



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Zwischen Ängsten und Erwartungen,
Hype und Realität

Künstliche Intelligenz ist in aller Munde und scheint unaufhaltsam in immer mehr Lebensbereiche vorzudringen. Verschiedene Akteure diskutieren Potenziale und Herausforderungen, die sich in einem Spannungsfeld zwischen Erwartungen und Ängsten bewegen. Aber was genau ist unter Künstlicher Intelligenz eigentlich zu verstehen? Wie ist ihre aktuelle und zukünftige Rolle in der Stadt- und Raumentwicklung sowie im Bauwesen einzuschätzen? Und wie können wir eine Transformation gestalten, ohne ethische Aspekte zu ignorieren?



Quelle: iStock.com/elenabs

Dr. Martin Memmel

studierte Mathematik und Informatik an der TU Kaiserslautern und arbeitet seit 2003 als Wissenschaftler und Berater im Rahmen verschiedenster Projekte mit Partnern aus Forschung, Industrie und öffentlicher Verwaltung am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI). Er leitet das Smart City Living Lab im DFKI und ist in der Kooperation mit der Stadt Kaiserslautern mitverantwortlich für das urbane Datenmanagement. martin.memmel@dfki.de

Prof. Dr. Prof. h. c. Andreas Dengel

ist geschäftsführender Direktor des DFKI Kaiserslautern und Leiter des Forschungsbereichs „Smarte Daten und Wissensservices“. Er ist Gründer zahlreicher Start-ups und hat international wichtige Auszeichnungen für seine Forschung erhalten. Zudem ist er Inhaber des Lehrstuhls für Künstliche Intelligenz an der TU Kaiserslautern und hat eine Ehrenprofessur an der Osaka Prefecture University in Japan. andreas.dengel@dfki.de

Das Thema Künstliche Intelligenz (KI) hat zwar eine recht lange Geschichte, rückte aber gerade in den vergangenen Jahren besonders in den Fokus von Wissenschaft, Gesellschaft, Politik und nicht zuletzt Medien. Mit dem Begriff verbinden sich oft sowohl große Erwartungen als auch diffuse Ängste. Dies gilt besonders dann, wenn ein KI-Verfahren sich – zumindest potenziell – unmittelbar auf unser tägliches Leben und unser Umfeld auswirken kann. Für die Stadt- und Raumentwicklung sowie das Bauwesen als unmittelbar unser Umfeld beeinflussende Themenfelder ist dies in besonderer Weise der Fall. Ist beispielsweise eine KI-basierte Stadtpla-

nung denkbar? Sollen KI-Verfahren darüber mitentscheiden, wie ein Gebäude umgesetzt wird oder welchen Wünschen aus Politik, Gesellschaft und Wirtschaft Rechnung getragen wird? Werden wir durch Sensorik und Digitalisierung mehr und mehr überwacht? Und bestimmen vielfach intransparent arbeitende Algorithmen unser Leben in der Zukunft? Alt erscheinende Debatten etwa rund um die vielfach und zurecht kritisierte technokratische Planung müssen wir angesichts der aktuellen Entwicklungen und der potenziell sehr weitreichenden Folgen von KI-basierten Verfahren und Technologien erneut führen.

