



Intelligente Städte

Investitionen in die urbane Zukunft

6. November 2023

Autoren

Hermann P. Rapp
+49 69 910-43893
hermann-paul.rapp@db.com

Jochen Möbert
+49 69 910-31727
jochen.moebert@db.com

Editor

Stefan Schneider

Deutsche Bank AG
Deutsche Bank Research
Frankfurt am Main
Deutschland
E-Mail: marketing.dbr@db.com
Fax: +49 69 910-31877

www.dbresearch.de

DB Research Management
Stefan Schneider

Original in engl. Sprache: 20. Oktober

Das weltweite Wachstum von Städten beschleunigt sich. Nach Prognosen der Vereinten Nationen wird die Stadtbevölkerung weltweit bis 2050 vermutlich um etwa 50% von heute 4,4 Mrd. auf 6,6 Mrd. Menschen ansteigen – bei etwa 600 bereits bestehenden Städten mit mehr als einer Million Einwohnern.

Intelligente Städte nutzen Marktkräfte zur Einführung neuer Technologien, um aufkommende Trends und die wachsenden Bedürfnisse von Einwohnern und Städten zu erfüllen. Technologien wie 5G, KI und das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) ermöglichen es, Smart Cities neu zu erfinden.

Auf dem globalen Smart-City-Markt ist intelligente Infrastruktur mit 55% immer noch das größte Segment. Andere Bereiche wie intelligente Gebäude, digitale Energie und intelligente Umweltlösungen könnten jedoch in den kommenden Jahren stärker wachsen.

Neben den klassischen Finanzierungsmöglichkeiten haben sich neue Ansätze zur Finanzierung von Smart-City-Projekten herausgebildet. Beispiele dafür sind die Erzielung von Einnahmen gemeinsam mit Partnern sowie leistungsbezogene bzw. nutzungsabhängige Vergütungssysteme.

KI hat das Potenzial, Smart-City-Anwendungen auf eine nächste Stufe zu heben. Für erfolgreiche innovative Anwendungen sind rechtliche, ethische und technische Herausforderungen zu bewältigen. Aber auch Investitionen in die menschliche, soziale und ökologische Dimension von Städten – zum Beispiel als „Soft Cities“ oder „City 5.0“ – sind für Zentren voll urbaner Vitalität von entscheidender Bedeutung.



1. Intelligente Städte: Eine Einführung

1.1 Ursprung, Definitionen und Konzepte

Es gibt eine Reihe ähnlicher Begriffe für das Konzept der „Smart City“, wie digitale, vernetzte, intelligente oder widerstandsfähige Städte. Der Begriff „digitale Stadt“ entstand in den frühen 1990er Jahren. Davor hatte das Konzept der Telematik¹ bereits seit den 1980er Jahren in der Raum- und Stadtplanung an Bedeutung gewonnen. Telematik ist eine Methode zur Verbindung von zwei oder mehr Informationssystemen zur Fernsteuerung oder zum Informationsaustausch.

Das Konzept der Smart City entstand um 2008 und wurde 2010 populär, als IBM die erste Smart Cities Challenge² initiierte. Daran nahmen 100 Städte weltweit teil, und IBM stellte über einen Zeitraum von drei Jahren USD 50 Mio. für Technologie und Dienstleistungen zur Verfügung. Dazu gehörte auch das Fachwissen von IBM-Experten aus verschiedenen Geschäftsbereichen und Regionen, die drei Wochen lang vor Ort mit den Verantwortlichen der Städte zusammenarbeiteten. Im Jahr 2017 wurden fünf Städte als Gewinner der Smart Cities Challenge ausgewählt: Busan, Südkorea; Palermo, Italien; San Isidro, Argentinien; San Jose, USA und Yamagata City, Japan. Im Jahr 2014 wurde Songdo in Südkorea zur ersten Smart City erklärt, die technische Unterstützung von CISCO Systems erhielt. In Südkorea wird dafür oft der Begriff „Ubiquitous Cities“ (abgekürzt: U-Cities) verwendet. Wenn ökologische Aspekte einbezogen werden, wird das Konzept als nachhaltige Stadt, grüne Stadt oder U-Eco-City bezeichnet.³

Eine allgemeingültige Definition für eine „Smart City“ gibt es jedoch aufgrund der Komplexität nicht, da es sich um ein Zusammenspiel verschiedener Dimensionen („Multidimensionalität“) und Komponenten handelt. Die jeweiligen Definitionen können sich je nach Technologie oder Zielsetzung stark unterscheiden. Neben der technologischen Dimension spielt die Forschung in verschiedenen Wissenschaftsbereichen eine Rolle, in denen eine wachsende Zahl von Veröffentlichungen für die konzeptionelle Entwicklung von Smart Cities relevant ist, wie z.B. Architektur, Stadt- und Raumplanung, Stadtsoziologie, angewandte Mathematik, Informatik, Wirtschaft und Politikwissenschaft.

Darüber hinaus wurden von verschiedenen Beratungsunternehmen und Think Tanks Konzepte für intelligente Städte entwickelt. In den letzten Jahren haben auch die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (SDGs) an Relevanz für intelligente Städte gewonnen, insbesondere Ziel 11, das sich auf die Nachhaltigkeit von Städten und Gemeinden bezieht. Die gegenwärtigen Diskussionen⁴ und Gesetzesinitiativen über den Einsatz von KI-basierten Systemen

¹ Telematik ist ein Kunstwort, das sich aus „Telekommunikation“ und „Informationstechnologie“ zusammensetzt. Der Begriff wurde erstmals von Simon Nora und Alain Minc (1978) in ihrem Bericht an den französischen Staatspräsidenten „l’informatisation de la société“ verwendet. Sie bezeichneten die „zunehmende Verknüpfung von Computern und Telekommunikationsmitteln“ als Telematik. Schon damals wiesen die Autoren darauf hin, dass diese Vernetzung „unser kulturelles Modell verändern wird“. URL: <http://pinguet.free.fr/minc78.pdf>

² <http://www.smartercitieschallenge.org/smarter-cities/>

³ Siehe zum Beispiel: Lee, Jungwoo et al. (2011). Building an Integrated Service Management Platform for Ubiquitous Cities. IEEE Computer, Vol. 44, Issue 6 (June 2011). DOI: 10.1109/MC.2011.131

⁴ Zum Beispiel: ITU AI for Good Global Summit 2023 <https://www.youtube.com/watch?v=As3FYPEgMIM> und Workshops über die rechtlichen und technischen Herausforderungen von großen generativen KI-Modellen. <https://www.youtube.com/watch?v=DaR4rsTijGA>



Intelligente Städte: Investitionen in die urbane Zukunft

befassen sich mit sehr unterschiedlichen Fragestellungen – wie Rechtsunsicherheiten, ethischen Standards und technischen Herausforderungen –, die die Grundlage für die regelkonforme Anpassung neuer Technologien schaffen werden.

