

— Intelligente Quartiere als Schlüsselemente lebenswerter und nachhaltiger Smart Cities

Alexander Viehl, Jana Deckers, Fabian Kern, Anna Sossdorf, Benjamin Zeilfelder, Ömer Şahin Taş, Rüdiger Dillmann



Inhalt

| | |
|---|-----------|
| 1 Vision | 4 |
| 2 Unser Ansatz für die Herausforderungen auf dem Weg zu Intelligenten Quartieren | 6 |
| 2.1 Themencluster in der Entwicklung von Intelligenten Quartieren | 6 |
| 2.1.1 Lebensqualität und Gemeinschaft in Intelligenten Quartieren | 6 |
| 2.1.2 Infrastruktur | 7 |
| 2.1.3 Wirtschaftliches Ökosystem | 8 |
| 2.1.4 Mobilität | 9 |
| 2.1.5 Organisation, Verwaltung und Bürgerbeteiligung | 11 |
| 2.2 Zentrale technologische Bausteine | 12 |
| 2.2.1 Digitale Plattform | 12 |
| 2.2.2 Digitale Dienste | 12 |
| 2.2.3 Internet of Things | 13 |
| 2.3 Menschenzentrierte und organisationsbezogene Umsetzungsprinzipien | 13 |
| 2.3.1 Neuartige Geschäftsmodelle | 13 |
| 2.3.2 Prozessoptimierung | 13 |
| 2.3.3 Kreislaufwirtschaft | 13 |
| 2.3.4 Sharing | 14 |
| 2.3.5 Partizipation | 14 |
| 3 Smart-City-Aktivitäten und zentrale Bausteine | 15 |
| 3.1 Bestehendes Wissen, etablierte Definitionen und erste Konzepte | 15 |
| 3.1.1 Wie werden Smart City und Intelligente Quartiere definiert? | 15 |
| 3.1.2 Was sind erfolgversprechende Konzepte und Umsetzungsszenarien? | 16 |
| 3.2 Zwischenfazit: Grundvoraussetzungen für Intelligente Quartiere | 18 |
| 4 Unsere Empfehlungen an die Politik | 20 |
| 4.1 Kommission aus Expert*innen | 20 |
| 4.2 Bundesverband | 20 |
| 4.3 Fachkongress | 21 |
| 4.4 Experimentierfelder | 21 |
| 4.5 Referenzdistrikte | 21 |
| 4.6 Digitale Plattform | 22 |
| 4.7 Steuerliche Anreize | 22 |
| 4.8 Experimentierklauseln | 23 |
| 5 Zusammenfassung | 24 |
| 6 Literaturverzeichnis | 25 |

Über das FZI 28
Kontakt..... 28

1 Vision

Mehr IQ für Städte: Intelligente Quartiere für nachhaltiges und lebenswertes Leben und Arbeiten

In einer idealen Zukunft sind Smart Cities weit mehr als nur technologisch fortschrittliche Städte. Sie sind pulsierende Ökosysteme, in denen alle Aspekte des städtischen Lebens miteinander verknüpft sind. Herzstück dieser Städte sind die Intelligenen Quartiere – zukunftsorientierte, zusammenhängende Gebiete, die von Nachhaltigkeit, Vernetzung und Partizipation geprägt sind, um ein bestmögliches Leben und Arbeiten für alle zu ermöglichen. Sie entstehen sowohl durch den Neubau als auch insbesondere durch die umfassende Modernisierung und Aufwertung bestehender Liegenschaften. Erst durch die synergetische Verknüpfung mehrerer Intelligenter Quartiere entsteht das komplexe Ökosystem einer Smart City mit umfassenden und vielschichtigen Hebeln für Nachhaltigkeit, Lebensqualität und Wirtschaftskraft.

Die Digitalisierung sowie die digitale Vernetzung und die Nutzung der sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Mehrwerte ist das Schlüsselkonzept hinter den Intelligenen Quartieren der Zukunft. Der Aufbau und die Nutzung digitaler Plattformen für digitale Dienste unterschiedlichster Art, die Implementierung eines Internet of Things (IoT) sowie die Verfügbarkeit von Echtzeitdaten bilden die Basis, um die Potenziale für nachhaltige, lebenswerte und wirtschaftsstarke Intelligente Quartiere der Zukunft zu heben.

Nachhaltigkeit in Intelligenen Quartieren zeichnet sich nicht nur durch den sparsamen Umgang mit natürlichen Ressourcen aus, sondern auch durch die Mehrfachnutzung von Flächen, die Ver- und Entsorgung auf Basis erneuerbarer Energien sowie durch Elektromobilität und innovative Verkehrskonzepte.

Die digitale Vernetzung bietet Möglichkeiten, natürliche Ressourcen wie Wasser, Energie, Rohstoffe und Flächen so effizient wie möglich zu nutzen. Beispielsweise werden Flächen im öffentlichen Raum gezielt für Mehrfachnutzungen ausgewiesen und ressourcenschonende Kreislaufwirtschaftssysteme etabliert. Elektromobilität und erneuerbare Energien sind selbstverständlich, intelligente Gebäudetechnologien ermöglichen ein komfortables und energieeffizientes Wohnen und Arbeiten und tragen dazu bei, den CO₂-Fußabdruck zu reduzieren. Intelligente Quartiere sind aktiver Bestandteil des Energiesystems und stellen der Energiewirtschaft Energieflexibilität zur Verfügung, um einen Beitrag zu einer stabilen Energieversorgung und dem Gelingen der Energiewende zu leisten. Aufbereitete Echtzeitdaten helfen, kommunale Aufgaben wie die Abfallentsorgung zu optimieren, indem beispielsweise Mülltonnen bedarfsgerecht geleert werden und dadurch auch der Verkehr reduziert wird.

Intelligente Verkehrssteuerungen tragen dazu bei, den Verkehrsfluss zu verbessern und die Umweltbelastung zu reduzieren, indem sie dafür sorgen, dass Fahrzeuge effizienter unterwegs sind und Staus vermieden werden. Ein wichtiger Aspekt der Intelligenen Quartiere ist auch die Integration von automatisierten, bedarfsgesteuerten Mobilitätslösungen in den öffentlichen Verkehr. Durch den Einsatz autonomer Fahrzeuge können nicht nur Kosten und Emissionen eingespart, sondern auch den Flächenbedarf für den ruhenden Verkehr reduzieren. Darüber hinaus können autonome Fahrzeuge dazu beitragen, den Verkehrsfluss in den Intelligenen Quartieren zu verbessern und die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Öffentliche Mobilitätskonzepte helfen, den motorisierten Individualverkehr zu reduzieren und damit das Verkehrsaufkommen in Intelligenen Quartieren zu reduzieren.

Die Digitalisierung sorgt dafür, dass Intelligente Quartiere effizient und nachhaltig betrieben werden können. Gleichzeitig wird durch den Einsatz innovativer Technologien, die Automatisierung und die durchgängige Digitalisierung von Prozessen und damit effizientere und zeitsparendere Prozesse ein Zugewinn an Lebensqualität erreicht. Das Leben in Intelligenen Quartieren zeichnet sich durch hohen Wohn- und Arbeitskomfort sowie digitalen Komfort aus. Dazu tragen die Vorteile nachhaltiger und intelligenter Quartiere,

kurze Wege zwischen Wohnen und Arbeiten sowie moderne Arbeitskonzepte bei. Intelligente Quartiere sind aber mehr als nur Technologie – sie sind lebendige Gemeinschaften, in denen Menschen interagieren und kooperieren. Eine möglichst breite und vielfältige Ansprache sowie analoge und digitale Beteiligung der Bewohner*innen ist dabei essenziell, um die verschiedenen Perspektiven auf die Intelligenen Quartiere von morgen aus Sicht der lokalen Gemeinschaften einzubinden.

Die Bürger*innen haben eine Stimme in der partizipativen und kollaborativen Planung und Gestaltung ihrer Umgebung und können aktiv an der nachhaltigen Entwicklung ihres Stadtteils teilhaben, so dass Intelligente Quartiere wirklich für die Menschen gebaut werden, die dort leben und arbeiten. Der Grundstein für diese Gemeinschaft wird durch die Gestaltung des öffentlichen Raums gelegt, der als Treffpunkt für Bewohner*innen und Besucher*innen dient. Grünflächen, Sitzgelegenheiten und Kreativräume laden Menschen ein, sich zu treffen, sich auszutauschen und zu entspannen. Die ganzheitliche und partizipative Planung verbindet dabei die verschiedenen Aspekte der Stadtentwicklung wie Nutzung des öffentlichen Raums, Ver- und Entsorgung, Mobilität und Infrastruktur zu einem umfassenden Konzept.

Intelligente Quartiere zeichnen sich auch durch ein erhöhtes Sicherheitsgefühl aus. Echtzeitüberwachung, schnelle Reaktionsfähigkeit auf Notfälle durch Vernetzung, verbesserte Verkehrsüberwachung und -regelung und insbesondere auch die Partizipation der Bürger*innen tragen dazu bei.

Die Entwicklung digitaler Plattformen und Dienste stärkt das lokale Wirtschaftsökosystem und führt auch traditionellere Unternehmen in das digitale Zeitalter. Durch diese modernen Vernetzungsmöglichkeiten entstehen neue Chancen und Kooperationsmöglichkeiten. Insbesondere die Schaffung von quartierübergreifenden Plattformen und Diensten trägt dazu bei, Kooperationen zu fördern und die Regionalität zu stärken, indem lokale Wertschöpfungsketten unterstützt werden. Gleichzeitig ermöglicht dies beispielsweise die Gestaltung neuer Arbeitswelten in Form von Coworking Spaces oder neuer Geschäftsmodelle im Bereich der Sharing Economy.

Im Intelligenen Quartier der Zukunft ermöglichen digitale Dienste auf digitalen Plattformen die Etablierung innovativer Geschäftsmodelle und erleichtern die Skalierung wirtschaftlich tragfähiger Geschäftsmodelle, insbesondere auch durch die gewinnbringende Nutzung von Skalen- und Netzwerkeffekten.