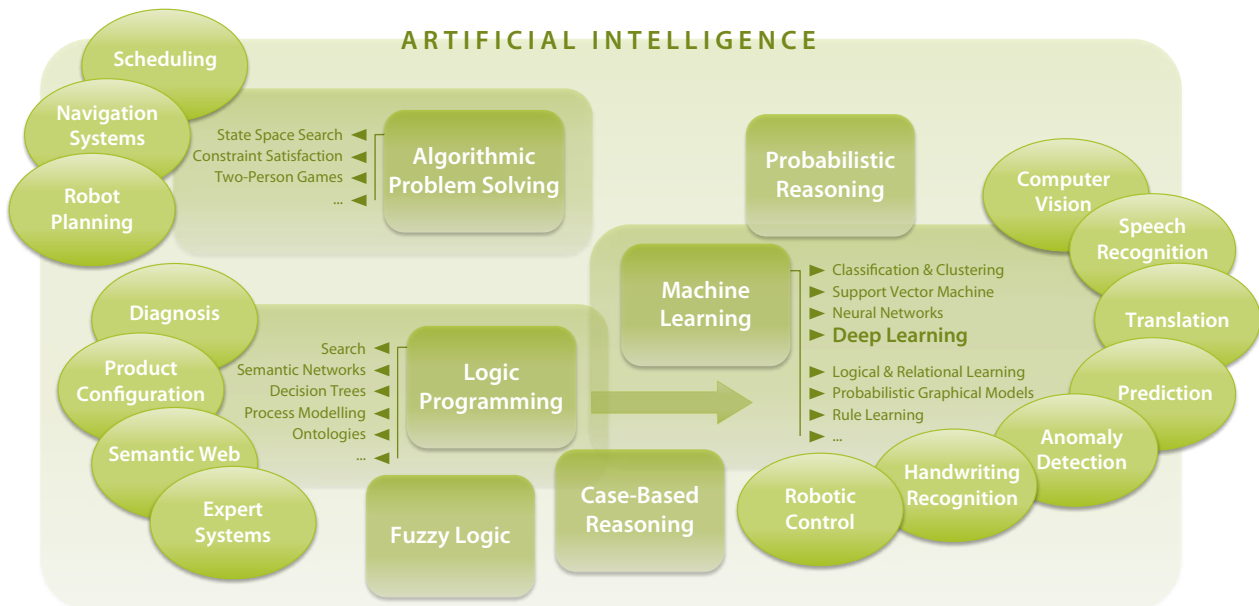
Was genau ist Künstliche Intelligenz?

Viele verwenden den Begriff Künstliche Intelligenz in falschen Zusammenhängen oder gar selbst falsch. Potenziale, Herausforderungen und aktuelle Entwicklungen lassen sich jedoch nur mit einem adäquaten Verständnis für die Begrifflichkeiten einordnen. Wir wollen daher zunächst den Begriff Künstliche Intelligenz genauer erklären und einen kurzen Überblick über seine Geschichte und einige elementare Konzepte und Technologien geben.

Künstliche Intelligenz ist zum einen eine Teildisziplin der Informatik. Zum anderen ist sie aber auch ein „Sammelbegriff für diejenigen Technologien und ihre Anwendungen, die durch digitale Methoden auf der Grundlage potenziell sehr großer und heterogener Datensätze in einem komplexen und die menschliche Intelligenz gleichsam nachahmenden maschinellen Verarbeitungsprozess ein Ergebnis ermitteln“ (Datenethikkommission 2018: 1).

1

KI ist vielfältig und bietet ein reichhaltiges Portfolio an Modellen und Verfahren



Quelle: Andreas Dengel, DFKI (eigene Darstellung)

Um entscheiden zu können, ob eine Technologie oder eine Anwendung „intelligentes Verhalten“ zeigt, braucht es also unmittelbar auch ein tieferes Verständnis: Was bedeutet Intelligenz? Intelligentes Verhalten erfordert in unterschiedlichen Anteilen bestimmte zentrale Fähigkeiten: Wahrnehmen, Verstehen, Planen, Handeln und Lernen (vgl. Burchardt 2018: 13). Entsprechend dieser Fähigkeiten lässt sich eine „schwache KI“ von einer „starken KI“ unterscheiden. Schwache KI ist ein Sammelbegriff für Technologien mit starkem Anwendungsbezug, die auf eine konkrete Lösung in einem klar definierten Problemkontext abzielen. In diese Kategorie fallen alle heutigen KI-Systeme. Die starke KI verfolgt im Gegensatz dazu ein viel weitergehendes und ambitionierteres Ziel: Sie versucht, die vollständigen intellektuellen Fertigkeiten von Menschen unabhängig von einem konkreten Problemkontext zu imitieren oder gar zu übertreffen. Auch wenn die dieser Kategorie zuzuordnenden Ängste sehr prä-

sent sind, ist weder kurz- noch mittelfristig mit der Realisierung solcher Ansätze zu rechnen.

Historisch gesehen ist die Idee intelligenter Maschinen nicht neu. Sie wurde bereits vor dem Aufkommen der Computer mit klassischen mechanischen Ansätzen umgesetzt, oft in spielerischer Art und Weise. Eine gänzlich neue Dimension erhielt das Thema jedoch mit dem Digitalrechner. Mit ihm gab es erstmals eine adäquate Technologie zur Simulation berechenbarer Aspekte der Intelligenz. Nach der als Geburtsstunde der KI geltenden, von US-amerikanischen Forschern initiierten Dartmouth-Konferenz im Jahr 1956 unterlag die Popularität des Themas Künstliche Intelligenz immer wieder größeren Schwankungen. Vor allem wegen der großen und sichtbaren Fortschritte im Bereich Deep Learning und der Durchdringung aller Lebensbereiche mit digitalen Technologien ist die KI heute jedoch mehr im Fokus als jemals zuvor.