Digitale und stadtplanerische Konzepte für Smart Cities

1

Jahr	Digitale Konzepte	Stadtplanerische Konzepte
1980er Jahre	Telematik	Räumliche Planung und Digitalisierung (z.B. Digitale Plandaten)
1990er-2000er Jahre	1992: Digitale Stadt 2008: Das Modell der Smart City	„New Public Management Paradigm“ mit dem Kernkonzept des „Public Value“, bei dem die Marktkräfte dazu beitragen, die öffentlichen Dienstleistungen effizienter zu gestalten.
2010er Jahre	2010: IBM Smart Cities Challenge 2014: Songdo in Südkorea wird zur ersten Smart City erklärt, technisch unterstützt von Cisco Systems 2015: Indische Smart-City-Initiative Internet der Dinge (IoT), Digitale Twins	2001 OECD-Framework „Citizens as Partners“ 2014 EU-Parlament: „Mapping Smart Cities in the EU“ (Manville et al., 2014) 2019 Vereinte Nationen (2019). „Sustainable Development Goals (SDGs)“ Insbesondere SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden: Städte und menschliche Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig machen.
2020er Jahre	City 5.0, App City (App-Nutzer als Datensammler und Inhaltsersteller), Bürgerzentriertes Design Paradigma Breitbandkommunikation: 5G, Generative KI und Chatbots	Integrative Stadtplanung unter Berücksichtigung von menschlichen, sozialen und ökologischen Aspekten 2020: EU Innovationspartnerschaft für Smart Cities (EIP-SCC) Soft City Initiativen, Soft City Sensing vs Hard City Sensing (Madsen et al., 2022)

* Vereinte Nationen (2019). „Nachhaltige Entwicklungsziele“. United Nations (UN) Department of Economic and Social Affairs. URL: <https://sdgs.un.org/>.

Quelle: Deutsche Bank Research

1.2 Urbanisierung als globaler Trend, der sich weiter verstärkt

Im Jahr 2007 lebten nach Angaben der Vereinten Nationen zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit mehr Menschen in Städten als auf dem Land. Der weltweite Trend zur Verstädterung wird sich in den kommenden Jahren voraussichtlich noch verstärken.

Entwicklung der weltweiten Stadtbevölkerung

2

Jahr	Städtische Bevölkerung vs. Weltbevölkerung [Prozent]	Städtische Bevölkerung weltweit [Anzahl der Personen]
1800	7%	k.A.
1900	16%	k.A.
1950	30%	751 Mio
2000	47%	2,868 Mrd
2025	58%	4,443 Mrd
2050	68%	6,645 Mrd

Quellen: Vereinte Nationen, Augusto (2021), Deutsche Bank Research



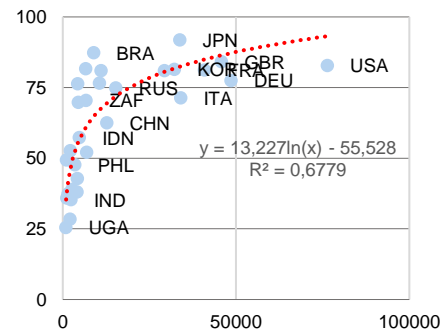
Intelligente Städte: Investitionen in die urbane Zukunft

In Entwicklungsländern ist der Prozentsatz der städtischen Bevölkerung in der Regel viel niedriger, z. B. 35% in Indien und 42% in Afrika südlich der Sahara. In allen Schwellenländern liegt der Anteil im Durchschnitt bei 52%, in China mit 63% etwas höher. In Deutschland leben fast 78% der Menschen in Städten, in Europa und Nordamerika etwa 80% und in Japan sogar mehr als 90%.

Urbanisierung vs. BIP pro Kopf

3

y-Achse: Urbanisierungsgrad in %
x-Achse: BIP in USD pro Kopf

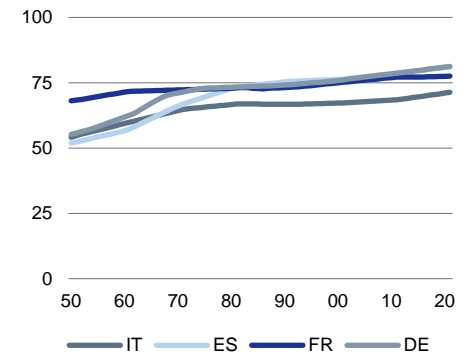


Quellen: Deutsche Bank Research, Haver Analytics Inc., Weltbank

1950-2021: Europa: Urbane Bevölkerung

4

in % der Gesamtbevölkerung

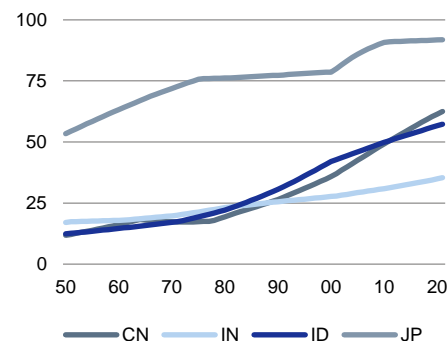


Quelle: Weltbank

1950-2021: Asien: Urbane Bevölkerung

5

in % der Gesamtbevölkerung

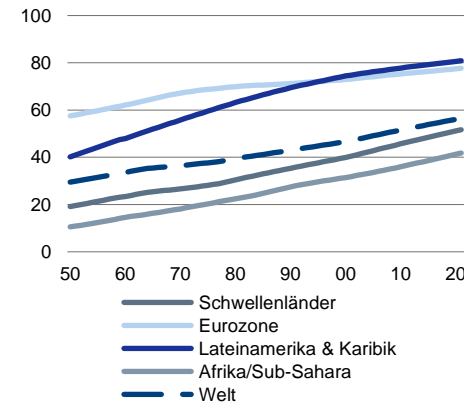


Quelle: Weltbank

1950-2021: Regionen: Urbane Bevölkerung

6

in % der Gesamtbevölkerung



Quelle: Weltbank

Die zunehmende Urbanisierung bringt zahlreiche Vorteile mit sich, insbesondere durch Skaleneffekte. So findet ein Großteil der wirtschaftlichen Aktivität in Metropolen und Metropolregionen statt. Der Zugang zu Bildung ist in den Städten konzentriert, die Gesundheitsversorgung ist regelmäßig besser und das Sport- und Kulturangebot ist oft vielfältiger als in ländlichen Gebieten. Dies gilt auch für die einkommensschwächsten Länder. So sind laut Glaeser (2011) die Lebensbedingungen in den Slums und Ghettos der Megastädte von Entwicklungsländern trotz aller Probleme oft besser als in ländlichen Gebieten. Der historische Megatrend der Abwanderung vom Land in die Stadt wird sich wahrscheinlich fortsetzen, insbesondere in Entwicklungsländern, aber auch in Industrieländern, die mit einem Bevölkerungsrückgang konfrontiert sind, wodurch sich die Kluft zwischen den Lebensbedingungen in städtischen und ländlichen Gebieten wahrscheinlich vergrößern wird.