Zusammenfassend können Intelligente Quartiere als lebendige und nachhaltige Gemeinschaften beschrieben werden, die sich durch fortschrittliche Technologie, nachhaltige Energieversorgung und gemeinschaftsorientierte Planung auszeichnen. In diesen Intelligenen Quartieren ist Technologie ein Mittel, um das Leben der Menschen zu verbessern und sie in die Lage zu versetzen, sich aktiv an der Gestaltung ihrer Umwelt zu beteiligen. Durch die umfassende Vernetzung der Intelligenen Quartiere entsteht ein reales und digitales Netzwerk, in dem Synergien entstehen und eine Vision Realität wird: eine ganzheitliche Smart City. Intelligente Quartiere sind nicht nur der Weg in die Zukunft, sondern auch eine Chance, die Lebensqualität in den Städten schon heute Schritt für Schritt zu verbessern.

2 Unser Ansatz für die Herausforderungen auf dem Weg zu Intelligenten Quartieren

Eine vernetzte Gesellschaft, deren Lebensqualität durch die intelligente Nutzung von digitalen Technologien erhöht wird, beschreibt die Vision von Intelligenten Quartieren. Jedoch stehen Fragen im Raum: Welche Aspekte sind aus heutiger Sicht kritisch für die wahrgenommene Lebensqualität in Städten und Quartieren? Wie kann Nachhaltigkeit durch die Umsetzung unterstützt werden? Was steht den Intelligenten Quartieren im Weg? Im Folgenden werden die aktuellen Herausforderungen und Entwicklungshemmnisse in fünf Themenclustern beschrieben.

2.1 Themencluster in der Entwicklung von Intelligenten Quartieren

Das Augenmerk liegt nun auf einer detaillierten Untersuchung der spezifischen Themencluster. Diese Cluster repräsentieren Gruppen von eng verknüpften Themen und Herausforderungen, die gemeinschaftlich spezifische Segmente innerhalb der Entwicklung von Intelligenten Quartieren abdecken. Dazu zählen die Bereiche Lebensqualität, Infrastruktur, das wirtschaftliche Ökosystem, Mobilität sowie die öffentliche Verwaltung und Bürger*innen.

2.1.1 Lebensqualität und Gemeinschaft in Intelligenten Quartieren

Insbesondere in Großstädten wächst die Vielfalt in der Gesellschaft und damit entsteht eine Heterogenität im Hinblick auf die Wünsche und Bedürfnisse der lokalen Gemeinschaft im Quartier [29]. Es fehlt an Räumlichkeiten, Infrastruktur und Angeboten, um ein Miteinander der Bürger*innen auf Augenhöhe zu gestalten [38]. Gleichzeitig gibt es auch Defizite in der Kommunikation bereits bestehender Angebote und es mangelt allgemein an Handlungsmöglichkeiten – nicht nur für Individuen, sondern auch innerhalb einer Gemeinschaft. Ebenso wächst der Wunsch nach einem nachhaltigen und ressourcenschonenden Zusammenleben. Eine weitere Herausforderung in der Gemeinschaft sind die großen Unterschiede in der Lebensqualität der Bewohner*innen. Außerdem zählen der eingeschränkte Zugang zum Gesundheitswesen, die Hürden für sozial schwache Milieus und hohe sprachliche Anforderungen zu den Herausforderungen innerhalb von Intelligenten Quartieren. Dies gilt auch für fehlende Angebote im Bereich Bildung und Kultur für alle Bewohner*innen [45].

In Intelligenten Quartieren der Zukunft sollen digitale Dienste und Plattformen ein partizipatives Miteinander in vielfältigen heterogenen Gesellschaften ermöglichen und damit die Lebensqualität steigern. IoT-basierte Sensorik und Aktorik im öffentlichen Raum sollen zum Beispiel durch adaptive Beleuchtung und Notfallerkennung Komfort und Sicherheit steigern. Neben Informationen aus allen Lebensbereichen wie dem Vereinsleben sollen dadurch niederschwellige Angebote wie Nachbarschaftshilfe und Bürgerprojekte barrierefrei zugänglich werden. Dabei soll die gemeinsame Nutzung von physischen Ressourcen wie Räumlichkeiten für Vereine oder Flächen für gemeinschaftliche Gartenbauprojekte durch die Dienste und Plattformen Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung gestatten. Zur breiten Nutzung dieser neu geschaffenen Möglichkeiten soll begleitend zu ihrer Einführung informiert und zu Mehrwerten sensibilisiert werden und es sollen Anreize zum Einsatz geschaffen werden.

| | Kurzfristig umsetzbare „Low Hanging Fruits“ | Mittel- bis langfristige Projekte | Langfristig visionäre Initiativen |
|------------------------------|---|--|---|
| Ziel | <i>Summary: Nutzen und Sharing bestehender Dienste und öffentlicher Liegenschaften optimieren</i> | <i>Summary: Breites Private/Public Sharing und neue Dienste in der Gemeinschaft</i> | <i>Summary: Durchgängige und umfassende digitale Partizipation und Sharing</i> |
| Organisatorische Maßnahmen | Sharing von öffentlichen Immobilien und Räumen für Bürger*innen | Sharing öffentlicher und privater Investitionsgüter | Partizipativer Ausbau gemeinsamer Bauprojekte, Flächennutzung und Anschaffungen |
| Technologische Maßnahmen | Optimierung bestehender Dienste für Bürger*innenbeteiligung | Neuartige Plattform für Bürgerdienste | Partizipatives und digitales Sharing |
| Menschenzentrierte Maßnahmen | Sensibilisierung zu Diensten und Sharing | Sensibilisierung und Schulung (Qualifikation) zu Nachhaltigkeit, Sharing und Kreislaufwirtschaft | Anreize und Geschäftsmodelle für umfassendes Sharing |

Tabelle 1: Empfehlungen für die Entwicklung und Umsetzung von Lebensqualität und Gemeinschaft in Intelligenen Quartieren in bestehenden Stadtgebieten.

2.1.2 Infrastruktur

Intelligente Quartiere der Zukunft müssen darauf ausgelegt sein, auf die Auswirkungen des Klimawandels reagieren zu können. Extreme Wetterbedingungen wie Überflutungen oder das Aufheizen der Innenstädte durch die aktuelle Infrastruktur sind nur zwei Beispiele hierfür [42, 44]. Die Verkehrsinfrastruktur nimmt sowohl in Form von Straßen, Parkplätzen etc. viel Raum ein, der mit immer größer werdenden Städten und Quartieren zudem auch stetig steigt [43]. Gleichzeitig steigen auch die Herausforderungen bei der Ver- und Entsorgung der Städte und Quartiere [50]. Zudem sind die Sanierungsbedürftigkeit von Bestandsgebäuden und die fehlenden technischen Voraussetzungen für ein intelligentes, nachhaltiges Gebäude- und Energiemanagement problematisch [31]. Der Wunsch nach attraktiven Lebensräumen mit offenen und grünen Konzepten wächst und der Zugang zu diesen muss für alle ermöglicht werden. Die fehlende Barrierefreiheit im öffentlichen Raum ist ebenso eine wichtige Herausforderung [36].

Im Intelligenen Quartier der Zukunft bildet eine vernetzte Infrastruktur die Grundlage für zahlreiche darauf aufbauende digitale Services in unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Neben der Versorgung mit zukunftsfähigen drahtgebundenen und drahtlosen Kommunikationstechnologien (Glasfaser, 5G, LoRaWAN, WLAN etc.) steht vor allem die Digitalisierung der Ver- und Entsorgung im Fokus. Dies umfasst sowohl die dezentrale, grüne, nachhaltige und vernetzte Energieversorgung (Smart Grids) mit Fokus auf Sektorenkopplung und dem Einsatz intelligenter Gebäude- und Energiemanagementsysteme zur Steuerung der Energieflüsse im Quartier als auch die Wasser- und Abwasserwirtschaft und den Hochwasserschutz. Vernetzte Sensoren und Aktoren bilden das Internet der Dinge im Intelligenen Quartier. Es wird durch flächendeckend installierte Aktoren und Sensoren aufgebaut, die mit einer zentralen digitalen Plattform zur Speicherung, Analyse, Auswertung und Visualisierung verbunden sind. Diese Plattform stellt Schnittstellen zur

Verfügung und bildet die Basis für neue Geschäftsmodelle der Zukunft. Wichtig ist auch die Berücksichtigung von Bestandsinfrastruktur und das Retrofitting ebendieser.

Zudem ist die effiziente und nachhaltige Nutzung von städtischen Flächen und Ressourcen ein weiterer Schlüsselaspekt. Dies beinhaltet die intelligente Planung und Gestaltung des städtischen Raums, die Förderung von multifunktionalen Nutzungskonzepten und die Investition in nachhaltige Infrastruktur. Der Fokus liegt auf der Schaffung von Räumen, die die Lebensqualität verbessern und gleichzeitig ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit gewährleisten.

| | Kurzfristig umsetzbare „Low Hanging Fruits“ | Mittel- bis langfristige Projekte | Langfristig visionäre Initiativen |
|------------------------------|---|---|---|
| Ziel | <i>Nutzung vorhandener Infrastruktur optimieren</i> | <i>Infrastruktur und neue Basiskomponenten ausbauen</i> | <i>Nachhaltige, digitalisierte, vernetzte und offene Infrastruktur neu schaffen</i> |
| Organisatorische Maßnahmen | Retrofitting bestehender Infrastruktur | Entwicklung einer digitalisierten und vernetzten nachhaltigen Infrastruktur | Partizipative Entwicklung einer digitalisierten, vernetzten, offenen und nachhaltigen Infrastruktur |
| Technologische Maßnahmen | Zentrale Anlaufstelle für vorhanden Infrastrukturangebote/-dienste schaffen und Best Practises/Leuchtturmprojekte aufzeigen | Aufbau der Basis einer digitalisierten und vernetzten Infrastruktur | Zentrale Daten- und Quartiersplattform |
| Menschenzentrierte Maßnahmen | Sensibilisierung für nachhaltige Infrastruktur durch neue Technologien | Entwicklung breit gefächerter, zielgruppenspezifischer Angebote für nachhaltige Infrastruktur | Vielfältige Partizipationsmöglichkeiten zur Schaffung neuer nachhaltiger Infrastruktur |

Tabelle 2: Empfehlungen für die Entwicklung und Umsetzung von Infrastruktur in Intelligenen Quartieren in bestehenden Stadtgebieten.

