Lens to Improve Security, Privacy, and Ethical AI. *Entropy,* 25 (10), 1429; https://doi.org/10.3390/e25101429.

Parycek, P.; Siegel, T. (2024): *Von der Digitalisierung zur Automatisierung des Verwaltungsverfahrens.* Berlin: Kompetenzzentrum Öffentliche IT, Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS).

Roth, A.; Zimmermann, R.; Bahlinger, T. (2023): *KI-Potenzial Scanning für die Stadt Nürnberg;* https://opus4.kobv.de/opus4-ohm/frontdoor/index/index/docId/1197.

Sadiq, R. B.; Safie, N.; Abd Rahman, A. H.; Goudarzi, S. (2021): Artificial intelligence maturity model: a systematic literature review. *PeerJ Computer Science,* 7, e661; https://doi.org/10.7717/peerj-cs.661.

Sanchez, T. W.; Shumway, H.; Gordner, T.; Lim, T. (2023): The prospects of artificial intelligence in urban planning. *International Journal of Urban Sciences,* 27 (2), S. 179–194; https://doi.org/10.1080/12265934.2022.2102538.

Schachtner, C.; Baldauf, M. (2024): Die Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit: Wie gestalten wir intelligente Städte und Regionen der Zukunft kompetenzorientiert durch vernetztes Arbeiten? *Proceedings of REAL CORP 2024, 29th International Conference on Urban Development and Regional Planning in the Information Society;* https://doi.org/10.48494/REALCORP2024.2099.

Schüller, K.; Busch, P.; Hindinger, C. (2019): *Future Skills: Ein Framework für Data Literacy;* https://zenodo.org/record/3349865.

Schweitzer, E. (2017): *Auf dem Weg zum Smart Citizen: Digitale Kompetenzen definieren, verorten und fördern.* BBSR-Analysen Kompakt.

Schweitzer, E.; Güles, O.; Schüle, R. (2021): Digitale Kompetenzen für und in der Stadtentwicklung. In BBSR; BBR (Hrsg.), *Datenstrategien für die gemeinwohlorientierte Stadtentwicklung. Nationale Dialogplattform Smart Cities.* Bonn: BBSR/BMI, S. 34–37.

Semsarpour, M. (2023): Gartner AI Maturity Model. *Medium.*

Smart City Berlin (2022): *Gemeinsam Digital: Berlin. Die Smart City-Strategie für die Hauptstadt, Berlin;* https://gemeinsamdigital.berlin.de/documents/100/Strategie_Gemeinsam_Digital_Berlin_rSJLr6b.pdf.

Spellerberg, A.; Walter, R.; Berg, M.; Memmel, M.; Bleisinger, O.; Ehbrecht, M.; Malek, C. (2021). *Künstliche Intelligenz in Mittelstädten – Mittendrin oder außen vor?* Kaiserslautern; https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:386-kluedo-63938.

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO (2022): Prüfauftrag zu Regulatory Sandboxes.

Stadt Wien (Hrsg.) (2024): *Kompass für den dienstlichen Umgang mit generativer Künstlicher Intelligenz (KI) Version 2.0.* Wien.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2021): *Der Beitrag von Big Data, KI und digitalen Plattformen auf dem Weg zu einer Green Economy – Einsatzbereiche und Transformationspotenziale* (Texte 85/2022). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

United Nations (Hrsg.) (2016): The New Urban Agenda. In *Proceedings of the The United Nations conference on housing and sustainable urban development* (Habitat III).

UVEK, EDA (Hrsg.) (2022): *Schaffung von vertrauenswürdigen Datenräumen basierend auf der digitalen Selbstbestimmung.* Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA).

Vorvoreanu, M.; Heger, A.; Passi, S.; Dhanorkar, S.; Kahn, Z.; Wang, R. (2023): *Responsible AI Maturity Model – Mapping Your Organization's Goals on the Path to Responsible AI.* Microsoft Aether Central UX Research & Education.

Experteninterviews

Bahlinger, Thomas (TH Nürnberg), Interview am 01.07.2024

Harenberg, Kaj (Stadt Nürnberg, Amt für Digitalisierung), Interview am 01.07.2024

Meyrat, Paul (Stadt Zürich, Senior Digital Transformation Consultant), Interview am 22.05.2024

Szemkus, Benjamin (Smart City Schweiz, Smart City Hub), Interview am 22.05.2024

Zimmermann, Roland (TH Nürnberg), Interview am 01.07.2024

Prof. Dr. Dirk Engelke
Ostschweizer Fachhochschule OST
Institut für Raumentwicklung IRAP
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil, Schweiz
dirk.engelke@ost.ch

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus J. Beckmann
KJB.Kom Prof. Dr.-Ing. Klaus J. Beckmann – Kommunalforschung, Beratung, Moderation und Kommunikation
Motzstr. 89
10779 Berlin, Deutschland
kjbeckmann.kjb@gmail.com

Dr. Jens Libbe
Deutsches Institut für Urbanistik (Difu)
Zimmerstrasse 13–15
10969 Berlin, Deutschland
libbe@difu.de

Dr. Martin Memmel
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)
Trippstadter Str. 122
67663 Kaiserslautern
Deutschland
martin.memmel@dfki.de

Eva Schweitzer
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn, Deutschland
eva.schweitzer@bbr.bund.de