2. Arten von verschiedenen Smart-City-Anwendungen

In den letzten Jahren hat der technologische Fortschritt zu einer höheren Leistungsfähigkeit der digitalen Infrastruktur und der mobilen Kommunikation geführt, wodurch sich neue Möglichkeiten für intelligente Städte ergeben. Wir unterteilen die neuen Anwendungen in die folgenden Kategorien und beschreiben einige Beispiele, die einen Eindruck von den Vorteilen vermitteln, die eine intelligente Stadt bieten kann:

1. **Intelligente Mobilität und intelligente Logistik:** Die Arbeits- und Pendlergewohnheiten haben sich nach dem Ende der Corona-Pandemie verändert. Die Einführung einer digitalen Schnittstelle zwischen einer Stadt und ihrer Umgebung kann dazu beitragen, das Reiseverhalten zu optimieren. Detaillierte Informationen über Verkehrsspitzen, wie die morgendliche Rushhour, können nicht nur von Pendlern sondern auch von Logistik- und Reiseunternehmen genutzt werden. Mit der Einführung des 5G-Übertragungsstandards werden die Netze schneller, robuster und stabiler, sodass z.B. Fahrzeuge vernetzt werden können. Bei der Verkehrssteuerung werden beispielsweise Daten aus der Ampelschaltung und dem Verkehrsaufkommen an andere Verkehrsteilnehmer und Anbieter, wie die Navigationssysteme von Fahrzeugen oder die Mobilgeräte von Fußgängern, übertragen. Dies kann Daten über den Verschmutzungsgrad und die Auslastung der Infrastruktur liefern oder für die KI-gestützte Bereitstellung bedarfsgerechter Ad-hoc-Dienstleistungen wie die Hilfe für Menschen mit Behinderungen oder die Bereitstellung von Taxis oder Kleinbussen.

Privater und öffentlicher Verkehr und Logistik können von digitalen Mobilitätsdiensten und intelligenter Verkehrssteuerung profitieren. Beispielsweise können Informationen über die Anzahl freier Parkplätze, Routenplanung und Navigation über verschiedene Mobilitätsanbieter hinweg, die Optimierung von Ampelschaltungen, die Verfolgung von Fahrzeugen und die Koordinierung verschiedener Verkehrssysteme wie Züge, öffentliche Busse und Straßenbahnen Wartezeiten, Staus und Pendlerzeiten verringern. Ebenso können Daten mehrerer Verkehrssysteme gesammelt und für intelligente Dienste zur Verfügung gestellt werden, die in Echtzeit auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten sind. Dies könnte die Optimierung und Nachfragesteuerung des städtischen Güter- und Lieferverkehrs oder nutzergesteuerte Routen umfassen, die sich ad hoc an die Präferenzen der Fahrgäste anpassen, wobei eine dynamische Preisgestaltung durch KI unterstützt werden könnte.

2. **Energie- und Umweltmanagement:** Intelligente Netze (engl. Smart Grids) gibt es schon seit einiger Zeit, wobei das Hauptaugenmerk auf Energiesicherheit und -effizienz, aber auch auf dem Risiko von Stromausfällen liegt. Neue Möglichkeiten ergeben sich, wenn intelligente Zähler, Energieverfolgungstechnologie und Echtzeitkommunikation kombiniert werden, um das Zusammenspiel von Energieerzeugung, -übertragung und -verbrauch zu optimieren. Die Datenerfassung und Energieverteilung mit fortschrittlichen intelligenten Netzen ermöglicht die Einführung neuer Geschäftsmodelle wie die Integration erneuerbarer Energiequellen in die städtische Infrastruktur, um die unterschiedliche Energieproduktion der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen effizient zu nutzen und Schwankungen zu bewältigen.

Smart-City-Anwendungen können die Abfallwirtschaft durch nutzerfreundliche Dienste optimieren und zur Datenerfassung,



Informationsbereitstellung und Regulierung der Luft- und Wasserqualität genutzt werden. KI-gestützte Abfalllösungen erleichtern die Kontrolle der Umweltverschmutzung und ein modernes Recycling mit bereicherspezifischen Recycling- oder Upcycling-Möglichkeiten. Lokaler Strom kann mit Beteiligungsmodellen wie Mieterstrom erzeugt werden und den Selbstversorgungsgrad erhöhen. So kann beispielsweise eine automatische Straßenbeleuchtung, die sich bei Bedarf einschaltet, helfen, Kosten und Strom zu sparen. Mit Hilfe von KI lassen sich Energieverbräuche vorhersagen und auf Basis dieser Daten Versorgungskonzepte berechnen, die dann an die jeweiligen Wetterbedingungen, Tages- oder Jahreszeiten angepasst werden können.

3. **Intelligente Verwaltung und Smart Community:** Eine Smart City kann die Effizienz der lokalen Regierung und der öffentlichen Verwaltung steigern. Mit der Einrichtung von E-Governance-Prozessen kann ein Smart-City-Portal Dienstleistungen für die gesamte kommunale Landschaft bereitstellen. Seit einigen Jahren sind zentralisierte digitale Plattformen die grundlegenden Komponenten von Smart-City-Modellen für die Sammlung, Integration und Verteilung von Daten. Nun kann Edge Computing die Datenverwaltung und -leistung erweitern und verbessern, indem es eine verteilte Rechenleistung mit potenziell Tausenden von Edge-Servern bereitstellt, die über eine Stadt verteilt sind.

In einem Bericht hat die Europäische Kommission (2016) den wachsenden Trend dargestellt, dass lokale Behörden in hohem Maße von externen Anbietern abhängig sind, da sie sich selbst als Auftraggeber und nicht als Dienstleistungsanbieter definieren. Intelligente Städte erfordern kontinuierliche Innovation und Zusammenarbeit unter Einbeziehung einer großen Anzahl und verschiedener Kategorien von Akteuren. Die öffentliche Verwaltung kann diese Art von Innovationsprozess fördern, indem sie die öffentliche Auftragsvergabe als Instrument zur Förderung der Innovation auf der Nachfrageseite einsetzt.

Smart Communities können Smart-City-Daten nutzen und wertvolles Feedback generieren, um neue bedarfsgerechte Dienste zu entwickeln oder bestehende zu verbessern, z.B. für Notfälle, die Bereitstellung öffentlicher Dokumente und die elektronische Steuererhebung. KI kann bei der Analyse von Daten von städtischen Dienstleistungen helfen und die Kundenorientierung verbessern. In Kombination mit Chatbots kann KI genutzt werden, um problemorientierte Informationen zu generieren. Mit einer neuen Generation erklärbarer KI (engl. Explainable AI) werden Entscheidungsprozesse und die damit verbundenen Daten und Algorithmen transparenter. Dies kann die Bürgerbeteiligung erhöhen und die Kommunikation zwischen der öffentlichen Verwaltung und privaten Anbietern auf der einen Seite und den Bürgern auf der anderen Seite verbessern.

4. **Sicherheit und Schutz:** Sicherheitskameras in Kombination mit Echtzeit-KI-Lösungen ermöglichen die Analyse von Videomaterial, um kriminelles Verhalten zu erkennen und entsprechende Alarmmeldungen. Dies bedeutet mehr Sicherheit im öffentlichen Raum durch kürzere Reaktions- und Eintreffzeiten in Notfällen und eine effiziente Ressourcenzuweisung und Kommunikation. Frühwarnsysteme können Anzeichen von Naturkatastrophen und anderen Ereignissen erkennen und die Bevölkerung warnen. Die Einführung von Rahmenwerken für digitale Identitäten kann dazu beitragen, sichere Räume und sichere digitale Interaktionen zu schaffen.