2.1.3 Wirtschaftliches Ökosystem

Durch die steigende Komplexität von Produkten in vielen Branchen wächst auch die Bedeutung von Dienstleistungsangeboten rund um das Produkt. Diese sind nicht nur auf den direkten Erwerb ausgerichtet, sondern orientieren sich an dem gesamten Produktlebenszyklus vom Produktdesign bis zum Recycling. Die Umsetzung dieser Dienstleistungen schreitet jedoch aufgrund des Fachkräftemangels nur langsam voran. Ebenso fehlt es an Weiterbildungsangeboten sowie an der Wahrnehmung von entsprechenden Qualifikationsangeboten [40]. Eine weitere große Herausforderung auf dem Weg zu Intelligenen Quartieren ist die fehlende flächendeckende Digitalisierung der Wirtschaft. Akzeptanzprobleme von neuen Technologien in traditionellen und wenig digitalisierten Betrieben hindern die Einführung von digitalen Innovationen für regionale Ökosysteme [46].

Im wirtschaftlichen Ökosystem der Zukunft existieren drei relevante Stellschrauben: Digitalisierung, Vernetzung und Qualifizierung. Diese drei Säulen tragen die Vision einer holistischen Plattform für ein distriktübergreifendes regionales Internet of Things and Services zum automatisierten Anbieten, Vernetzen und Umsetzen von Produkten und Dienstleistungen. Es existiert bereits eine entsprechende Infrastruktur in wirtschaftlichen Sektoren, die durch eine geeignete Sensibilisierung für andere Bereiche einfach adaptierbar ist. Hierbei steht nicht nur die Verteilungen von Informationen für B2B- oder B2C-Geschäftsmodelle im Vordergrund, sondern ebenfalls ein niedrigschwelliger Zugriff, der zielgruppengerecht Angebot und Nachfrage koordiniert. Die konsequente Weiterentwicklung bestehender Konzepte und Infrastruktur lassen innovative Geschäftsmodelle, wie Green Sharing, entstehen, die wiederum lokale Wertschöpfungsketten unterstützen. Dabei müssen auch Schnittstellen zu anderen Themenclustern, wie Infrastruktur oder auch Mobilität beachtet werden. Ein Beispiel sind die Anforderungen von stationärem Verkauf an die innerstädtische Logistik. Durch die Integration grüner und nachhaltiger Praktiken, wie in der Kreislaufwirtschaft vorgesehen, könnte dieses System die Resilienz stärken und eine umweltfreundlichere Wirtschaft fördern.

| | Kurzfristig umsetzbare „Low Hanging Fruits“ | Mittel- bis langfristige Projekte | Langfristig visionäre Initiativen |
|------------------------------|---|---|--|
| Ziel | <i>Nutzung und Sharing bestehender Dienste und Ressourcen optimieren (FKE)</i> | <i>Möglichkeiten für digitale Kooperationen ausbauen (FKE)</i> | |
| Organisatorische Maßnahmen | Sharing von gewerblichen Immobilien und Ressourcen | Auf- und Ausbau von digitalen Selbstbeschreibungen und Zertifizierungen | Verflechtung von intelligenten Quartieren, grünen Städten und vernetzen Ökosystemen zu einer Einheit |
| Technologische Maßnahmen | Zugang und Optimierung von bestehenden digitalen Diensten für datengetriebenes Arbeiten | Aufbau von Datenräumen (technische Plattformen) mit digitalen Diensten | Aufbau von Datenökosystemen |
| Menschenzentrierte Maßnahmen | Sensibilisierung zum Wandel der Arbeitswelt durch neue Technologien | Sensibilisierung und Ausbau von zielgruppenorientierten Qualifikationsmaßnahmen | Partizipative Geschäftsmodelle |

Tabelle 3: Empfehlungen für die Entwicklung und Umsetzung des wirtschaftlichen Ökosystems in Intelligenen Quartieren in bestehenden Stadtgebieten.

2.1.4 Mobilität

Das kontinuierliche Wachstum der Städte stellt eine erhebliche Herausforderung für die Mobilitäts- und Logistiksysteme dar. Zum einen fehlen Alternativen zum Individualverkehr, zum anderen erhöht sich die Komplexität der Anlieferung und der Versorgungskette [28]. Dies hat unter anderem zur Folge, dass sich die Luftqualität verschlechtert und die Geräuschbelastigung in Städten erhöht [37]. Ebenso fehlt es an flexiblen, intermodalen Verkehrskonzepten, die die reibungslose Fortbewegung, sowohl von Gütern, als auch von Menschen innerhalb von Quartieren, sowie quartiersübergreifend, möglich machen. Solche Verkehrskonzepte

sind vielerorts noch nicht genügend ausgebaut, da die Implementierung diese weiteren Herausforderungen mit sich bringt [39]. Zu guter Letzt wird oft die Bedeutung der barrierefreien Zugänglichkeit von Mobilitätssystemen unterschätzt, obwohl sie unerlässlich ist.

Die Integration von smarten Mobilitätslösungen repräsentiert einen grundlegenden Wandel in der Planung und Nutzung von Mobilität. Neuartige Technologien ermöglichen die Effizienz in Bezug auf Zeit, Energie und Sicherheit im Verkehrsbereich signifikant zu steigern. Ein Schlüsselaspekt dieser Entwicklung sind Anreizsysteme, die einen Verzicht auf private Fahrzeuge fördern und stattdessen die Nutzung gemeinschaftlicher Verkehrsmittel und deren Infrastrukturen unterstützen.

Städte können durch solche Anreize und zielgerichtete Maßnahmen, das Bewusstsein und Verhalten ihrer Bürger*innen maßgeblich beeinflussen. Dies trägt zu einer direkten Verringerung des Verkehrsaufkommens, einer Senkung der Abgas- und Lärmemissionen sowie einer Steigerung der Lebensqualität in urbanen Räumen bei. Darüber hinaus ermöglicht diese Umorientierung nicht nur eine Reduzierung umweltbedingter Belastungen, sondern auch eine effizientere Nutzung von städtischen Flächen und Räumen und kann zur Vereinfachung von Anlieferungs- und Versorgungsketten beitragen.

Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg dieser neuen Mobilitätsformen ist die Entwicklung von Prozessen und Plattformen, die sowohl deren Einführung erleichtern als auch deren Effizienz erhöhen. Dies schließt die Implementierung einer automatisierten multimodalen Güterlogistik und die Errichtung automatisierter Logistikhubs mit ein. Ebenso wichtig ist die Integration von Barrierefreiheit und Diskriminierungsfreiheit, um sicherzustellen, dass Mobilitätslösungen für alle Menschen zugänglich und nutzbar sind. Dies erfordert die Entwicklung inklusiver Plattformen und Dienste, die allen Nutzergruppen offenstehen.

Ein weiterer wichtiger Baustein in diesem Kontext ist Mobility as a Service (MAAS). MAAS kombiniert verschiedene Verkehrsmittel auf einer einzigen Plattform, um eine individuell angepasste Mobilität zu ermöglichen. Insgesamt hat Smart Mobility das Potenzial, nicht nur die Art und Weise, wie wir uns fortbewegen, grundlegend zu verändern, sondern auch unsere Städte nachhaltiger, lebenswerter und zukunftsorientierter zu gestalten.

| | Kurzfristig umsetzbare „Low Hanging Fruits“ | Mittel- bis langfristige Projekte | Langfristig visionäre Initiativen |
|----------------------------|---|---|---|
| Ziel | <i>Nutzen und Sharing bestehender Dienste und öffentlicher Liegenschaften</i> | <i>Ausbau Infrastruktur und neue Dienste</i> | <i>Mobilität neu denken</i> |
| Organisatorische Maßnahmen | Förderung gemeinschaftlicher Verkehrsmittel | Implementierung von multimodalen Mobilitätsdiensten | <i>Entwicklung einer umfassenden und vernetzten Mobilitätsplattform</i> |
| Technologische Maßnahmen | Erweiterung von Verkehrsleitsystemen und grüne Welle | Ausbau effizienter Verkehrsinfrastruktur (intelligente Verkehrsleitsysteme) | Vernetzung von Mobilitätsdiensten |

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Menschenzentrierte Maßnahmen | Sensibilisierung für nachhaltige Mobilitätskonzepte | Entwicklung zielgruppenorientierter Mobilitätsangebote | Entwicklung bedarfsorientierter Mobilität (MaaS) |
|------------------------------|---|--|--|

Tabelle 4: Empfehlungen für die Entwicklung und Umsetzung von Mobilität in Intelligenen Quartieren in bestehenden Stadtgebieten.

2.1.5 Organisation, Verwaltung und Bürgerbeteiligung

Die städtische Verwaltung und Organisation schaffen den Rahmen für die Ausgestaltung von grünen Lebensräumen, Infrastruktur und nachhaltiger Mobilität. Mangelnde und lückenhafte digitale Verwaltungsprozesse erschweren die Umsetzung und Beteiligung von relevanten Expert*innen auf dem Weg zu Intelligenen Quartieren [41]. Die öffentliche Ordnung und Sicherheit stellen eine weitere Herausforderung für die Gemeinschaften in Städten und Quartieren dar [47]. In diesem Kontext steigt der Anspruch sowohl an die kontinuierliche Verbesserung der öffentlichen Sicherheit in der Stadt, sowie an die Sicherheit und Zuverlässigkeit der digitalen Infrastruktur einer Smart City [34]. Zuletzt, ist die Beteiligung von Bürger*innen an demokratischen Prozessen sowie an der Mitgestaltung der Stadt eine wichtige Herausforderung. Hierbei gilt es, die Bewohner*innen der Stadt in die Entscheidungsprozesse der Stadtplanung einzubeziehen und ihnen die Möglichkeit zu geben, ihren Lebensraum durch diverse Beteiligungsangebote mitzugestalten [35].