Data Mining, Machine Learning, Deep Learning

Mit simplen manuellen Analysen lassen sich aus großen Datenmengen – Big Data – in der Regel keine Erkenntnisse über Muster und Strukturen gewinnen. Ebenso stoßen Visualisierungen wie Diagramme oder Schaubilder schnell an ihre Grenzen. Eine Analyse der Daten muss wenigstens teilweise automatisiert sein. Die Forschungs- beziehungsweise Anwendungsgebiete Knowledge Discovery in Databases sowie Data Mining beschäftigen sich methodisch damit, intelligente und rechnergestützte Verfahren für die Datenanalyse zu entwickeln. Genauer geht es beim Data Mining darum, Modelle zu bilden, die Regularitäten und Zusammenhänge in großen Datenmengen erklären.

Zu den typischen Aufgaben im Data Mining gehören die Klassifikation, die Segmentierung, das Clustering, die Vorhersage, die Trendanalyse oder die Assoziationsanalyse (das Entdecken von Abhängigkeiten zwischen einzelnen Daten). Zahlreiche Branchen setzen es schon seit vielen Jahren ein, etwa das Direktmarketing und die Finanz- und Versicherungswirtschaft.

Besonders wichtig ist, dass das Data Mining immer ein Prozess ist, in dem Mensch und Maschine interagieren und bei dem Expertenwissen über die Anwendungsdomäne und mögliche Technologien unerlässlich ist. Data-Mining-Tools unterstützen den Menschen bei der Datenanalyse, können ihn jedoch nicht ersetzen. Der Mensch wählt zunächst Daten aus, bestimmt notwendige Schritte für eine Vorverarbei-

tung dieser Daten und wählt sowie parametrisiert Methoden. Hier stehen zahlreiche Verfahren und Technologien zur Verfügung, zum Beispiel die klassische Statistik, Entscheidungsbäume, Bayes-Klassifikatoren oder künstliche neuronale Netze. Nachdem die Maschine Modelle vorgeschlagen und quantitative Bewertungen erstellt hat, analysiert der Mensch Qualität und Nützlichkeit und akzeptiert oder verwirft die Modelle. Dabei legt er verschiedene Qualitätskriterien für Wissen an: Korrektheit, Allgemeinheit, Nützlichkeit, Verständlichkeit oder Neuheit.

Das Prozesshafte, die Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie die notwendigen Aufgaben beim Selektieren und Vorverarbeiten der Daten sind bei der KI ganz allgemein zentrale Aspekte. Häufig gibt es jedoch die falsche Erwartungshaltung, dass es sich bei Verfahren der KI um monolithische Werkzeuge handelt, die sich ohne Vorarbeiten und spezielle Kenntnisse der Domäne unmittelbar anwenden lassen.

Machine Learning ist eine Schlüsseltechnologie der Künstlichen Intelligenz und ein Überbegriff für zahlreiche Verfahren. Es zielt darauf ab, selbstständig basierend auf zur Verfügung gestellten Daten Muster zu erkennen und Modelle zu lernen. Darin unterscheidet es sich von wissensbasierten Systemen, die das benötigte Wissen in einem manuellen oder nur teilautomatisierten Prozess zur Verfügung stellen.