Mit der Einführung der mobilen Breitband-Hochgeschwindigkeitskommunikation auf der Grundlage neuer Standards wie 5G wird es möglich sein, große Datenmengen zu übertragen und zu empfangen, etwa hochauflösende Videos oder Datenströme. Ebenso werden drahtlose Echtzeit-Verbindungen für den Zugang zum Internet oder zu Intranets möglich sein, zum Beispiel in Verbindung mit Smart-City-Infrastrukturen. Die 5G-Technologie kann besser vernetzte Städte schaffen, indem sie schnellere Datenübertragungsraten für eine viel größere Zahl von Nutzern ermöglicht. Infolgedessen werden solche Technologien neue Anwendungen im Bereich der Sicherheit ermöglichen, z.B. eine KI-gestützte Analyse von Smart-City-Daten, die Anomalien in öffentlichen Räumen oder im Verkehr erkennen und das Sicherheitspersonal entsprechend alarmieren kann.

5. **Intelligente Gebäude (Smart Buildings), intelligentes Arbeiten (Smart Work) und intelligentes Wohnen (Smart Living):** Während Smart-Home-Technologien bereits an Bedeutung gewinnen, bieten auch Nicht-Wohngebäude viele Möglichkeiten für den Einsatz intelligenter Technologien und Steuerungssysteme. Die Anwendungen reichen von der automatischen Steuerung von Türen, Fenstern, Beleuchtung, Heizung und Lüftung bis zu Anwendungen zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Steigerung des Wohlbefindens. App-basierte Rufsysteme für Aufzüge und die Steuerung von Gebäudesystemen sparen Zeit. Gebäudeleitsysteme können den Energieverbrauch und die Kosten optimieren, und vorausschauende Wartung nutzt intelligente Technologien, um den Bedarf an Reparatur- oder Wartungsarbeiten vorherzusagen. Außerdem kann die Raumnutzung durch eine intelligente Kombination von Homeoffice und Arbeitsplatz optimiert werden.

Das Prinzip der Selbstorganisation – auf intelligente Gebäude angewandt – bedeutet, dass Szenarien, die sich bei einem Versorgungs- bzw. Infrastruktursystem ergeben können, bereits beim Design berücksichtigt werden, um später im realen Betrieb datenbasiert zu verstehen, welche Nutzer die Systeme wann und wie nutzen wollen und wie sie angemessen reagieren können. Das Prinzip der Problemvermeidung besteht darin, das Verhalten der Nutzer der Infrastruktur so zu steuern, dass der Betrieb für alle Nutzer möglichst effizient und reibungslos abläuft.

Intelligentes Wohnen in intelligenten Städten ist ein Bereich, der das Potenzial hat, das städtische Leben zu transformieren. Beispiele für intelligente Wohntechnologien sind weiterhin grüne Infrastrukturen wie begrünte Dächer, Mauern und andere Vegetation für Innen- und Außenflächen inklusive automatischer Wasserversorgung, die dazu beitragen können, den städtischen Wärmeinseleffekt zu verringern und die Luftqualität zu verbessern. Als Teil eines Smart-City-Ökosystems können IoT-Geräte die Luftqualität und andere Umweltfaktoren in Echtzeit überwachen. Das IoT, mobile Lösungen und KI können dazu beitragen, ein nachhaltigeres und vernetztes Lebensumfeld zu schaffen, das auf die Bedürfnisse der Bürger eingeht.

6. **Intelligente Gesundheitsversorgung (Digital Health):** Im Bereich der digitalen Gesundheit wurden in den letzten Jahren Konzepte wie Ambient Assisted Living (AAL) entwickelt, die älteren oder pflegebedürftigen Menschen helfen sollen, länger als bisher in den eigenen vier Wänden zu leben, auch wenn sie bereits auf Hilfe angewiesen sind. So können beispielsweise Raum- oder Drucksensoren in Böden oder Möbelstücke integriert werden, die mit einem Mikrocontroller, der die Sensordaten sammelt und auswertet, und einer Kommunikationsschnittstelle



verbunden sind. Liegt jemand für eine bestimmte Zeit bewegungslos auf dem Boden, können Mikrocontroller über die Funkschnittstelle einen Notruf an den Rettungsdienst absetzen. Zu den AAL-Lösungen können auch Kühlschränke gehören, die einen Alarm auslösen, wenn der Wohnungsbewohner mehrere Tage lang kein Essen angerührt hat, oder Video- kameras, die regelmäßig Videomaterial an den Pflegedienst senden. KI-basierte Lösungen können auch dabei helfen, Risikomuster zu erkennen und Ratschläge und Echtzeitvorschläge für Patienten und Pfleger zu generieren. Solche Smart-Device-Konzepte können die medizinische Vorsorge unterstützen, wertvolle Informationen als Grundlage für Planung und Controlling liefern und letztlich zu Kosteneinsparungen in lokalen und regionalen Gesundheitssystemen beitragen.

3. Die Bausteine einer intelligenten Stadt

Den Kern der technologischen Infrastruktur einer intelligenten Stadt bilden digitale Informations- und Kommunikationssysteme (IKT) mit dem Zusammenspiel einer Vielzahl von Komponenten auf den Ebenen Hardware, Software und Netzwerke. Die elektronischen Komponenten enthalten Mikrocontroller, Sensoren und Kommunikationsschnittstellen, um sie miteinander zu verbinden. Zu den Bausteinen einer Smart City gehören zum Beispiel digitale Plattformtechnologie mit Rechenzentren oder Cloud Computing, Funksysteme, Anwendungen des Internets der Dinge mit Sensor- und Aktoriksystemen, RFID-Chips, Systeme zur Verarbeitung von Geodaten, Video- und Kamerasysteme und andere Datenerfassungs- und Kommunikationstechnologien. Die aktuellen Fortschritte in verschiedenen Bereichen der KI bieten Technologien für eine intelligentere Entscheidungsfindung und eine neue Generation von Planungs- und Ressourcenzuweisungsinstrumenten auf der Grundlage von Echtzeitdaten für intelligente Städte. So können beispielsweise von Drohnen aufgenommene und von KI interpretierte Bilder von Straßen oder Gebäuden helfen, bauliche Mängel und entstandene oder entstehende Schäden zu bewerten und kosteneffiziente Lösungen zu finden. Auf diese Weise lassen sich Wartung und Reparatur besser planen und Folgeschäden sowie eventuell weitere Kosten vermeiden.

Neue Möglichkeiten bieten auch eine neue Generation von Datenplattformen und eine leistungsstarke mobile Kommunikation durch neue Breitbandprotokolle wie 5G und 6G in Kombination mit einer möglichst umfassenden und nahtlosen Konnektivität. Viele Smart Cities bieten zu diesem Zweck städtische WLAN-Netze an. Eine bessere Energieeffizienz auf Netzebene kann beispielsweise durch Low Power Wide-Area Networks (LPWANs) erreicht werden.

Daten sind eine essenzielle Komponente einer intelligenten Stadt. Das Internet der Dinge schafft dafür eine neue Dimension, indem es eine Vielzahl von Sensoren nutzt, um Daten in Echtzeit zu sammeln und zu koordinieren. Die Daten können auf lokalen Edge-Servern mittels Edge-Computing verarbeitet werden, um Entscheidungsprozesse zu beschleunigen und die zentrale IT-Infrastruktur zu entlasten. Smart-City-Ökosysteme beruhen insbesondere auf einem guten Datenmanagement und einer effektiven Organisation.