Die Neugestaltung des öffentlichen Sektors erfordert ein grundsätzliches Umdenken der bisherigen Rollen, Prozesse und Strukturen in den Verwaltungen. Dabei ist von großer Bedeutung, dass kürzere und schnellere Abläufe mithilfe von digitalen Lösungen ermöglicht werden. Das beginnt bei klaren, barrierefreien und anwenderfreundlichen, onlinebasierten Informationsangeboten (Webseiten, Apps, Chatbots, leichte Sprache), geht über digitale Formulare für Bürger*innen-Dienste und reicht bis hin zu Mitgestaltungs- und Partizipationsplattformen, die Bürger*innen die Möglichkeiten eröffnen, sich in Entscheidungen der Verwaltung (digital) aktiv einzubringen. Dazu ist es nötig, von dem Gedanken der physischen Präsenz einer Verwaltung wegzukommen und alle relevanten Dienste der Stadt digitalisiert auf eine Plattform auszulagern, in der Bürger*innen digital personalisierte Verwaltungsabläufe für ihre unterschiedlichen Lebenslagen vornehmen können. Aus der Perspektive der Verwaltungsangestellten eröffnen sich damit neue Möglichkeiten, um repetitive Prozesse zu automatisieren und somit ihre Ressourcen für einen qualitativen Ausbau einer digitalen Verwaltung einzusetzen. Diese Veränderungen sollen langfristig dazu führen, dass Prozesse transparenter, nachvollziehbarer und sicherer für alle Beteiligten werden.

| | Kurzfristig umsetzbare „Low Hanging Fruits“ | Mittel- bis langfristige Projekte | Langfristig visionäre Initiativen |
|----------------------------|---|---|--|
| Ziel | Informationsoptionen für Bürger*innen optimieren | Kommunikation und Teilhabe für Bürger*innen erleichtern | Verwaltung ist ein digitaler Dienst und virtuell erreichbar |
| Organisatorische Maßnahmen | Erleichterung des Alltags der Bürger*innen mithilfe von digitalen Applikationen | Plattform mit XR-Anwendungen als virtuelles Pendant zur Stadt | Bestandsgebäude umfirmieren und Neuplanung primär digital denken |

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Technologische Maßnahmen | Mobil und komfortabel nutzbare Informationen zur Kommune für Bürger*innen | Stadt-Apps mit wichtigen Diensten für Kommunikation mit Verwaltung | Digitale Tools für Wahlen, Entscheidungen und direkte Abstimmungen |
| Menschenzentrierte Maßnahmen | Chatbots auf städtischen Webseiten als erste Anlaufstellen für Bürger*innen | Online-Beantragung von Dokumenten und virtuelle Sprechstunde mit Politik | Persönliches Stadt-Konto für digital gebündelte Informationen, Anträge, Prozesse und Dokumente |

Tabelle 5: Empfehlungen für die Entwicklung und Umsetzung von Organisation, Verwaltung und Bürger*innenbeteiligung in Intelligenten Quartieren in bestehenden Stadtgebieten.

2.2 Zentrale technologische Bausteine

Aus den Ansätzen zu den fünf Themenfeldern lassen sich allgemeingültige zentrale technologische Bausteine ableiten. Diese sind digitale Plattformen und Services sowie die Vernetzung von Geräten wie Aktoren und Sensoren (Internet of Things, IoT). Nachfolgend werden diese zentralen Komponenten eines Intelligenen Quartiers beschrieben.

2.2.1 Digitale Plattform

Das Intelligente Quartier der Zukunft zeichnet sich durch eine hochintegrierte Vernetzung mit Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in unterschiedlichen Anwendungsbereichen aus. Digitale Plattformen spielen dabei in unterschiedlichen Ausprägungen eine zentrale Rolle. IoT-Plattformen dienen beispielsweise der Anbindung von Aktorik und Sensorik, Datenplattformen speichern Datenströme heterogener Datenquellen in einheitlichen Formaten und stellen diese zur Verfügung. Serviceplattformen bieten die Möglichkeit, digitale Services über die Plattform anzubieten. Zentrale Dienste, beispielsweise für Authentifizierung und Bezahlung, werden auf der Plattform anderen Diensten angeboten. Digitale Plattformen stellen Schnittstellen zur Verfügung, ermöglichen die intelligente Verknüpfung von Daten und bilden damit die Grundlage für darauf aufbauende digitale Dienste. Dabei wird auf offene Standards (Protokolle, Nachrichtenformate etc.) gesetzt, Schnittstellen für den maschinellen und menschlichen Zugriff angeboten und Aspekte der IT-Sicherheit und des Datenschutzes berücksichtigt. Hier ergeben sich auch Schnittstellen zu den Gaia-X-Domänen Energie und Smart City beziehungsweise Region. Durch die Nutzung einer einheitlichen digitalen Plattform innerhalb Intelligenter Quartiere ergeben sich Skaleneffekte, die dazu anreizen, Mehrwertdienste auf der Plattform anzubieten.

2.2.2 Digitale Dienste

Im Intelligenen Quartier sind digitale Services keine Seltenheit mehr, sondern die Regel. Digitale Services bauen auf den Möglichkeiten digitaler Plattformen auf, nutzen die umfangreichen Schnittstellen und Zentralservices der Plattform und werden in allen Anwendungsbereichen des Intelligenen Quartiers implementiert. Dadurch entstehen Möglichkeiten, nachhaltige digitale Geschäftsmodelle umzusetzen. Digitale Services können atomar oder als Komposition einzelner Services angeboten werden. Die Services können entweder über Webseiten und Apps genutzt oder über definierte APIs maschinell genutzt werden.

2.2.3 Internet of Things

Eine Vielzahl unterschiedlicher Aktoren und Sensoren sind im Intelligenten Quartier meist über spezielle IoT-Funknetze wie LoRaWAN oder NB-IoT mit digitalen Plattformen verbunden. Sie bilden die Basis für eine Vielzahl innovativer und intelligenter Anwendungen. Durch die umfassende Erfassung von Sensordaten können beispielsweise die Anzahl verfügbarer Parkplätze, der Füllstand von Mülleimern, Wasser- und Abwasserqualität, Wasserstände oder Energieflüsse im Intelligenten Quartier digital erfasst und weiterverarbeitet werden. Durch die intelligente Verknüpfung der Sensordaten können Erkenntnisse gewonnen werden, die eine automatisierte Steuerung von Aktoren im Intelligenten Quartier ermöglichen, zum Beispiel zur Verbesserung des Verkehrsflusses.

2.3 Menschenzentrierte und organisationsbezogene Umsetzungsprinzipien

Die Bausteine bilden die technologische Perspektive in Intelligenten Quartieren ab. Durch die Einbeziehung der Wirtschaft und Verwaltung im Sinne einer Organisation sowie der Gemeinschaft und des Individuums ergeben sich ebenfalls wiederkehrende Kernelemente, die als querschnittliche Ansätze und Umsetzungsprinzipien aufzufassen sind. Mensch, Technik und Organisation sind damit vertreten und ergeben somit einen umfassenden Ansatz für Intelligente Quartiere.

Die ersten vorgestellten Prinzipien haben eine starke organisationsbasierte Ausrichtung. Es folgt ein Übergang über Ausprägungen in Form von Mischformen hin zu rein menschenzentrierten Umsetzungsprinzipien.

2.3.1 Neuartige Geschäftsmodelle

Die Vernetzung von Daten in zum Beispiel Digitalen Zwillingen, Schaffung von immersiven Services auf kollaborativen Plattformen und Wechselwirkung von Gesellschaft, Industrie sowie Politik ermöglichen die Gestaltung neuartiger Geschäftsmodelle in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken. Dabei werden nicht nur konkrete Services intelligenter, sondern gesamte Ökosysteme können sich autark selbst optimieren. Auf dieser Basis kann wieder lokal und nachhaltig, zum Beispiel im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, gehandelt werden, sodass die Resilienz in Quartieren steigt. Dies ist ein wichtiger Bestandteil heutiger Customer Experience Journeys, die neben dem eigentlichen Produkt entsprechende Services und Erlebnisse fordern. Transparenz und Individualisierung von Design- und Produktionsprozessen durch Kund*innen rückt immer mehr in den Fokus des eigentlichen Geschäftsmodells.

2.3.2 Prozessoptimierung

Dieser Bereich konzentriert sich auf die Entwicklung und Optimierung von Prozessen, die Schaffung innovativer Produkte und den Aufbau effektiver Plattformen. Ziel ist es, nicht nur die Abläufe zu digitalisieren, sondern im ersten Schritt zu vereinfachen, um so die Effizienz (städtischer) Dienstleistungen zu steigern und die Interaktion zwischen Interessensparteien zu verbessern.

2.3.3 Kreislaufwirtschaft

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft vereint mehr Lokalität und Durchgängigkeit bei der lokalen Wertschöpfung und damit den Aufbau partieller oder vollständiger Wertschöpfungsketten vor Ort – von der

Rohmaterialgewinnung über die Versorgung und Produktion, Konsumierung bis zur Entsorgung mit Wiedereinspeisung in die Rohstoffgewinnung. Lokale Kreislaufwirtschaft reduziert externe Abhängigkeiten und Verkehr und steigert sowohl die lokale Wertschöpfung als auch das Zusammengehörigkeitsgefühl. Dies können beispielsweise gemeinsame Modelle zur lokalen Nahrungsproduktion sein, die lokal verbraucht und deren Abfallprodukte wiederum als Dünger und Biogaslieferanten dienen. Neue Geschäftsmodelle, wie ein Austauschmodell für Dienste und Güter, hilft Anreize für lokale Produktion zu schaffen sowie lokale Produkte und Dienstleistungen zu bevorzugen. Beide Aspekte vereint steigern die Nachhaltigkeit in vielfacher Hinsicht.

2.3.4 Sharing

Sharing beschreibt das Teilen und gemeinsame Nutzen vorhandener sowie die gemeinschaftliche Planung und Anschaffung neuer physischer und digitaler Investitionsgüter und Liegenschaften wie Mehrzweckräumlichkeiten, Gartenbaumaschinen und Cloud-Ressourcen. Sharing verspricht, sowohl das Gemeinschaftsgefüge und das Verantwortungsgefühl als auch das Interesse an Mitbestimmung zu fördern sowie kosteneffiziente Mehrwerte in der Gemeinschaft selbst zu stiften.

2.3.5 Partizipation

Alle erwähnten Bereiche betrifft die Einbindung der Bürger*innen in die Gestaltung der Smart Cities. Eine gelungene Partizipation möglichst aller gesellschaftlicher Schichten erfordert daher eine ausgewogene Kombination verschiedener Beteiligungsformate (analog und digital) sowie vielfältiger Anspracheformen (Social Media, Presse, lokale Orte und Netzwerke). Um ein vielfältiges Bild der Vorstellungen einer Stadtgesellschaft zur Zukunft ihrer Stadt zu erhalten, ist es daher elementar, diverse Zielgruppen zu definieren und damit auch die zu erreichen, die schnell übersehen werden.

Dabei ist entscheidend, von Beginn an klar und transparent alle relevanten Hintergrundinformationen zum Beteiligungsgegenstand zu kommunizieren, um Bürger*innen frühzeitig über den Grad ihrer Einflussmöglichkeiten aufzuklären.

3 Smart-City-Aktivitäten und zentrale Bausteine

In diesem Kapitel werden Ansätze zur Definition einer Smart City vorgestellt und daraus abgeleitet eine Definition für Intelligente Quartiere präsentiert. Anschließend werden etablierte und erfolgsversprechende Smart-City-Ansätze und -Konzepte vorgestellt. Dabei werden insbesondere auch Vorreiterstaaten und -städte berücksichtigt, die über den deutschen und europäischen Raum hinausgehen, um ein möglichst vielseitiges Bild des bisherigen Status Quo von Smart Cities und Intelligenen Quartieren darzustellen.

3.1 Bestehendes Wissen, etablierte Definitionen und erste Konzepte

In diesem Unterkapitel wird zunächst ein kurzer Überblick über die Definitionen von Smart Cities gegeben und daraus eine Definition von Intelligenen Quartieren abgeleitet. Anschließend wird ein Überblick über Smart City Aktivitäten gegeben, inklusive einer Einordnung der jeweiligen Aktivitäten anhand der bereits im vorherigen Kapitel identifizierten Themencluster.

3.1.1 Wie werden Smart City und Intelligente Quartiere definiert?

In der Literatur gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen für Smart Cities, die sich nach Anwendungsfall, Themenschwerpunkt und Umgebung teils erheblich unterscheiden. Doch es können auch Gemeinsamkeiten in den Definitionen identifiziert werden:

Häufig steht die Verbesserung der Lebensqualität für die Bürger*innen im Fokus sowie das Bestreben nach Digitalisierung durch den Einsatz von IKT. Auch die Digitalisierung der Verwaltung, die Optimierung der Infrastruktur für die Ver- und Entsorgung und soziale Aspekte wie Inklusion, Gerechtigkeit und Beteiligungsmöglichkeiten finden sich häufig wieder. Smart Cities werden in den Definitionen häufig auch mit grünen, intelligenten, innovativen und nachhaltigen Städten in Verbindung gebracht. Im Allgemeinen kann geschlossen werden, dass Smart Cities das Ziel verfolgen, Technologien und innovative Ansätze zu nutzen um effizientere, nachhaltigere und lebenswertere städtische Umgebungen zu schaffen. [48, 27]

Die Europäische Kommission definiert die Smart City wie folgt (aus dem Englischen übersetzt): Eine Smart City ist ein Ort, an dem traditionelle Netzwerke und Dienstleistungen mithilfe digitaler Lösungen zum Nutzen seiner Bewohner*innen und Unternehmen effizienter gestaltet werden.

Eine Smart City ist mehr als der Einsatz digitaler Technologien, um Ressourcen besser zu nutzen und Emissionen zu reduzieren. Sie bedeutet intelligentere städtische Verkehrsnetze, modernisierte Wasserversorgungs- und Abfallentsorgungssysteme sowie effizientere Möglichkeiten zur Beleuchtung und Beheizung von Gebäuden. Es bedeutet auch eine interaktivere und reaktionsfähigere Stadtverwaltung, sicherere öffentliche Räume und die Erfüllung der Bedürfnisse einer alternden Bevölkerung. [33]

Intelligente Quartiere werden in diesem Kontext als Teil von Smart Cities definiert. Die Transformation zu lebenswerten und nachhaltigen Quartieren wird durch die Digitalisierung und Technologien gewährleistet. Ziel ist die Verknüpfung und Nutzung von Wechselwirkungen von gesellschaftlichen Lebens- und Arbeitsräumen, Bildung und Kultur über Arealgrenzen hinweg. Damit bildet ein Quartier ein zielgerichteten Zweckverbund, der nicht notwendigerweise räumlich zusammenhängend sein muss. Es verbindet eine ausgewählte Akteursgruppe, die eine gemeinsame Wirkungsebene zur Schaffung von lokaler Stabilität und Nachhaltigkeit benötigt.

3.1.2 Was sind erfolgversprechende Konzepte und Umsetzungsszenarien?

Weltweit existiert bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Aktivitäten im Kontext Smart City und Intelligente Quartiere. National wurde vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen die Plattform Smart City Dialog [12] als zentrale Anlaufstelle für Interessierte errichtet. Daraus ging die Smart City Charta hervor, mit dem Ziel „Leitlinien und Empfehlungen vorzugeben, wie die digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig und im Sinne einer integrierten Stadtentwicklung gestaltet werden kann. Die Orientierung an der Charta soll es den Kommunen ermöglichen, die Digitalisierung aktiv und zielgerichtet zu gestalten.“ [32]

Analog zur nationalen Plattform Smart City Dialog bietet die Europäische Kommission mit dem Smart Cities Marketplace [10] die Möglichkeit zur Vernetzung relevanter Stakeholder wie beispielsweise Städten und Kommunen, Investoren und Banken, kleinen und mittleren Unternehmen, Wissenschaft und Verbänden. Definierte und etablierte Matchmaking-Prozesse, Fokus- und Diskussionsgruppen sowie eine umfangreiche Wissenssammlung unterstützen bei der Planung, Entwicklung und Implementierung von Smart-City-Lösungen.

Eine Auswahl nationaler, europäischer und internationaler Smart-City-Aktivitäten ist in Tabelle 2 dargestellt und hinsichtlich der in Kapitel 2 identifizierten und definierten Themencluster bewertet. Das Symbol * wird für ein Beispielprojekt in einem entsprechenden Themenbereich vergeben, falls in diesem Projekt alle Aktivitäten des Themenclusters aus Kapitel 2 betrachtet werden, ein O falls nur ein Teil der Aktivitäten im Beispielprojekt betrachtet wird und ein X, falls das Themencluster keine Berücksichtigung findet.

Die ausgewählten Smart City-Projekte und Modellstädte lassen sich in drei Gruppen einordnen, in Abhängigkeit der jeweiligen Breite bezüglich der betrachteten Themencluster. Städte und Projekte wie Singapur, häufig als die Smart City-Vorzeigestadt weltweit betitelt [2, 16], das IRIS smart cities Projekt [26], die Dublin Smart Districts Collection [13] und die Morgenstadt Initiative [6] sind thematisch sehr breit aufgestellt und adressieren alle in diesem Papier identifizierten Themencluster in unterschiedlicher Tiefe. Eine weitere thematisch breit aufgestellte Smart-City-Aktivität ist Digital.Freiburg [7], das bis auf das wirtschaftliche Ökosystem alle betrachteten Themencluster sehr intensiv und thematisch umfassend berücksichtigt.

Neben thematisch sehr breit aufgestellten Smart-City-Aktivitäten, gibt es auch solche, die in ihrer thematischen Ausrichtung sehr spezialisiert sind. Superilles [25] in Barcelona adressiert ausschließlich Mobilitätsaspekte der städtischen Verkehrsplanung zur Verkehrsberuhigung von Wohnquartieren. In den EU-Projekten EU-GUGLE [5] und READY [8] stehen Aktivitäten im Themencluster Infrastruktur im Fokus, insbesondere hinsichtlich der Energieversorgung mit dem Ziel der Treibhausgasminimierung durch innovative und grüne Energieversorgungskonzepte. Auch im deutschsprachigen Raum existieren solche Projekte, wie beispielsweise Aktivitäten in Karlsruhe [14, 17] und im SynergieQuartier in Walldorf [21].

Zwischen diesen beiden Gruppen kann eine Gruppe mit Projekten und Modellstädten gebildet werden, die sich stark in ihrer thematischen Breite und Tiefe voneinander unterscheiden. Einen besonderen Fokus auf die Themencluster Lebensqualität legen beispielsweise die Projekte Digital.Freiburg [7] und die Smarte Region Würzburg [49], bei denen innovative Konzepte und digitale Technologien darauf ausgerichtet sind, Bedürfnisse der Gemeinschaft dauerhaft zu erfüllen und damit die Lebensqualität zu verbessern.

Gleichzeitig wird von diesen beiden Städten, zusammen mit der Smart City Mönchengladbach [4], Hamburg [11] und dem Waldstadtlabor Iserlohn [20], der Fokus auch auf die öffentliche Verwaltung und Bürger*innen gelegt. Plattformansätze wie die Open Digitization Platform und innovative digitale Services bieten Möglichkeiten zur Partizipation der Bürger*innen.

Die Förderung des wirtschaftlichen Ökosystems durch digitale Ansätze wird besonders in der Toyota Woven City [22] dem Smart Business District Berlin [9] und dem Brainport Smart District [3] forciert. Digitale Plattformen bieten Möglichkeiten für den digitalen Austausch zwischen Unternehmen sowie zum Vernetzen und zum Initiieren gemeinsamer Aktivitäten.

| Projekt | Lebensqualität und Gemeinschaft | Infrastruktur | Wirtschaftliches Ökosystem | Mobilität | Öffentliche Verwaltung und Bürger |
|--|---------------------------------|---------------|----------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Singapur [16] | O | O | * | * | * |
| IRIS [26] | O | * | O | O | * |
| Dublin Smart Districts Collection [13] | O | O | * | O | O |
| Morgenstadt [6] | O | O | O | O | O |
| Digital.Freiburg [7] | * | * | X | O | * |
| Smarte Region Würzburg [49] | * | O | X | O | * |
| Smart City Mönchengladbach [4] | O | O | X | O | * |
| Toyota WovenCity [22] | X | O | * | * | X |
| SmartEnCity [19] | O | * | X | O | X |
| Hamburg [11] | X | o | X | * | * |
| Smart Kalasatama [15] | O | O | X | O | O |
| Vauban [24] | O | O | X | O | X |
| Zürich [1] | O | O | X | O | O |
| Waldstadtlabor Iserlohn [20] | O | X | X | O | O |
| Smart Business District Berlin [9] | X | O | O | O | X |
| Wellington [18] | X | O | O | O | O |
| Triangulum [23] | X | O | X | O | O |
| Brainport Smart | X | O | O | X | X |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| District [3] | | | | | |
| Superilles (Barcelona) [25] | X | X | X | * | X |
| Karlsruhe [14, 17] | X | O | X | X | O |
| EU-GUGLE [5] | X | O | X | X | X |
| READY [8] | X | O | X | X | X |
| Siemensstadt2.0 [30] | X | O | X | X | X |
| SynergieQuartier Walldorf [21] | X | O | X | X | X |

Tabelle 6: Auswahl von Smart-City- -Aktivitäten und Abgleich mit den Themenclustern aus Kapitel 2. Weitestgehend erfüllt: * | Teils erfüllt: O | Nicht oder kaum erfüllt: X

3.2 Zwischenfazit: Grundvoraussetzungen für Intelligente Quartiere

Aus der Analyse der zuvor genannten weltweiten Initiativen und Modellversuche zur Etablierung von Smart Cities und Intelligenten Quartieren konnten an vielen Stellen zentrale, wiederkehrende Elemente und Prinzipien identifiziert werden. Insbesondere diejenigen Initiativen, die Schwerpunkte auf Digitalisierung und digitale Vernetzung legen, verfolgen eine vergleichbare Vorgehensweise, wie die in diesem Papier vorgeschlagene. Damit bilden Digitalisierung und digitale Vernetzung eine Grundvoraussetzung für ein nachhaltiges und partizipatives Leben und Arbeiten in Gemeinschaften. Die Digitalisierung ist nicht nur als Technologie zu verstehen, sondern ebenfalls als Methodik einer Gemeinschaft, Industrie sowie von Organisationen für den durchgängigen Umgang mit Informationen in Prozessen. Durch Digitalisierung werden nicht nur neue Möglichkeiten beispielsweise für Dienste auf Basis von Datenauswertungen geschaffen, sondern auch Hürden überwunden, um einem größeren Teil der Gesellschaft eine Partizipation – beispielsweise an städtischen Planungsprozessen – zu ermöglichen. Ein erster Schritt in diesem Prozess ist oft die Ausstattung bestehender Bauten und des öffentlichen Raums mit Hochgeschwindigkeits-Internetzugang, um fortschrittliche Anwendungen basierend auf digitalen Architekturprinzipien wie dem IoT oder Edge Computing zu ermöglichen. Darauf aufbauend werden Potentiale für den Einsatz intelligenter Infrastruktur und datenbasierter Plattformen und Dienstleistungen beispielsweise für die Mobilität, den städtischen Raum oder die Verwaltung gehoben. Dabei werden papierbasierte Informationen und Prozesse in ein optimiertes digitales Format übertragen oder Daten erstmalig digital erfasst. Dies dient der Informationsgewinnung, Datenverarbeitung, Prozessautomatisierung und Optimierung sowie der digitalen Vernetzung zwischen Systemen oder Anwendungen. Die Begriffe Digitalisierung und digitale Vernetzung gehen miteinander einher. Die digitale Vernetzung ist die Grundlage für Informationsaustausch, Koordination von Dienstleistungen und Prozessoptimierung, welche nur durch eine vorangegangene Digitalisierung möglich ist. Die digitale Vernetzung kann dabei auf verschiedenen Ebenen, von Sensoren und Aktoren über Maschinen und Anlagen bis hin zu Gebäuden, stattfinden. Diese werden durch Plattformen in Dienste eingebunden.

Ein Intelligentes Quartier ist demnach nur dann zielführend umsetzbar, wenn Digitalisierung und digitale Vernetzung Hand in Hand gehen und domänenübergreifende Lösungen entwickelt werden, die an die

Bedürfnisse des jeweiligen Quartiers angepasst sind. Dies erfordert ein plattformbasiertes Baukastenprinzip mit zueinander technologisch kompatiblen Bausteinen.

4 Unsere Empfehlungen an die Politik

Das Erschließen des Potenzials von Intelligenen Quartieren erfordert einen umfassenden Ansatz, der technische Innovationen mit organisatorischen, rechtlichen und sozialen Überlegungen verbindet. Deshalb empfehlen wir gezielte Impulse und Anreize für politische Entscheidungsträger, um die Einrichtung und Weiterentwicklung von Intelligenen Quartieren effektiv voranzutreiben.

4.1 Kommission aus Expert*innen

Angesichts der Notwendigkeit, technische Innovationen mit organisatorischen, rechtlichen und sozialen Überlegungen zu verbinden, empfehlen wir die Einrichtung einer unabhängigen Expert*innenkommission für Intelligente Quartiere. Diese soll eine Roadmap mit spezifischen Empfehlungen zu Übergangsszenarien und Auswahlkriterien entwickeln. Die Expert*innenkommission setzt sich aus Expert*innen der Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft zusammen, um eine breite Perspektive auf die Herausforderungen und Chancen von Intelligenen Quartieren zu gewährleisten. Ihre Aufgabe ist es, regelmäßig Berichte zu verfassen und Empfehlungen zu aktuellen Themen im Bereich Intelligenter Quartiere zu geben. Als strategische Schnittstelle fördert die Kommission die Koordination und den Austausch zwischen staatlichen Stellen, der akademischen Welt, der Wirtschaft und der Gesellschaft. Initial für einen Zeitraum von fünf Jahren angesetzt, soll die Kommission dazu beitragen, Intelligente Quartiere politisch zu etablieren und den Aufbau weiterer operativer Strukturen zu begleiten. Nach Ablauf dieser Zeit ist geplant, dass der Bundesverband die strategische Führung übernimmt und die fortlaufende Entwicklung und Implementierung der Intelligenen Quartiere leitet. Neben ihrer Beteiligung am jährlichen Fachkongress wird die Kommission fortlaufend an der Ausarbeitung der Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Intelligenen Quartieren mitwirken. Sie dient als eine beratende Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die die Anforderungen und Potenziale von Intelligenen Quartieren analysiert und abstimmt.

4.2 Bundesverband

Angesichts der vielfältigen Herausforderungen und Chancen, die Intelligente Quartiere mit sich bringen, ist es essentiell, die Interessen und Bedürfnisse aller Beteiligten zu bündeln. Aus diesem Grund empfehlen wir die Gründung eines Bundesverbandes für Intelligente Quartiere, der als zentrales Netzwerk und Plattform fungiert, um die Interessen und Bedürfnisse der verschiedenen Akteure zu vertreten und zu bündeln, die an der Entwicklung und Implementierung von Intelligenen Quartieren beteiligt sind. Bestehend aus relevanten Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft wird der Verband als zentrale Anlaufstelle dienen, die den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren erleichtert und die Entwicklung gemeinsamer Standards, Leitlinien und bewährter Verfahren fördert. Darüber hinaus wird er die langfristigen Visionen und Ziele von Intelligenen Quartieren definieren und verfolgen. Zudem ist der Bundesverband für die internationale Vernetzung und die Verankerung in weltweiten relevanten Initiativen, Organisationen und Aktivitäten zuständig. Der Bundesverband wird als operative Schnittstelle agieren, die den Dialog und die Kooperation zwischen Bund, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft fördert. Indem er die Konzepte und Ideen zu Intelligenen Quartieren praktisch unterstützt, wird der Bundesverband die Erfolge evaluieren, Herausforderungen und Best Practices identifizieren und diese kommunizieren, um eine erfolgreiche und nachhaltige Umsetzung von Intelligenen Quartieren zu gewährleisten.

4.3 Fachkongress

Die Realisierung eines jährlichen Fachkongresses zum Thema Intelligente Quartiere etabliert ein zentrales Forum für den Austausch von Wissen und Erfahrungen zwischen den verschiedenen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft. Unter der Schirmherrschaft des Bundes beleuchtet dieser Kongress die neuesten Trends, Entwicklungen und Herausforderungen im Bereich Intelligente Quartiere. Thematisch von der Expert*innenkommission ausgerichtet und organisatorisch vom Bundesverband gestaltet dient der Fachkongress als Plattform für Vernetzung und Kooperation. Er bietet die Möglichkeit, innovative Ideen, Konzepte und Projekte zu Intelligenen Quartiere vorzustellen und zu bewerten, wodurch deren Sichtbarkeit und Relevanz in der Öffentlichkeit gesteigert und die Akzeptanz sowie Beteiligung der Bürger*innen gefördert werden. Der Kongress fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit und illustriert die Synergien und Potenziale von Intelligenen Quartieren. Zusätzlich beinhaltet der Fachkongress Informations- und Sensibilisierungskampagnen für private Investitionen sowie Bürger*innenevents, Informationsbroschüren und leichtgewichtige Veranstaltungen wie Infoabende und Ideenbörsen oder Schülerwettbewerbe.

4.4 Experimentierfelder

Wir empfehlen die Schaffung bundesweiter Experimentierfelder für Intelligente Quartiere, die als Test- und Lernräume für die Erprobung und Anwendung von innovativen Technologien und Konzepten dienen. Diese Felder bieten eine einzigartige Gelegenheit, direkt in der Praxis die Potenziale und Herausforderungen von Intelligenen Quartieren zu erforschen und zu evaluieren. Besonders sollen sie die Verankerung von digitalen Diensten in Intelligenen Quartieren fördern, indem sie die Vernetzung und Integration von digitalen und physischen Infrastrukturen ermöglichen.

Die Experimentierfelder werden als Innovationshub für die Entwicklung und Verbreitung von neuen Lösungen und Geschäftsmodellen im Bereich Intelligente Quartiere fungieren. In enger Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft werden sie gestaltet und betrieben. Zudem ist vorgesehen, dass die Experimentierfelder regelmäßig ihre Erfahrungen und Erkenntnisse mit den anderen Akteuren im Bereich Intelligente Quartiere austauschen und auf dem jährlichen Fachkongress präsentieren.

Das Auswahlverfahren dieser Experimentierfelder wird transparent und fair gestaltet, durchgeführt von der Expert*innenkommission und dem Bundesverband in gemeinsamer Abstimmung. Die Förderung der Experimentierfelder ist zunächst auf drei Jahre anberaumt, mit dem Ziel, die Machbarkeit und Skalierbarkeit von Intelligenen Quartieren zu demonstrieren und wertvolle Einsichten für zukünftige Entwicklungen zu gewinnen.

4.5 Referenzdistrikte

Die Initiierung von Referenzdistrikten in den Bundesländern soll als Vorbild und Anreiz für die Umsetzung von Intelligenen Quartieren dienen. Diese Distrikte werden, abhängig von Größe und Urbanisierungsgrad des Bundeslandes, eine breite Integration von Technologien und Konzepten aus den Experimentierfeldern aufweisen. Die Verantwortung für Auswahl und Förderung der Referenzdistrikte obliegt den Ländern, die diese Prozesse eigenständig gestalten und verantworten.