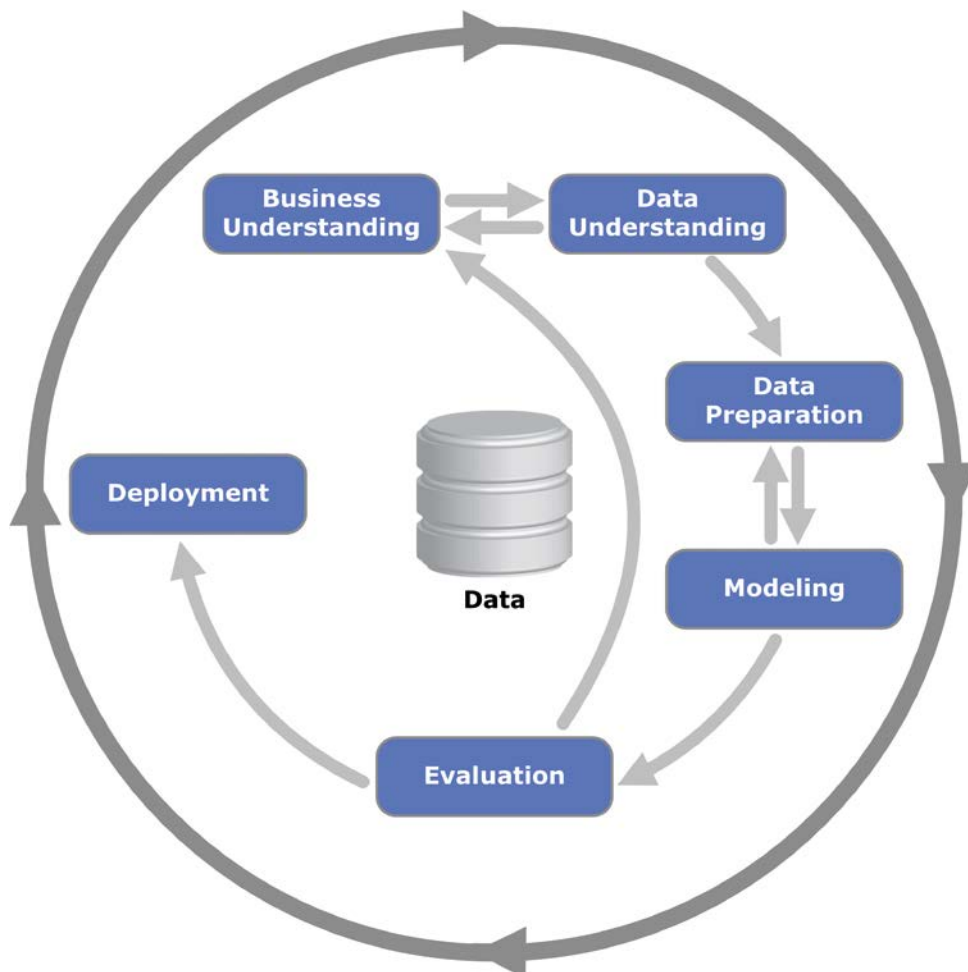
Man unterscheidet dabei grundsätzlich zwischen überwachtem und unüberwachtem Lernen. Im ersteren Fall kennt das System bereits die korrekten Antworten oder Hypothesen und versucht mit diesen Informationen ein Modell zu lernen. Beim unüberwachten Lernen ist dagegen noch nicht bekannt, was gelernt werden soll.

Eine weitere prominente Klasse an Verfahren nennt sich bestärkendes oder verstärkendes Lernen (reinforcement learning).

Hier reagiert ein System auf positive Rückmeldungen und „Belohnungen“. Eine solche Belohnung ist ein Wert, den eine Bewertungsfunktion dem Verfahren abhängig vom aktuellen Status übermittelt – ist das Ziel etwa das Lernen eines bestimmten Spiels, so lässt sich ein solcher Wert durch Bewertung einer Spielsituation generieren. Auf diese Weise erlernt das Verfahren selbstständig ein Modell, um möglichst viele Belohnungen zu erhalten.

2

Data-Mining- oder KI-Projekte sind rekursiver Natur, hier beispielhaft dargestellt anhand des etablierten „Cross Industry Standard Process for Data Mining“



Quelle: Kenneth Jensen, CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>, via Wikimedia Commons)

Eine Schlüsselrolle auf dem Gebiet der KI-Technologien spielt seit einigen Jahren das Deep Learning. Es bezeichnet eine spezielle Klasse von Optimierungsmethoden von künstlichen neuronalen Netzen, einem Teilbereich des Machine Learning. Diese Netze werden oft auch als „Deep Neural Networks“ bezeichnet und stehen seit einiger Zeit beinahe synonym für die zunehmend größere Bedeutung des Themas KI im öffentlichen Diskurs. Die beim Deep Learning verwendeten Verfahren sind nicht neu, doch der Stand der Technik hat

sich deutlich entwickelt. Das liegt vor allem an der immer größeren Menge an Daten, der Verfügbarkeit leistungsfähiger Hardwareinfrastrukturen sowie der enorm verbesserten Verarbeitung dieser Daten in zahlreichen Anwendungsbereichen – wie etwa in der Bild- und Spracherkennung (LeCun et al. 2015). Die aktuellen Herausforderungen der sich dynamisch entwickelnden KI-Forschung fassen auch Dengel et al. (2021) zusammen.