In einer Cloud können Smart-City-Daten mit Daten von anderen Anbietern, z.B. Geoinformationen und Wetterdaten, kombiniert und mit leistungsstarken KI-Algorithmen ausgewertet werden. Wenn diese Informationen aus der Cloud an lokale Nutzer zurückgespielt werden, werden sie stadtweit koordiniert. So kann beispielsweise der Fracht- und Lieferverkehr in einer Stadt zeitoptimiert geleitet werden. Ein „Platooning“ von Lastwagen, d.h. sehr geringe Abstände zwischen den Fahrzeugen und die digitale Steuerung der Fahrzeuge, könnte durch Optimierung des Verkehrsflusses Energie, CO₂ und Zeit sparen.



Die Vorteile von Cloud-Lösungen sind neben Flexibilität und Skalierbarkeit die Integration einer großen Anzahl von Datenströmen, deren intelligente Verarbeitung und die Bereitstellung von Daten und Informationen, z.B. in Apps, für Dritte, also sowohl für Bewohner, Besucher oder Pendler einer Stadt, aber auch für Informationsanbieter und Dienstleister. Die Voraussetzung für eine hohe Skalierbarkeit und Echtzeitkommunikation ist ein hoher Datendurchsatz. KI kann sowohl durch automatische Entscheidungsfindung als auch durch Unterstützung von Stadtplanern und -managern helfen.

Technologieunternehmen bieten Smart-City-Lösungen als Teil von umfassenden Infrastruktur- und Softwarepaketen an. So forscht beispielsweise Siemens seit vielen Jahren im Bereich der Smart-City-Technologien und des industriellen Internets der Dinge mit Feld- und Cloud-Konnektivität und bietet Lösungen für digitalisierte Netto-Null-Gebäuden über Prozessoptimierung bis hin zu offenen digitalen Geschäftsplattformen an. 2017 hat Siemens einen Digitalisierungs-Hub in Singapur⁵ eingerichtet, um die Roadmap des Stadtstaates als Smart Nation und Smart City zu unterstützen. 2019 hat Siemens ein Projekt zur adaptiven Wiederverwendung⁶ begonnen, um seinen historischen Unternehmenscampus, die Siemensstadt in Berlin, mit Smart-City-Technologien und einem Budget von EUR 600 Mio. in den nächsten zehn Jahren zu revitalisieren und die „Siemensstadt 2.0“ zu schaffen. Durch die Corona-Krise hatte sich die Fertigstellung verzögert. Nun ist die Fertigstellung für 2035 geplant, und der „Siemensstadt Square“ wird in Zusammenarbeit mit der Stadt Berlin als offenes Stadtquartier der Zukunft entwickelt, das Arbeiten, Forschen und Leben verbindet.

Smart-City-Technologien werden durch Dienstleistungen – und möglicherweise neue Geschäftsmodelle – ergänzt. Wenn Städte diese Daten ihren Bürgern und Unternehmen zur Verfügung stellen, zum Beispiel über Apps auf mobilen Geräten oder ein „Stadt-Dashboard“ in Echtzeit, kann ein ständiger Optimierungsprozess in Gang gesetzt werden. Manville et al. (2014) haben die Schaffung einer Smart-City-Wissensbasis empfohlen, einschließlich neuer Prozesse und Projekte. Ein Open-Data-Ansatz mit frei zugänglicher Datennutzung durch kommunale Einrichtungen, private Unternehmen und Endnutzer ermöglicht ein vielfältiges Angebot an Daten. Daten und daraus abgeleitete Informationen können als Feedback und Input für weitere Apps und Smart-City-Projekte bzw. für neue Dienstleistungen genutzt werden.

4. Limitierungen, Herausforderungen und Zielkonflikte

Utopien von vollautomatisierten Städten zeigen eine Welt, in der die Automatisierung das tägliche Leben erleichtert. Die menschliche Organisation und die Finanzkraft der Städte sind jedoch begrenzt. Deshalb braucht es eine fein abgestimmte Organisation mit Systemen, die sich selbst organisieren und den Nutzern einen echten Nutzen bringen. Mit intelligenten Daten lässt sich der Bedarf an öffentlichen und privaten Gütern und Dienstleistungen besser abschätzen und befriedigen sowie der zukünftige Bedarf prognostizieren. Dies führt zu einem effizienteren Einsatz von Personal und Ressourcen und steigert Kundenzufriedenheit, Umsatz und Rentabilität. Die vorausschauende Wartung, d.h. die datengestützte Instandhaltung von Systemen, kann die Ausfallzeiten von Gütern und Dienstleistungen verringern. Infolgedessen haben intelligente Städte das

⁵ <https://press.siemens.com/global/en/feature/siemens-launches-digitalization-hub-singapore>

⁶ <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-19/can-berlin-s-smart-city-showcase-data-privacy>



Potenzial, die Produktivität zu steigern und nachhaltige Bedingungen für ein besseres Leben zu schaffen.

4.1 Die Wahrnehmung von physischen Räumen und die Illusion objektiver Daten

Es ist eine Illusion, Daten als rein objektiv, eindeutig oder frei von Datenfehlern zu betrachten. Ein naiver Glaube an Daten und entfernte Systeme kann blinde Flecken in der Wahrnehmung der Realität schaffen.

So führte der Künstler Simon Weckert 2020 in Berlin ein Kunstprojekt durch, das eine Woche vor dem 15-jährigen Jubiläum der ersten Veröffentlichung von Google Maps veröffentlicht wurde. Jahrestag der Erstveröffentlichung von Google Maps veröffentlicht wurde. Er zog 99 Smartphones, von denen er einige ausgeliehen oder gemietet hatte, in einem handgezogenen Wagen durch die Straßen von Berlin, wo zu diesem Zeitpunkt nur wenige Fahrzeuge unterwegs waren. Er hatte seine Route so geplant, dass er auch am Berliner Büro von Google vorbeikam. Die Signale der Smartphones wurden über die Mobilfunkanbieter an IT-Systeme bei Google weitergeleitet und von Algorithmen so interpretiert, dass auf Google Maps eine Stauwarnung für die betroffenen Straßen erschien. Dies führte dazu, dass Verkehrsteilnehmer alternative Routen wählten, um den eigentlich nicht vorhandenen Stau zu umfahren. Laut der Homepage des Künstlers sollte das Kunstprojekt zeigen, „wie virtuelle Dienste unsere Realität beeinflussen können“.⁷

Seitdem haben Navigationssysteme und digitale Kartendienste Techniken zur Fehlerbegrenzung und -korrektur eingeführt. Es ist jedoch wichtig zu verstehen, dass es in der Natur der Modellierung liegt, dass ein Modell niemals die Realität 1:1 abbilden kann. Die subjektive Wahrnehmung physischer Räume durch simulationsbasierte Software und ein übermäßiges Vertrauen in KI bergen Risiken.

4.2 Ressourcenverbrauch und CO₂-Emissionen

Städte sind für einen großen Teil des Ressourcenverbrauchs und der CO₂-Emissionen verantwortlich.⁸ Nach der Weltbankstudie von Mukim und Roberts (2022) liegt der Anteil an den weltweiten Emissionen in den letzten Jahren bei etwa 70%. Städte in Ländern mit hohem und sehr hohem Einkommen tragen zu etwa 90% dieser Emissionen bei.

Einerseits können intelligente Städte benutzerfreundlicher und wirtschaftlicher sein, andererseits verbrauchen sie aber auch Energie und stoßen CO₂ aus. Dieser Zielkonflikt kann durch eine effizientere Ressourcennutzung, die den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen reduziert, entschärft werden. Ein Beispiel ist die intelligente Verkehrssteuerung. Der Individual- und Nahverkehr stößt in vielen Städten zunehmend an seine Kapazitätsgrenzen. Wartungsarbeiten, Unwetter, Unfälle und andere Störereignisse können den Verkehrsfluss durch Ausweichbewegungen weiter beeinträchtigen. Vernetzung und digitale Transformation können hier zu neuen Lösungen beitragen. Smart Cities können mithilfe von KI ihre Auswirkungen auf das lokale und regionale Umfeld genauer verstehen. Zum Beispiel, wie sich der Energieverbrauch unter verschiedenen Bedingungen auf die Umweltverschmutzung auswirkt und wie effektiv die ergriffenen Maßnahmen sind. Der Einsatz von KI und maschinellem Lernen ermöglicht es

⁷ <https://www.netzwelt.de/news/175856-google-maps-kuenstler-erzeugt-99-smartphones-fake-stau.html>

⁸ UN-Emissionslückenbericht 2022. URL: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>



Regierungsbehörden und Städten, datengestützte Entscheidungen zu treffen. So können lokale Mitarbeiter öffentlicher Verwaltungen oder von Dienstleistern KI nutzen, um CO₂-Emissionen zu erkennen und Verkehrsdaten zu analysieren, um Planungsmaßnahmen und Entscheidungen im Verkehrsbereich zu verbessern.

Ein weiteres Beispiel ist ein digitales und intelligentes Gebäudemanagement zur Senkung des Heiz- und Kühlungsverbrauchs im Hinblick auf die Netto-Null-Ziele (Net Zero). Die Verringerung der Umweltverschmutzung durch Begrünung mit vertikalen Gärten, vertikale Landwirtschaft und digitale Steuerung dieser Pflanzen sind weitere Bausteine für eine nachhaltige und lebenswerte Stadt.

4.3 Bürgerbeteiligung und digitale Lösungen

Lösungen für E-Government und digitale Dienste im Bereich der öffentlichen Verwaltung wirken sich auf den persönlichen Kontakt zwischen der Stadt und ihren Bürgern aus. Dies gilt insbesondere dann, wenn öffentliche digitale Anwendungen nicht richtig funktionieren. Im positiven Fall schafft eine reibungslos funktionierende App Anreize für eine bessere Akzeptanz und Bürgerbeteiligung. Im Idealfall schafft sie Freiräume für Behörden, um verbesserte und kundenorientierte Dienstleistungen anzubieten. Nach dem OECD-Rahmenkonzept „Citizens as Partners“ (2001) ist das Entwicklungspotenzial für ein besseres Miteinander erheblich.

Eine humanistische Ausrichtung einer Smart City kann auf Basis eines „Soft City Sensing“ (SCS)-Ansatzes bewirkt werden, bei dem der Dateninput für die Stadtplanung neu gedacht wird. Grundlage ist eine leistungsfähige digitale Infrastruktur, die das Internet der Dinge mit mobiler Breitbandkommunikation und innovativen Apps verknüpft. Dabei können Elemente von Soft City- und Smart City-Ansätzen kombiniert werden. Im Gegensatz dazu wird ein Smart-City-Ansatz, der allein die Datendimension physischer Objekte in den Vordergrund stellt und die menschlichen, sozialen und politischen Aspekte von Daten vernachlässigt, von (Madsen et al., 2022) als „Hard City Sensing“ (HCS) bezeichnet. Bei einem „Soft City Sensing“ können beispielsweise KI-Lösungen die Analyse des Feedbacks von Bürgern unterstützen, die sich aktiv beteiligen, Daten sammeln, zu Mitgestaltern von Apps, Mitbegründern und Innovatoren werden. Neben automatisierten Datenerfassungstechniken wie Sensoren sind eine hohe Transparenz von Projekten und Prozessen sowie eine offene Datenpolitik wahrscheinlich unabdingbar, um die Bürger zu aktivieren und eine erfolgreiche Umsetzung einer Smart City zu erreichen. Das Wohlwollen der Bewohner, Arbeitnehmer und Besucher und die tägliche Interaktion mit Smart-City-Anwendungen sind notwendige Voraussetzungen dafür, dass Smart Cities zu belastbaren, intelligenten und nachhaltigen Begegnungs- und Lebensräumen werden.

Die Allgegenwart von Technologie und die Überbetonung von Medieninteraktion in sozialen Medien können allerdings auch zu Isolation und digitaler Abhängigkeit führen. Intelligente Städte dienen auch als Raum für menschliche Interaktion durch den Einsatz von Technologie. Eine intelligente Stadt kann Aufmerksamkeit und Offenheit für Kultur, Bildung und städtische Besonderheiten digital unterstützen. Wenn dies zu unmittelbarer Kommunikation, Begegnung und Gesprächen beiträgt, wird die menschliche Dimension einer Stadt gestärkt. Dies kann zum Beispiel auch den Aufbau von Beziehungen zwischen Nachbarn oder innerhalb eines Viertels umfassen.



4.4 Technologische Risiken im Zusammenhang mit intelligenten Städten

Vernetzung und Computerisierung bringen Risiken mit sich. Besonderer Schutz ist für die sogenannten kritischen Infrastrukturen erforderlich. Dazu gehören neben der Energie-, Gesundheits- und Wasserversorgung auch die Bereiche Information und Telekommunikation, Medien und Verkehr. Sabotageakte und Cyberangriffen können erhebliche Auswirkungen auf die Infrastruktur und die Sicherheit und Lebensqualität der Bewohner haben. So ist beispielsweise die digitale Infrastruktur von Krankenhäusern immer wieder von Cyberangriffen betroffen, und es gibt Beispiele für die Erpressung von Städten und Gesundheitsdienstleistern. Neben der Cybersicherheit gibt es jedoch noch weitere wichtige IT-Themen. So muss beispielsweise ein Gleichgewicht zwischen Benutzerfreundlichkeit und Leistung sowie der Einhaltung digitaler Vorschriften und des Datenschutzes gefunden werden.

4.5 Traditionelle Herausforderungen bleiben bestehen

Neben den funktionalen Herausforderungen müssen bei der Planung auch soziale Aspekte berücksichtigt werden. Die wichtigsten Funktionen von Städten sind sanitäre und sichere Lebensbedingungen, ein Dach über dem Kopf, die Versorgung mit Lebensmitteln und anderen lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen sowie Möglichkeiten für Arbeit und Produktion. Ebenso wichtig sind die Dimensionen Kultur und Bildung sowie Städte als identitätsstiftende Räume. Nutzerorientierte intelligente Städte erleichtern den Lebensstil der Bürger und bieten öffentliche Dienstleistungen in Bereichen wie Energie, Abfallwirtschaft, Verkehr, Gesundheit, Bildung und Wohlbefinden. Intelligente Governance und effiziente öffentliche Verwaltung und Dienstleistungen sind ein zentrales Element einer funktionierenden und lebenswerten Smart City.

5. Die Investitionsperspektive: Finanzierung von Smart-City-Projekten

Die Finanzierung von Smart Cities – oder Leuchtturmprojekten – ist in der Regel eine komplexe Aufgabe. Für eine Finanzierung steht eine Vielzahl von Optionen bereit⁹:

1. Finanzierungen auf Regierungsebene
2. Lokale und regionale Finanzierungen
3. Gemeinschaftsfinanzierungen, Darlehen und Kommunalobligationen
4. Öffentlich-private Partnerschaften (PPP)
5. Private Finanzierungen

Dementsprechend gibt es ein breites Spektrum von Smart-City-Akteuren. Dazu gehören Kommunalregierungen und öffentliche Verwaltungsbehörden, Immobilienentwickler, Technologieanbieter, Geschäftsinhaber, Tourismusdienstleister und Tourismusverbände, und Bürgerinitiativen. Auf der Seite der Investoren

⁹ Siehe zum Beispiel auch <https://www.deloitte.com/global/en/Industries/government-public/perspectives/three-steps-for-financing-smart-cities.html> oder <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/unlocking-the-full-potential-of-city-revenues>



Intelligente Städte: Investitionen in die urbane Zukunft

können Banken, öffentliche und private Vermögensverwalter sowie Privatinvestoren beteiligt sein. Darüber hinaus sind Modelle wie Build-Own-Operate (BOO) oder Build-Operate-Transfer (BOT) typischerweise für Bauunternehmen oder Immobilienentwickler geeignet. Qualifizierte Infrastrukturanleihen sind Finanzierungsinstrumente, die speziell auf die Anforderungen von Smart Cities ausgerichtet sind, Finanzierungsrisiken reduzieren und einen größeren Nutzen für alle Beteiligten gewährleisten.

Nach Angaben der Europäischen Kommission (2016) haben private Investoren 10% der Investitionen in Smart Cities beigesteuert und weitere 41% als Partner mit öffentlichen Mitteln.

Finanzierungsoptionen, die typischerweise von intelligenten Städten gewählt werden

7

Option der Finanzierung	Prozentsatz
Sowohl öffentliche als auch private Mittel	41%
Mix aus öffentlichen Mitteln	19%
Öffentliche Mittel (staatliche Zuschüsse)	15%
Öffentliche Mittel (regionale Zuschüsse)	11%
Private Finanzierung	10%
Öffentliche Mittel (EU-Mittel)	4%

Quellen: Europäische Kommission (2016), Deutsche Bank Research

Zur Finanzierung von Smart-City-Projekten und zur Erzielung einer Rendite haben sich neue Ansätze und Finanzierungskonzepte entwickelt, die über die traditionellen Kreditinstrumente hinausgehen. Durch geeignete Messungen (Metered Services) können städtische Dienstleistungen einzelnen Nutzern zugeordnet werden, kombiniert mit Pay-per-Use-Systemen oder in Zusammenarbeit mit Werbepartnern. Bei einem leistungsorientierten Preismodell (Pay-for-Performance, P4P) hängt die Höhe der Vergütung davon ab, ob vorher definierte Erfolgsziele (z.B. Qualitäts-, Zufriedenheits- oder Verfügbarkeitskriterien bei Dienstleistungen) erreicht werden. Einer nutzungorientierten Zahlung (Pay-per-Use) liegt eine Benutzung bzw. der reale Verbrauch zugrunde. Die Erzielung von Einnahmen in Zusammenarbeit mit Werbepartnern wie Tourismusverbänden, Medien- und Marketingagenturen, um werbefinanzierte Dienste anzubieten, kann ein weiteres Element sein, um einen Beitrag zur Deckung der Betriebskosten zu leisten.

Die öffentliche Beschaffung von Innovationen (PPI) ist die Zusammenarbeit einer Smart City mit einem Ökosystem von Innovatoren aus der Industrie oder Forschungseinrichtungen, wobei die Stadt als Beschleuniger fungiert. Für die Stadtverwaltung ermöglicht sie die Einführung neuer Technologien, zum Beispiel mit Leuchtturmprojekten, während sie aus Sicht der privaten Anbieter die Innovationsfähigkeit fördert und das Exportpotenzial erhöht.

Derzeit ist die intelligente Infrastruktur mit 55 % das größte Segment. Andere Segmente wie intelligente Gebäude und Umweltlösungen werden in den kommenden Jahren voraussichtlich stärker wachsen.



Intelligente Stadtlösungen sind kapitalintensiv. Aus wirtschaftlicher Sicht müssen die Investitions-, Wartungs- und Betriebskosten für Smart-City-Lösungen dem Verbrauch und der Einsparung von Ressourcen und CO₂ sowie der Kosten- und Zeitersparnis für die Bürger gegenübergestellt werden.

Ein möglicher Ansatz für eine Kosten-Nutzen-Analyse könnte die Bewertung der folgenden Punkte umfassen:

- die Einsparung von Energie über die Energiepreise,
- die Einsparung oder Erzeugung von CO₂-Emissionen über den CO₂-Preis und
- die Zeitersparnis über die Höhe der Stundenlöhne.

Darüber hinaus könnten mit Umfragen die Zufriedenheit der Einwohner, der Pendler und der Unternehmen in einer intelligenten Stadt gemessen werden, um festzustellen, wie bestimmte Maßnahmen oder digitale Dienste wahrgenommen werden.

Eine weitere Herausforderung ist die Bewertung von seltenen, aber sehr kostenintensiven Ereignissen. Dazu gehören insbesondere Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen und Stromausfälle. Beispielsweise ließen sich Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Naturkatastrophen nutzen, um Kostenschätzungen vorzunehmen

Quelle: Deutsche Bank Research

6. Ausblick: Die Zukunft der intelligenten Städte

In den vergangenen Jahrzehnten war der Erfolg von Smart-City-Projekten oft begrenzt und die Zufriedenheit der Bewohner eher spärlich. So kämpften viele Ideen mit alltäglichen Problemen durch nicht funktionierende Software-Updates, witterungsbedingt ausfallende Sensoren oder einer Nutzungsüberlastung. Auf die Utopie einer schönen neuen digitalen Welt folgt oft die Ernüchterung¹⁰. Gleichzeitig eröffnet eine technologiezentrierte Analyse der Möglichkeiten der fortschreitenden technologischen Entwicklung bei hoher Verfügbarkeit von Smartphones und Netzwerken interessante Perspektiven für Smart Cities. Im Laufe der letzten Jahre wurden viele Anwendungen für Smart Cities und technische Standards¹¹ weiterentwickelt. Auch die Nutzerzahlen und die Nutzungsdichte von digitalen Diensten und dem Internet der Dinge haben zugenommen.

Mit Blick auf menschenorientierte urbane Dimensionen lassen sich eine Reihe innovativer Konzepte finden. City 5.0¹² beispielsweise ist ein neues bürgerzentriertes Gestaltungsparadigma für zukünftige Städte, das auf Interaktion und Partizipation aufbaut. Das Konzept der Soft Cities (Sim 2019) räumt der menschlichen Dimension der modernen Stadtarchitektur eine zentrale Bedeutung ein. Die urbane Lebensqualität mit Promenaden, Ruhezonen und Naherholungsmöglichkeiten spielt eine wichtige Rolle. Einzelhandelskonzepte sollten die Funktionalität von Stadtzentren und Städten als Einkaufszentren berücksichtigen. Eine Kombination aus Soft Cities und Smart Cities (Konzept des „Soft City Sensing“) mit einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur in Verbindung mit dem Internet der Dinge, mobiler Breitbandkommunikation und innovativen Apps kann zu einer Belebung von Stadtzentren beitragen.

Nachhaltige Smart-City-Modelle erfordern eine finanzpolitisch solide Finanzierung und Rentabilität. Aus der Investitionsperspektive sind dazu öffentlich-private Partnerschaften und private Investitionen Finanzierungsoptionen, auch in Verbindung mit Investitionen durch staatliche Fonds, kommunale Anleihen oder Darlehen. Zu den neueren Ansätzen gehören innovative leistungsbezogene (Pay-for-Performance) bzw. nutzungsabhängige (Pay-per-Use)

¹⁰ Townsend, Anthony M. (2013). Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia. W.W. Norton & Company. New York, London.

¹¹ Siehe zum Beispiel: Gopstein, Avi et al. (2021). NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. [Online] URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1108r4>

¹² Becker, Joerg et al. (2023). City 5.0: Citizen Involvement in the design of future cities. Electronic Markets, Band 33, Ausgabe 10. [Online] URL: <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00621-y>



Intelligente Städte: Investitionen in die urbane Zukunft

Vergütungssysteme, die die Einführung technologischer Innovationen ermöglichen und die angespannten öffentlichen Haushalte durch die anteilige Finanzierung der Betriebskosten entlasten können. Solche Finanzierungsoptionen eröffnen für Smart Cities neue und interessante Möglichkeiten.

Hermann P. Rapp (+49 69 910-43893, hermann-paul.rapp@db.com)

Jochen Möbert (+49 69 910-31727, jochen.moebert@db.com)

Bibliografie

Augusto, Juan Carlos (Hrsg.) (2021). *Handbook of Smart Cities*. Springer Nature Schweiz.

Belaid, Fateh und Arora, Anvita (2024). *Smart Cities. Social and Environmental Challenges and Opportunities for Local Authorities*. Springer Nature Schweiz AG. [Online] Verfügbar unter: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-35664-3>

Cosgrave, Ellie et al. (2014). *The Smart City from a Public Value Perspective*. Proceedings of 2nd International Conference on ICT for Sustainability, Stockholm, Sweden: Atlantic Press.

Ekman, Alice (2019). *China's Smart Cities. The new geopolitical battleground*. Französisches Institut für Internationale Beziehungen (IFRI), Paris. [Online] Verfügbar unter: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/ekman_smart_cities_battleground.pdf

Europäische Kommission (2016). *Analyse des Potenzials für die großflächige Einführung von integrierten Lösungen für intelligente Städte und Gemeinden*. Europäische Kommission, Brüssel. Juni 2016.

EU EIP-SCC (2020). *Europäische Innovationspartnerschaft für intelligente Städte und Gemeinden*. Generaldirektion für Forschung und Innovation. Europäische Kommission, Brüssel.

Galati, Stephen R. (2018). *Funding a Smart City - From Concept to Actuality*. In: McClellan, Stan et al. (eds.) *Smart Cities. Applications, Technologies, Standards, and Driving Factors*. Springer International. Kapitel 2, S. 17-39.

Glaeser, Edward (2011). *Triumph of the City*. Pan Macmillan.

Madsen, Anders Koed et al. (2022). *Soft City Sensing: A turn to computational humanities in data-driven urbanism*. *Cities*, Vol. 126. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103671>

Manville, Catriona et al. (2014). *Mapping Smart Cities in the EU*. European Parliament. [Online] Verfügbar unter: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET%282014%29507480_EN.pdf

Mora, Luca et al. (2017). *The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis*. *Journal of Urban Technology*, Vol. 24:1, pp. 3-27. [Online] Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2017.1285123>

Mukim, Megha und Mark Roberts (2022). *Thriving: Making cities green, resilient, and inclusive in a changing climate*. Weltbankgruppe, Washington, D.C.

NMSC (2023). *Smart Cities Market. Global Analysis and Forecast till 2030*. Next Move Strategy Consulting (NMSC). URL: <https://nextmsc.com/>

Sim, David (2019). *Soft City: Building Density for Everyday Life*. Island Press, Washington D.C./Covelo/London.



Deutschland-Monitor

In der Reihe „Deutschland-Monitor“ greifen wir politische und strukturelle Themen mit großer Bedeutung für Deutschland auf. Darunter fallen die Kommentierung von Wahlen und politischen Weichenstellungen sowie Technologie- und Branchenthemen, aber auch makroökonomische Themen, die über konjunkturelle Fragestellungen – die im Ausblick Deutschland behandelt werden – hinausgehen.

Unsere Publikationen finden Sie unentgeltlich auf unserer Internetseite www.dbresearch.de. Dort können Sie sich auch als regelmäßiger Empfänger unserer Publikationen per E-Mail eintragen.

Für die Print-Version wenden Sie sich bitte an:
Deutsche Bank Research
Marketing
60262 Frankfurt am Main
Fax: +49 69 910-31877
E-Mail: marketing.dbr@db.com

Schneller via E-Mail:
marketing.dbr@db.com

- ▶ **Intelligente Städte:**
Investitionen in die urbane Zukunft 6. November 2023
- ▶ **Deutsche Industrie: Strukturwandel im Gange** 3. November 2023
- ▶ **Strukturelle Angebotsengpässe:**
Hemmschuh für Wachstum und Energiewende ... 18. September 2023
- ▶ **E-Mobilität: Wettbewerb um Marktanteile wird intensiver** 14. Juli 2023
- ▶ **Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland** 5. Juli 2023
- ▶ **Kosten der Stromerzeugung:**
Auf die Systemkosten kommt es an 30. Mai 2023
- ▶ **Ausblick auf den deutschen Wohnungsmarkt 2023:**
Preisdelle und Zinsgipfel voraus 18. April 2023
- ▶ **Digitaler Aufbruch für Deutschland:**
Digitalstrategie der Bundesregierung 2022-2025 25. Oktober 2022
- ▶ **Deutschem Arbeitsmarkt droht schwieriger Winter** ... 13. Oktober 2022
- ▶ **Energiekrise trifft Industrie bis ins Mark** 5. Oktober 2022

© Copyright 2023. Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research, 60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis zur Erbringung von Bankgeschäften und Finanzdienstleistungen verfügt und unter der Aufsicht der Europäischen Zentralbank (EZB) und der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) steht. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Filiale London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die von der UK Prudential Regulation Authority (PRA) zugelassen wurde und der eingeschränkten Aufsicht der Financial Conduct Authority (FCA) (unter der Nummer 150018) sowie der PRA unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Inc. genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.