Zusätzlich sollen die Referenzdistrikte die Schaffung von Strukturen für Ideenwettbewerbe anregen, die auf Basis der Referenzdistrikte (oder bei hohen Erfolgsaussichten) in den Experimentierfeldern umgesetzt werden können. Sie spiegeln die Vielfalt und Flexibilität von Intelligenten Quartieren wider, indem sie unterschiedliche Schwerpunkte und Zielgruppen berücksichtigen. Hierbei soll eine geeignete Anzahl geeigneter und charakteristischer Distrikte pro Bundesland entwickelt werden, die spezifische lokale Bedürfnisse und Potenziale des jeweiligen Landes adressieren. Beispielsweise könnte ein Referenzdistrikt in einem touristisch geprägten Bundesland darauf abzielen, durch digitale Lösungen die Mobilität und Attraktivität der Region zu verbessern. In einem industriell geprägten Bundesland könnte der Schwerpunkt auf der Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit der Industrie durch intelligente Vernetzung und Steuerung liegen. Ein Referenzdistrikt in einem sozial bunten Quartier könnte die Stärkung der Teilhabe und der Lebensqualität der Bewohner*innen durch partizipative und inklusive Maßnahmen widmen.

4.6 Digitale Plattform

Die Entwicklung und Bereitstellung einer digitalen Plattform für Intelligente Quartiere ist eine unserer Kernempfehlungen. Diese Plattform wird als zentrales Werkzeug für die Vernetzung, Kommunikation und Kooperation der verschiedenen Stakeholder im Bereich Intelligente Quartiere fungieren. Sie unterstützt die Umsetzung von Kreislaufwirtschaftskonzepten, indem sie den Austausch und die Wiederverwendung von Ressourcen, Daten und Diensten ermöglicht. Orientiert an erprobten Industrie- und Forschungskonzepten sowie an etablierten Standards und offenen Schnittstellen – beispielsweise dem GAIA-X-Ökosystem – soll die Plattform einen breiten Einsatz von Open-Source-Software fördern. Dies ermöglicht diskriminierungsfreien Zugriff und erleichtert die Erweiterung der Plattform. Die digitale Plattform soll zudem die Entwicklung und Verbreitung neuer Geschäftsmodellen und Lösungen im Bereich Intelligente Quartiere anregen, indem sie die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft erleichtert. Ein Anwendungsbeispiel ist die Vernetzung eines Segments des regionalen Einzelhandels mit IT-Dienstleistern, Forschungseinrichtungen und Reparaturservices, um sich gemeinsam um die Wiederverwendung von Retouren zu kümmern. Die digitale Plattform würde einen zentralen Dienst bereitstellen, der die Qualitätsprüfung und Erneuerung von Retouren aller regionalen Einzelhändler einer spezifischen Produktgruppe übernimmt. Über die digitale Plattform würden in einem neuartigen Geschäftsmodell Anfragen, Verkäufe und zusätzliche Services angeboten werden. Die digitale Plattform würde somit die Effizienz, die Nachhaltigkeit und die Wertschöpfung im Intelligenten Quartier erhöhen.

4.7 Steuerliche Anreize

Um die Einführung nachhaltiger Technologien und Konzepte in Städten und Gemeinden zu fördern, empfiehlt es sich, steuerliche Anreize zu gewähren. Diese Anreize sollen für Maßnahmen vergeben werden, die direkt zu gesamtstaatlichen Zielen beitragen, wie etwa die Reduzierung von CO₂-Emissionen, die Steigerung der Energieeffizienz, die Verbesserung der Lebensqualität durch innovative Mobilitätslösungen und die Förderung der Digitalisierung. Die steuerlichen Anreize sollen unabhängig von bestehenden Instrumenten wie Emissionszertifikaten gewährt werden, da sie keine Einzelpersonen oder Institutionen betreffen, sondern die gesamte Stadt oder Gemeinde als Intelligentes Quartier. Diese Anreize dienen nicht nur als Motivation, sondern auch als Anerkennung für die innovativen und nachhaltigen Initiativen der kommunalen Verwaltungen. Die steuerlichen Anreize sollen aus einem „Zukunftsfonds Intelligente Quartiere“ finanziert werden, der vom Bund eingerichtet und verwaltet wird. Dieser Fonds soll sowohl Investitionen in Intelligente Quartiere unterstützen als auch die Umsetzung von erfolgreichen Projekten aus den Experimentierfeldern und

Referenzdistrikten erleichtern. Ein konkretes Beispiel für eine steuerliche Anreizmaßnahme wäre die Senkung der Kfz-Steuer für Städte und Gemeinden, die smarte Infrastrukturlösungen zur Staureduzierung umsetzen.

4.8 Experimentierklauseln

Zur Förderung innovativer und nachhaltiger Lösungen in Intelligenten Quartieren empfehlen wir die Einführung von Experimentierklauseln. Diese Klauseln sollen es erlauben, von bestimmten gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben abzuweichen, um innovative und nachhaltige Lösungen zu erproben und zu evaluieren. Ziel ist es, die Flexibilität und Kreativität der Akteure in Intelligenten Quartieren zu fördern und die Hemmnisse und Barrieren für die Umsetzung von Intelligente Quartieren zu reduzieren. Insbesondere in den Bereichen Energie, Baurecht und Verkehr, die zu den umfangreichsten und kompliziertesten Rechtsgebieten in Deutschland zählen, werden diese Klauseln benötigt. Die Beantragung und Genehmigung von Experimentierklauseln erfolgen durch ein transparentes und faires Verfahren, das von der Expertenkommission und dem Bundesverband gemeinsam durchgeführt wird. Diese Klauseln haben einen begrenzten Geltungsbereich, um die Auswirkungen und Risiken der Abweichungen zu überwachen und zu bewerten. Ein Beispiel für eine Experimentierklausel wäre die Befreiung von den Umlagen, Abgaben und Netznutzungsentgelten für das Energy Sharing innerhalb von Intelligenten Quartieren, die die Eigenversorgung und die Effizienz der Energieerzeugung und -verteilung erhöht.

5 Zusammenfassung

Intelligente Quartiere repräsentieren die zukunftsweisenden Kernelemente von Smart Cities. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht der Mensch – Bewohner*innen, die lokale Wirtschaft, Verwaltungsbehörden und Besucher*innen. Durch den ganzheitlichen Einsatz moderner Technologien wird deren Lebensqualität signifikant verbessert und die Teilhabe an städtischen Entwicklungsprozessen erhöht. Nachhaltigkeit und Effizienz werden durch den Aufbau vernetzter Infrastrukturen, den Einsatz ressourcenschonender Kreislaufwirtschaftssysteme und die Entwicklung intelligenter Mobilitätslösungen gefördert. Diese Maßnahmen stützen sich auf eine umfassende digitale Plattform, die als technologische Grundlage dient.

Die Vision für Intelligente Quartiere schließt verschiedene thematische Schwerpunkte ein und adressiert ein breites Spektrum an gesellschaftlichen, ökonomischen und umweltbezogenen Herausforderungen. Im Fokus steht dabei die Verbesserung der Lebensqualität und des Miteinanders in den Distrikten, die Förderung einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Infrastruktur, die Stärkung des lokalen Wirtschaftsökosystems, die Entwicklung innovativer Mobilitätslösungen sowie die Optimierung der öffentlichen Verwaltung und Bürger*innenbeteiligung.

Entscheidend bei der Entwicklung und Transformation zu Intelligenten Quartieren ist eine inklusive und partizipative Gestaltung, die die unterschiedlichen Perspektiven aller beteiligten Gruppen aktiv einbindet. Nur so können Akzeptanz aufgebaut, Mehrwerte geschaffen und eine langfristige, nachhaltige Entwicklung gewährleistet werden. Die Unterstützung durch Bund und Länder ist dabei unerlässlich. Diese sollten nicht nur geeignete rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen schaffen, sondern auch den Wissensaustausch und Kapazitätsaufbau fördern. Zu den maßgeblichen Initiativen zählen die Einrichtung einer Expert*innenkommission und eines Bundesverbandes für Intelligente Quartiere, welche eine strategische Koordination und Umsetzung überwachen. Der jährlich stattfindende Fachkongress und die Einrichtung von Experimentierfeldern bieten die Möglichkeit, innovative Lösungen praxisnah zu testen und bei Erfolg zu skalieren. Referenzdistrikte dienen als Vorbild für die Implementierung erfolgreicher Modelle, während die Entwicklung einer digitalen Plattform das Management und die Integration der Projekte unterstützt. Steuerliche Anreize und Experimentierklauseln sollen zusätzlich Investitionen fördern und regulatorische Flexibilität ermöglichen. Um Synergien zu nutzen und das Innovationspotenzial für eine nachhaltige, widerstandsfähige und lebenswerte Zukunft urbaner Räume voll auszuschöpfen, ist die aktive Unterstützung eines kontinuierlichen Evaluierungsprozesses und Wissenstransfers zwischen allen Akteuren sowie die Förderung von Kooperationen zwischen Kommunen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Bürger*inneninitiativen erforderlich.

Intelligente Quartiere bieten eine einzigartige Chance, die Lebensqualität in Städten und Gemeinden nachhaltig zu verbessern und gleichzeitig eine inklusive und zukunftsorientierte Entwicklung zu fördern. Dieser innovative Ansatz eignet sich sowohl für die Revitalisierung bestehender Quartiere als auch für die Gestaltung neuer urbaner Lebensräume. Durch die intelligente Verknüpfung von technologischem Fortschritt und partizipativer Gestaltung bilden Intelligente Quartiere die Grundlage für die holistischen Smart Cities von morgen.