Künstliche Intelligenz und Stadtentwicklung

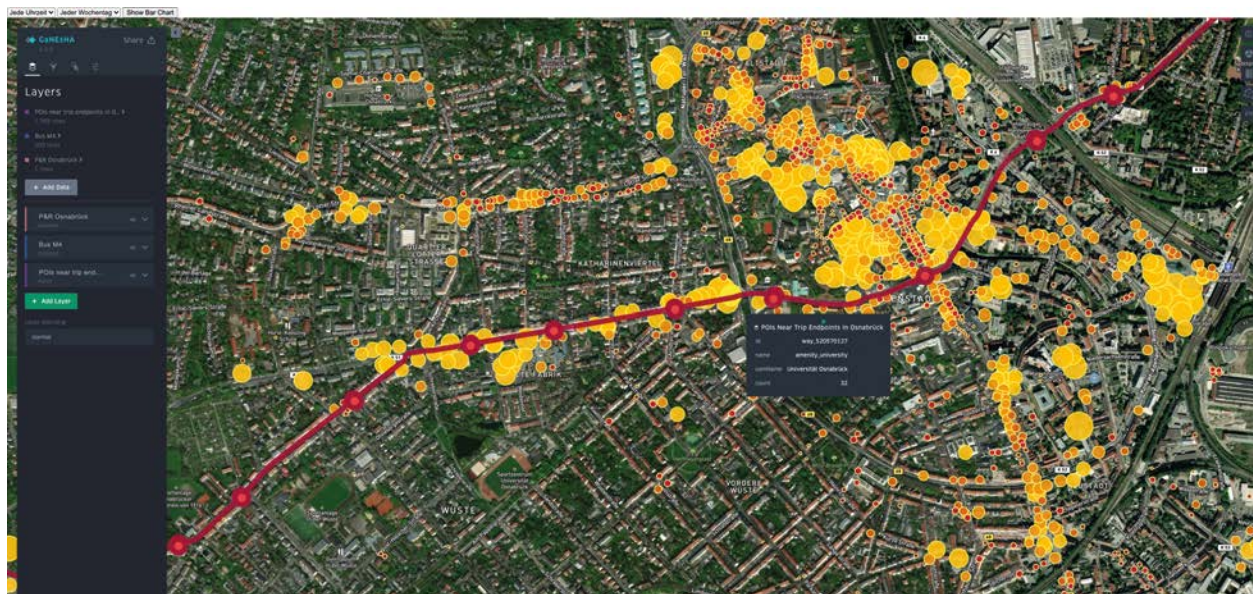
Nach Schätzungen der Vereinten Nationen lebte im Jahr 2018 mehr als die Hälfte der Menschheit in Städten; für das Jahr 2030 prognostiziert die UN sogar mehr als 60 Prozent (UN 2019). Schon deshalb sind Städte als Einsatzfelder für (neue) Technologien besonders relevant. Der datengesteuerte Wandel und die damit einhergehende Transformation durchdringt sie in besonderer Art und Weise und betrifft nahezu alle Lebensbereiche. Der Wandel ergibt sich primär aus der immer größer werdenden Menge an verfügbaren

Daten und der zunehmenden Rechnerkapazität. Das betrifft fast alle denkbaren Anwendungsfelder im urbanen Umfeld. Exemplarisch seien hier drei Felder genannt:

- **Kommunikation:** zum Beispiel durch autonom agierende Chatbots, mit denen Bürgerinnen und Bürger zu ausgewählten Themen interagieren können
- **Mobilität:** zum Beispiel durch intelligente Verkehrsleitsysteme, die automatisch auf die aktuelle Verkehrssituation eingehen

3

BMVI-Projekt GaNESHA (Ganzheitlicher Netzwerkansatz zur Erkennung systemimmanenter Hindernisse und Abstimmungspotenziale): Die mit KI durchgeführte Analyse von ortsbasierten Kfz-Daten half dabei, die Verkehrssituation in Osnabrück zu verbessern



Quelle: DFKI, eigene Darstellung

- **Energieversorgung:** zum Beispiel intelligente Stromnetze zur optimierten Abstimmung von Stromerzeugung und Stromverbrauch

Die Anwendungen laufen vielfach unter dem Begriff Smart City, wobei insbesondere im Bereich kommerzieller Produkte häufig ein zu enges und primär technologiegetriebenes Verständnis dieses Begriffs dominiert.