6 Literaturverzeichnis

- [1] 3D-Stadtmodell –Stadt Zürich – stadt-zuerich.ch. <https://www.stadt-zuerich.ch/content/ted/de/index/geoz/plan-und-datenbezug/3d-stadtmodell.html>. [Accessed 20-03-2024].
- [2] Achievements – smartnation.gov.sg. <https://www.smartnation.gov.sg/about-smart-nation/our-journey/achievements/#singapore-rises-to-3rd-place-in-2023-imd-world-digital-competitiveness-ranking>. [Accessed 15-03-2024].
- [3] Brainport Smart District – unstudio.com. <https://www.unstudio.com/en/page/11722/brainport-smart-district>. [Accessed 20-03-2024].
- [4] CONSUL – Smart City Mönchengladbach – mitmachen.moenchengladbach.de. <https://mitmachen.moenchengladbach.de/>. [Accessed 19-03-2024].
- [5] EU-GUGLE | Smart Cities Marketplace – smart-cities-marketplace.ec.europa.eu. <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/projects-and-sites/projects/eu-gugle>. [Accessed 15-03-2024].
- [6] Fraunhofer Morgenstadt Initiative – morgenstadt.de. <https://www.morgenstadt.de/>. [Accessed 15-03-2024].
- [7] Freiburg. Digital. Gestalten. – digital.freiburg.de. <https://digital.freiburg.de/>. [Accessed 15-03-2024].
- [8] READY – Resource efficient cities implementing advanced smart city solutions – smartcity-ready.eu. <http://www.smartcity-ready.eu/>. [Accessed 15-03-2024].
- [9] Smart Business District – InfraLab Berlin – infralab.berlin. <https://infralab.berlin/projekte/smart-business-district/>. [Accessed 19-03-2024].
- [10] Smart cities – commission.europa.eu. https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_de#smart-cities-marketplace. [Accessed 19-03-2024].
- [11] Smart City – hamburg.de. <https://www.hamburg.de/mysmartlife/6648154/mysmartlife/>. [Accessed 19-03-2024].
- [12] Smart City Dialog: Gemeinsam zu smarten Kommunen und Regionen | Smart City Dialog – smart-city-dialog.de. <https://www.smart-city-dialog.de/>. [Accessed 19-03-2024].
- [13] Smart Districts Archive – Smart Dublin – smartdublin.ie. <https://smartdublin.ie/smart-districts/>. [Accessed 20-03-2024].
- [14] Smart East Karlsruhe – Forschungsprojekt – smart-east-ka.de. <https://smart-east-ka.de/>. [Accessed 15-03-2024].
- [15] Smart Kalasatama | Nordic Smart City Network – nscn.eu. <https://nscn.eu/Helsinki/SmartKalasatama>. [Accessed 20-03-2024].
- [16] Smart Nation Singapore – smartnation.gov.sg. <https://www.smartnation.gov.sg/>. [Accessed 20-03-2024].
- [17] Smart Quarter Karlsruhe-Durlach – german-energy-solutions.de. <https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/EN/News/2020/20200603-smart-quarter.html>. [Accessed 20-03-2024].
- [18] Smart Wellington – digital.govt.nz. <https://www.digital.govt.nz/showcase/smart-wellington/>. [Accessed 20-03-2024].

- [19] SmartEnCity – smartcitynetwork.eu. <http://smartcitynetwork.eu/>. [Accessed 20-03-2024].
- [20] Stadt Iserlohn – bcm-iserlohn.de. <https://bcm-iserlohn.de/>. [Accessed 19-03-2024].
- [21] SynergieQuartier – synergiequartier-walldorf.de. <https://synergiequartier-walldorf.de/>. [Accessed 15-03-2024].
- [22] Toyota Woven City | TOP | What is Woven City – woven-city.global. <https://www.woven-city.global/>. [Accessed 19-03-2024].
- [23] Triangulum: The Three Point Project / Demonstrate. Disseminate. Replicate. | Triangulum Project | Fact Sheet | H2020 | CORDIS | European Commission – cordis.europa.eu. <https://cordis.europa.eu/project/id/646578>. [Accessed 20-03-2024].
- [24] Vauban – freiburg.de. <https://www.freiburg.de/pb/208732.html>. [Accessed 20-03-2024].
- [25] Welcome to Superilles | Superilles – ajuntament.barcelona.cat. <https://ajuntament.barcelona.cat/superilles/en/>. [Accessed 15-03-2024].
- [26] IRIS Smart Cities 2013; Smart cities – irissmartcities.eu. <https://irissmartcities.eu/>, May 2023. [Accessed 15-03-2024].
- [27] Chiara Del Bo Andrea Caragliu and Peter Nijkamp. Smart cities in europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2):65–82, 2011.
- [28] T. Bektas, Teodor Gabriel Crainic, and Tom Van Woensel. From managing urban freight to smart city logistics networks. 08 2015.
- [29] Gideon Bolt. Governing urban diversity: Creating social cohesion, social mobility and economic performance in today’s hyper-diversified cities | European Commission, February 2017. (Accessed on 09/30/2023).
- [30] Rosemary Bridger-Lippe. Siemensstadt 2.0 – ubm magazin. – ubmdevelopment.com. <https://www.ubm-development.com/magazin/en/smart-district-on-historic-site/>. [Accessed 20-03-2024].
- [31] Kyuman Cho, Junho Yang, Taehoon Kim, and Woosik Jang. Influence of building characteristics and renovation techniques on the energy-saving performances of eu smart city projects. *Energy and Buildings*, 252:111477, 2021.
- [32] Smart City. Smart City Charta – Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. 2017.
- [33] European Commission. Smart cities initiative. https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en, 2024. Accessed: 2024-02-23.
- [34] Adel S. Elmaghraby and Michael M. Losavio. Cyber security challenges in smart cities: Safety, security and privacy. *Journal of Advanced Research*, 5(4):491–497, 2014. *Cyber Security*.
- [35] Jasmin Haunschild, Kilian Demuth, Henri-Jacques Geiß, Christian Richter, and Christian Reuter. Nutzer, Sammler, Entscheidungsträger? Arten der Bürgerbeteiligung in Smart Cities. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 58(5):1129–1147, Oct 2021.
- [36] Olga Kolotouchkina, Carmen Llorente Barroso, and Juan Luis Manfredi Sánchez. Smart cities, the digital divide, and people with disabilities. *Cities*, 123:103613, 2022.

- [37] Jing Ma, Jingwen Rao, Mei-Po Kwan, and Yanwei Chai. Examining the effects of mobility-based air and noise pollution on activity satisfaction. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89:102633, 2020.
- [38] Isabel Marín-Beltrán, Federico Demaria, Claudia Ofelio, Luis M. Serra, Antonio Turiel, William J. Ripple, Sharif A. Mukul, and Maria Clara Costa. Scientists' warning against the society of waste. *Science of The Total Environment*, 811:151359, 2022.
- [39] Douglas Mitieka, Rose Luke, Hossana Twinomurinzi, and Joash Mageto. Smart mobility in urban areas: A bibliometric review and research agenda. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8), 2023.
- [40] Hadjar Mohajerzad, Luca Fliegenger, and Sophie Lacher. Weiterbildung und Geringqualifizierung in der Digitalisierung – ein Review zu Kontextfaktoren der Weiterbildungsbeteiligung Geringqualifizierter. *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 45(3):565–588, Dec 2022.
- [41] Mário Inácio Neis, Guilherme Brittes Benitez, and Alejandro G. Frank. Smart cities and the digitization of government services: Benefits and challenges. In Fernando Deschamps, Edson Pinheiro de Lima, Sérgio E. Gouvêa da Costa, and Marcelo G. Trentin, editors, *Proceedings of the 11th International Conference on Production Research – Americas*, pages 16–24, Cham, 2023. Springer Nature Switzerland.
- [42] Renee Obringer and Roshanak Nateghi. What makes a city 'smart' in the Anthropocene? A critical review of smart cities under climate change. *Sustainable Cities and Society*, 75:103278, 2021.
- [43] WSP Parsons Brinckerhoff in Association with Farrells. *Making better places: Autonomous vehicles and future opportunities*, 2016. (Accessed on 10/02/2023).
- [44] Patrick E. Phelan, Kamil Kaloush, Mark Miner, Jay Golden, Bernadette Phelan, Humberto Silva, and Robert A. Taylor. Urban heat island: Mechanisms, implications, and possible remedies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40(1):285–307, 2015.
- [45] Tina Kempin Reuter. Human rights and the city: Including marginalized communities in urban development and smart cities. *Journal of Human Rights*, 18(4):382–402, 2019.
- [46] Rofikoh Rokhim, Permata Wulandari, and Iin Mayasari. Small medium enterprises technology acceptance model: A conceptual review. *International Journal of Business and Society*, 19:689–699, 2018. Publisher Copyright: © 2018, Universiti Malaysia Sarawak. All rights reserved.
- [47] Deutscher Städtetag. *Positionspapier Sicherheit und Ordnung in der Stadt*. <https://www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Positionspapiere/Archiv/sicherheit-ordnung-stadt-positionspapier-2017.pdf>, 2017. (Accessed on 10/03/2023).
- [48] Angeliki Maria Toli and Niamh Murtagh. The concept of sustainability in smart city definitions. *Frontiers in Built Environment*, 6, 2020.
- [49] Stadt Würzburg. *Smarte Region Würzburg | Unser Motto "Soziale Resilienz – Menschlich aus der Krise." – Smarte Region Würzburg — stadt-land-wue.de*. <https://www.stadt-land-wue.de/stadtlandwue/smartere-region-wuerzburg/index.html>. [Accessed 19-03-2024].
- [50] Filip Škultéty, Dominika Beňová, and Jozef Gnap. City logistics as an imperative smart city mechanism: Scrutiny of clustered eu27 capitals. *Sustainability*, 13(7), 2021.

Über das FZI

Das FZI Forschungszentrum Informatik mit Hauptsitz in Karlsruhe und Außenstelle in Berlin ist eine gemeinnützige Einrichtung für Informatik-Anwendungsforschung und Technologietransfer. Es bringt die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Informationstechnologie in Unternehmen und öffentliche Einrichtungen und qualifiziert für eine akademische und wirtschaftliche Karriere oder den Sprung in die Selbstständigkeit. Betreut von Professorinnen und Professoren verschiedener Hochschulen entwickeln die Forschungsgruppen am FZI interdisziplinär für ihre Auftraggeber Konzepte, Software-, Hardware- und Systemlösungen und setzen die gefundenen Lösungen prototypisch um. Mit dem FZI House of Living Labs steht eine einzigartige Forschungsumgebung für die Anwendungsforschung bereit. Das FZI ist Innovationspartner des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und strategischer Partner der Gesellschaft für Informatik (GI).

Kontakt

Dr. Alexander Viehl, Forschungsbereich Intelligent Systems and Production Engineering

Benjamin Zeilfelder, Forschungsbereich Intelligent Systems and Production Engineering

E-Mail: iq@fzi.de

Telefon: +49 721 9654-227