Aber wann ist eine Stadt eigentlich „smart“? Die Smart City Charta (BBSR/BMUB 2017) nennt zur Definition folgende Attribute: „lebenswert und liebenswert“, „vielfältig und offen“, „partizipativ und inklusiv“, „klimaneutral und ressourceneffizient“, „wettbewerbsfähig und florierend“, „aufgeschlossen und innovativ“, „responsiv und sensitiv“ sowie „sicher und raumgebend“. Technologie kann hier zwar häufig unterstützend wirken, ist aber nicht der primäre Schlüssel.

Eine spezielle Rolle bei der Anwendung von KI im städtischen Kontext spielen die Kommunen selbst. Zum einen, weil sie zumindest potenziell über eine sehr große Menge an Daten verfügen. Zum anderen, weil sie verantwortlich für die Daseinsvorsorge und die Entwicklung der Städte sind. Geht es um die reine Verfügbarkeit von Daten als Voraussetzung für die Anwendung von KI, so sind mehr und mehr Kommunen „KI-ready“. Das gilt jedoch meist nicht für die ebenso notwendigen technischen, strukturellen und organisatorischen Voraussetzungen. Hier sind informierte Entscheidungsträgerinnen und -träger von essenzieller Bedeutung, um Potenziale und Herausforderungen realistisch einschätzen zu können. Zudem müssen Kommunen mit entsprechenden finanziellen und personellen Ressourcen ausgestattet sein. Letzteres ist gerade bei den für die Arbeit mit KI notwendigen technischen Kompetenzen besonders schwierig umzusetzen.

Nicht nur eine lästige Pflicht: Ethik und Moral

Die Frage, inwieweit eine Künstliche Intelligenz ethische und moralische Aspekte berücksichtigt oder überhaupt berücksichtigen kann, ist auch in der Öffentlichkeit viel diskutiert. Ethik und Moral sind besonders dann wichtig, wenn eine Anwendung Menschen oder für sie sehr relevante Aspekte des Daseins betrifft. Für eine detaillierte Diskussion insbesondere zu den philosophischen Grundfragen des Themas Maschinenethik sei hier auf Misselhorn (2018) verwiesen.

Auch wenn sich KI-Verfahren nicht als bewusst handelnde Entitäten betrachten lassen, so heißt dies eben nicht, dass durch sie generierte Visualisierungen, Empfehlungen oder gar automatisiert durchgeführte Entscheidungen ethisch und moralisch „neutral“ sind. Letztendlich sind es nämlich Menschen, die die Verfahren entwickeln und sich für Methoden und Komponenten entscheiden. Und insbesondere beim Machine Learning sind es Menschen, die die Trainingsdaten für einen Algorithmus auswählen.

Ein Verfahren realisiert genau das, was Menschen ihm beigebracht haben – selbst wenn es nicht unbedingt das ist, was das eigentliche Ziel einer Entwicklung war. So können sich etwa Vorurteile in einem Satz aus Trainingsdaten auch in einem Modell widerspiegeln, das diese Vorurteile bei Anwendung in einem KI-Verfahren wieder repliziert. Prominente

Beispiele hierfür sind Recruiting-Algorithmen, die aus einer höheren Anzahl Bewerbungen von Männern schließen, dass Frauen potenziell schlechtere Mitarbeiter sind, und Chatbots, die sich zu homophoben und rassistischen Aussagen bewegen lassen, sowie Prognosesysteme, die das äußere Erscheinungsbild einer Person als Indiz für eine Neigung zur Kriminalität interpretieren (Höffken et al. 2019).

Zu erkennen und zu entscheiden, ob ein Algorithmus gerecht oder vorurteilsfrei arbeitet, ist eine komplexe und höchst relevante Aufgabe. Das gilt gerade angesichts der aktuell auf vielen politischen Ebenen diskutierten Fragen des Einsatzes von KI.

Welche Anforderungen sollte eine KI also erfüllen? Eine Gruppe von acht Informationsfreiheitsbeauftragten aus acht Bundesländern verfasste hierzu 2018 ein Positionspapier, das konkrete Anforderungen definiert (IFG 2018: 3). Dazu gehören unter anderem Forderungen nach Transparenz, Offenheit, Dokumentation und Diskriminierungsfreiheit sowohl bei Bewertungsfunktionen als auch bei den zugrundeliegenden Trainingsdaten. Auch die „Hambacher Erklärung zur Künstlichen Intelligenz“ (DSK 2019) liefert wertvolle Hinweise für einen verantwortungsvollen Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Sie betont, dass KI Verantwortlichkeiten

braucht. Die Verantwortung für entscheidende Fragen in unserem Dasein dürfen wir nicht einfach auf Algorithmen abwälzen. Sie liegt bei uns Menschen und bedarf adäquater organisationaler Richtlinien und Strukturen, so dass KI-Verfahren nicht unkontrolliert eingesetzt werden. Zuvor klar identifizierte, verantwortliche Akteure müssen vor und auch

während eines Einsatzes ethische und datenschutzrechtliche Abwägungen treffen. Dies gilt nicht nur für den Einsatz, sondern auch für die Entwicklung von Verfahren – hier sollten Aspekte wie Diversität und Diskriminierungsfreiheit von Beginn an mitgedacht werden.

Künstliche Intelligenz – die Transformation gestalten

In welchem Umfang, in welchen Lebensbereichen und vor allem in welcher Art KI unser Leben in den kommenden Jahren und Jahrzehnten beeinflusst und transformiert, kann heute noch niemand voraussehen. Aber es ist gerade im Bereich der Stadt- und auch Raumentwicklung von zentraler Bedeutung, diese Transformation zu steuern und sowohl aufgeschlossen als auch kritisch zu begleiten. Das gilt für die Forschung, die Politik, die Verwaltung und die Zivilgesell-

schaft. Es bedarf eines transparenten, inklusiven, kontinuierlichen Prozesses des Abwägens von Potenzialen und Gefahren, von Vor- und Nachteilen. KI ist nicht etwas, das „einfach so kommt“ – es ist ein gemeinsam zu gestaltendes Thema. Nur mit diesem Willen zur Gestaltung kann KI dazu beitragen, die Gesellschaft sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltig zum Wohle der Menschen zu verändern.

Literatur

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; **BMUB** – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2017: Smart City Charta: Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. Bonn.

Burchardt, A., 2018: So schnell schafft der Mensch sich nicht ab! In: Enskat, S.; Schnabel, A. (Hrsg.): *Auslandsinformationen (Ai)*, Vol. 01/2018. Konrad-Adenauer-Stiftung: 10–17.

Datenethikkommission, 2018: Empfehlungen der Datenethikkommission für die Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Zugriff: https://www.bmjv.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/ForschungUndWissenschaft/DEK_Empfehlungen.pdf [abgerufen am 15.07.2021].

Dengel, A.; Etzioni, O.; DeCario, N.; Hoos, H.; Li, F.-F.; Tsujii, J.; Traverso, P., 2021: Next big challenges in core AI technology, In: Braunschweig, B.; Ghallab, M. (Hrsg.): *Reflections on Artificial Intelligence for Humanity*, LNAI 12600, Springer, Wiesbaden: 90–115.

DSK – Datenschutzkonferenz, 2019: Hambacher Erklärung zur Künstlichen Intelligenz. Sieben datenschutzrechtliche Anforderungen. Entschließung der 97. Konferenz der unabhängigen Datenschutzaufsichtsbehörden des Bundes und der Länder Hambacher Schloss 3. April 2019. Zugriff: https://www.datenschutzkonferenz-online.de/media/en/20190405_hambacher_erklaerung.pdf [abgerufen am 29.04.2021].

Höffken, S.; Lüders, B.; Memmel, M., 2019: Künstliche Intelligenz und Stadt – Eine kurze Einführung, Potenziale und Herausforderungen für die Planung. In: *Planerin: Fachzeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesplanung*, 2019(1): 5–8.

IFG – Informationsfreiheitsgesetz, 2018: Transparenz der Verwaltung beim Einsatz von Algorithmen für gelebten Grundrechtsschutz unabdingbar. Positionspapier von 8 Informationsbeauftragten im Rahmen der 36. Konferenz der Informationsbeauftragten in Deutschland am 16. Oktober 2018. Zugriff: https://www.datenschutzzentrum.de/uploads/informationsfreiheit/2018_Positionspapier-Transparenz-von-Algorithmen.pdf [abgerufen am 30.04.2021].

LeCun, Y.; Bengio, Y.; Hinton, G., 2015: Deep Learning. In: *Nature* 521 (7553): 436–444.

Misselhorn, C., 2018: *Grundfragen der Maschinenethik*. Reclam Verlag, Stuttgart.

UN – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019: *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations.