

Herausforderungen einer nachhaltigen digitalen Transformation im kommunalen Raum

Fokuspapier im Rahmen des Projekts „Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Politische Gestaltung zwischen Möglichkeiten, falschen Versprechungen und Risiken“

Darmstadt,
10.04.2019

Autorinnen und Autoren

Dipl.-Ing. (TU) Judith Krohn
Öko-Institut e.V.

Dr. Matthias Englert
Öko-Institut e.V.

Dr.-Ing. Veronika Ustohalova
Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	5
2.	Kommunen als aktive Gestalter des digitalen Wandels	7
2.1.	Veränderungen im Zeitalter der Globalisierung	7
2.2.	Digitalen Wandel aktiv und selbstbestimmt gestalten	8
3.	Nachhaltigkeit als oberstes Ziel	10
3.1.	Sustainable Development Goals (SDGs)	11
3.2.	SDGs und nachhaltige digitale Kommunalentwicklung	13
4.	Digitalisierung – angepasst an kommunalen Bedarf	14
4.1.	Vernetzung in der Kommune	16
4.2.	Kartierung und Zielbestimmung	19
5.	Evaluation als strukturierter Prozess und Erfahrungstransfer	21
6.	Ableitung einiger zentraler Forschungsfragen	22
6.1.	Forschungsfeld Digitalisierung und Nachhaltigkeit	22
6.2.	Forschungsfeld Digitalisierung in komplexen Systemen/vernetzten Strukturen	23
6.3.	Forschungsfeld Governance und Finanzierung	23
	Literaturverzeichnis	25

1. Zusammenfassung

Seit einigen Jahren heißt es für Städte und Kommunen: Je digitaler, desto besser. Die Umsetzung möglichst vieler digitaler Möglichkeiten scheint über die Zukunftsfähigkeit unserer Lebensräume zu entscheiden. Die eigentlichen Zusammenhänge sind aber komplexer und nicht so eindeutig. Digitalisierung ist ein schillernder Begriff für eine enorme Bandbreite an digitalen Technologien, Geschäftsmodellen und Einsatzgebieten. Neben den Chancen der Digitalisierung entstehen auch Risiken, die frühzeitig erkannt werden müssen, um geeignet gegenzusteuern.

Digitalisierung schafft aus unserer Sicht nur dann Vorteile, wenn sie in einen aktiv gestalteten Prozess eingebettet ist. Ein solcher strategischer Prozess muss auf allen Ebenen der öffentlichen Verwaltung mitgetragen und evaluiert werden. Wir möchten den Fokus hier jedoch vor allem dorthin lenken, wo die Wirkungen des Digitalisierungsprozesses im Alltag der Menschen konkret und erfahrbar werden: im kommunalen Raum. Dort besteht auch am ehesten die Möglichkeit, dass die Bürger*innen an dieser zukunftssträchtigen Entwicklung mitwirken können.

Die folgenden Thesen fassen die Kernpunkte einer an konkreten Nachhaltigkeitszielen orientierten kommunalen digitalen Entwicklung aus ingenieurwissenschaftlich technischer Perspektive zusammen. Sie werden im Laufe der nächsten Kapitel weiter ausgeführt. Zum Schluss wird ein Konzept des begleitenden Evaluierungsprozesses vorgestellt, welcher dazu dient, die negativen Effekte rechtzeitig zu identifizieren und eine entsprechende Anpassung der Strategie zu ermöglichen. Um bei den Ausführungen nicht allein im Abstrakten zu verbleiben, werden Beispiele zur Verdeutlichung gegeben.

→ These 1: Kommunen sollten die Entwicklung bewusst und aktiv gestalten

Dass Digitalisierung nicht zwangsläufig den Fortschritt befördert, zeigt der jüngste Digitalisierungskompass 2018¹. Der Kompass stellt den Fortschritt der Digitalisierung für alle 401 deutschen Landkreise und kreisfreien Städte zusammen. Die Studie betrachtet den Digitalisierungsfortschritt in den Kategorien Arbeitsmarkt, Beschäftigung, Gründung, Innovation und Infrastruktur. Der Bericht zeigt, dass die Implementierung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) z.B. in Form von Breitbandausbau, nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der digitalen Gesamtentwicklung einer Region steht. Regionen mit einer dezidierten Digitalisierungsstrategie sind erfolgreicher. Zentral ist die individuelle Situation einer Kommune. Sie prägt die Zielvorstellungen, und gleichzeitig strukturiert und limitiert sie die Möglichkeiten für eine Gestaltung digitaler Technologien zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen.

→ These 2: Die digitale Entwicklung muss zur Erreichung konkreter Nachhaltigkeitsziele auf kommunaler Ebene gestaltet werden.

Die Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 stellen den Mensch, seine Lebensbedingungen und seine Umwelt in den Mittelpunkt. Jede Planung soll daran gemessen werden, ob heutige und zukünftige Generationen gut leben können. Dies setzt voraus, dass gerade im kommunalen Raum Entscheidungen auf Basis der Nachhaltigkeitsziele getroffen werden müssen. Diese nachhaltige Entwicklung sichert den Fortbestand einer Kommune vorausschauend. Sie soll der Bevölkerung auch zukünftig attraktive Lebensbedingungen anbieten und gleichzeitig Unternehmen halten oder ansiedeln können. Die aktive Gestaltung einer digitalen Entwicklung nutzt die neuen Chancen digitaler Technologien, um Defizite der Kommune bezogen auf konkrete Nachhaltigkeitsziele mit

¹ Prognos AG und index Gruppe (2018): Der Digitalisierungskompass 2018 (Handelsblatt, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.digitalisierungskompass.info/>.

zu bewältigen. Grundlage hierfür ist die Erfassung und Nutzung von Daten, mit deren Hilfe die Erreichbarkeit des Nachhaltigkeitsziels in der Kommune nachvollzogen werden kann.

→ These 3: Nur eine maßgeschneiderte Digitalisierung, die als veränderliches Werkzeug begriffen wird, nutzt der Kommunalentwicklung dauerhaft.

In der bereits zitierten Prognos-Studie schneiden strukturstarke Kommunen aufgrund ihrer Akteursstruktur und der häufig räumlichen Nähe von Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung zwangsläufig besser ab. Strukturschwache Kommunen haben in diesem Zusammenhang nicht dieselben Ausgangsvoraussetzungen und damit im Wettbewerb um die „Smart City“ nicht dieselben Chancen. Auch die propagierten „Smart City“-²-Initiativen geben mit ihren Modernisierungs- und Erneuerungsversprechen oft nur unzureichende Antworten auf die drängendsten Bedürfnisse der Bevölkerung. Laut einer repräsentativen Umfrage zur Erstellung des Smart City Monitor 2018³ wissen gerade einmal 17% der deutschen Stadtbevölkerung, was sich hinter dem Konzept einer Smart City verbirgt, obwohl 87% in Smart City Angeboten durchaus Potential sehen.

Gerade für die Herstellung der Chancengleichheit zwischen strukturstarken und strukturschwachen Kommunen können digitale Techniken als hilfreiche Werkzeuge zum Erreichen der jeweiligen Transformationsziele der Kommune begriffen werden. Voraussetzung dafür sind individuelle Konzepte für den Einsatz der Digitalisierung, angepasst an die jeweils übergeordnete Ziele und vorherrschenden Bedürfnissen der Kommune sowie ein Bewusstsein für die Anpassungsfähigkeit des „Werkzeugs Digitalisierung“. Dieses Werkzeug kann nicht nur an die gegebenen Bedingungen angepasst werden, es ist in sich selbst veränderbar. Das heißt konkret, dass Entscheidungsstrukturen und Bewertungsschemata in den Algorithmen gestaltet werden können. Hierdurch können maßgeschneiderte digitale Anwendungen umgesetzt werden, die zudem kontinuierlich weiter entwickelt und auf die konkreten Nachhaltigkeitsziele der Kommune optimiert werden können.

→ These 4: Risiken der digitalen Entwicklung müssen frühzeitig erkannt und minimiert werden.

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass es beim Einsatz digitaler Technologien immer wieder zu unerwarteten Nebeneffekten bis hin zu einer Umkehrung des ursprünglichen Einsatzzieles gekommen ist. Dies sollte in einer vorausschauenden Planung berücksichtigt werden. Mögliche Rebound-Effekte, neue Verwundbarkeiten kritischer Infrastrukturen und andere unvorhergesehene negative Auswirkungen digitaler Technik sollten durch einen entsprechenden Evaluationsprozess erkannt und durch Gegensteuerung minimiert werden.

² Der Begriff „Smart City“ wird im Diskussionszusammenhang der Digitalisierung nicht einheitlich definiert. Wir schließen uns hier der Definition des KommunalWiki der Heinrich Böll Stiftung an, wonach mit dem Begriff „Smart City“ das Ziel einer neuen integrierten Stadtentwicklung bezeichnet wird, die aktuelle technische und soziale Innovationen miteinander verknüpft (siehe auch Glossar).

³ SPLENDID RESEARCH GmbH (2018): Smart City Monitor 2018. Repräsentative Befragung von in Deutschland lebenden Personen zu Bekanntheit und Nutzung von Smart City, Hamburg. Verfügbar unter <https://www.splendid-research.com/de/smart-city.html>

2. Kommunen als aktive Gestalter des digitalen Wandels

[These 1: Kommunen sollten die Entwicklung bewusst und aktiv gestalten.]

Bereits heute verändern sich in der Gesellschaft die Bedürfnisse und Lebensräume durch die Digitalisierung. So werden die sich durch Algorithmen beschleunigenden Informations- und Entscheidungsprozesse inzwischen selbstverständlicher und zunehmend eingefordert. In den Kommunen verändert beispielsweise digitaler Handel deutlich die Situation des Einzelhandels in Stadtkernen oder auf dem Land. Gleichzeitig übt der Digitale Wandel schleichend Einfluss auf Werte und Grundnormen aus, die für einen Großteil der Bevölkerung bisher unverrückbar erschienen. Fragen zu Datensicherheit, Dateneigentum, der Qualität von Informationen und ihrer Nachvollziehbarkeit, aber auch Fragen zu Entscheidungsverantwortung und Entscheidungshoheit müssen vor diesem Kontext immer wieder diskutiert werden.

2.1. Veränderungen im Zeitalter der Globalisierung

In den letzten 30 Jahren hat nicht nur eine rasante IT-Entwicklung stattgefunden. Der demographische Trend ebenso wie der ungleiche Ausbau der Datenübertragungsnetze führte zu einer Aufwertung der Metropolen, Kommunen im ländlichen Raum zu veröden drohen.

Gegenwärtig ist insbesondere die Stadt als Lebensraum ein Geschäftsfeld für „Smart City“-Initiativen, das nur in Einzelfällen selbstbestimmt von der jeweiligen Kommune gesteuert wird. Aus der häufig asymmetrischen Partnerschaft zwischen Wirtschaft und Stadtverwaltung entstehen Strukturen, die der Entwicklung nicht selten jegliche Transparenz und damit demokratische Kontrolle entziehen. Thomas Böker und Ulf Treger schreiben in ihrem Beitrag „Raumproduktionen in der digitalisierten Stadt“ dazu:

*„Smart City“ bedeutet [...] „Zentralisierung, Technokratie und die Machtdurchsetzung von oben“ auf Kosten der Ansprüche und Rechte der Bewohner*innen einer digitalen Stadt. [...] Unter diesen Vorzeichen ist eine nachhaltige, soziale und demokratische digitale Stadt nur schwer vorstellbar. Gleichzeitig aber betrifft die Vernetzung und Allgegenwärtigkeit digitaler Technologien schon heute alle Aspekte urbanen Lebens, sodass es notwendig ist, über andere Konzepte [...] nachzudenken.⁴*

Laut Smart City Monitor 2018⁵ gibt es einen hohen Anteil in der Bevölkerung, der sich durch Smart City Anwendungen Zeitersparnis, ein vereinfachtes Leben sowie die Schonung von Umwelt und Ressourcen verspricht. Die aktuellen Smart City-Initiativen sind jedoch nur für einen kleinen Prozentsatz der Stadtbewohner*innen transparent und nachvollziehbar. Zudem findet deutschlandweit laut einer Studie der Prognos AG⁶ eine Zweiteilung statt. Knapp der Hälfte der Landkreise werden schlechte bis weniger gute Chancen im Zuge der Digitalisierung zugerechnet, drei Viertel davon im ländlichen Raum.

⁴ Bauriedl; Strüver (2018)(Hrsg.): Smart City. Kritische Perspektiven auf die Digitalisierung in Städten, Bielefeld.

⁵ SPLENDID RESEARCH GmbH (2018): Smart City Monitor 2018, Repräsentative Befragung von in Deutschland lebenden Personen zu Bekanntheit und Nutzung von Smart City. Hamburg, 2018. Online verfügbar unter <https://www.splendid-research.com/de/smart-city.html>.

⁶ Prognos AG und index Gruppe (2018): Der Digitalisierungskompass 2018. Handelsblatt (Hg.), 2018. Online verfügbar unter <https://www.digitalisierungskompass.info/>.

2.2. Digitalen Wandel aktiv und selbstbestimmt gestalten

Dieser ernüchternden Realität der digitalen Entwicklung muss eine Perspektive entgegen gestellt werden, welche die Kommune selbst als aktiven Gestalter ernstnimmt und die Chancen hebt, die durch die spezifischen Bedarfe der Kommune und die Bedürfnisse der Bevölkerung zur Gestaltung der eigenen Lebensräume entstehen.

Die Steuerung und Planung der digitalen Entwicklung ist damit eine zentrale Aufgabe für Kommunen. Entsprechend fordert auch die Smart City Charta des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) die Kommunen zu mehr Kooperation mit Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft auf, „um Potenziale und Herausforderungen der digitalen Transformation im Sinne nachhaltiger integrierter Stadtentwicklung frühzeitig zu erkennen und abzuwägen“⁷.

Eine übergeordnete Entwicklungsstrategie der Kommune hilft die digitale Entwicklung mitzusteuern. Die Kommune kann dabei über eigene digitale Umsetzungskonzepte Entwicklungen anstoßen, die die Bedürfnisse der Bürger*innen konkret, transparent und nachvollziehbar aufgreifen. Dieser Prozess sollte unter Information und Beteiligung der Bürger*innen stattfinden. Aufgabe ist die Begleitung und Bewertung möglicher Auswirkungen und die Überprüfung einzelner strategischer Handlungsfelder und Initiativen sowie der Vernetzung von Infrastrukturen im Hinblick auf die Ziele der nachhaltigen und integrierten Stadtentwicklung.

In einem Papier zur Stadt der Zukunft formuliert die Bundesregierung sehr allgemein:

„Im Mittelpunkt steht die Weiterentwicklung von Integration und Vernetzung, um so die Effizienz, Effektivität und Widerstandsfähigkeit des Gesamtsystems zu steigern und die dabei erzielbaren ökonomischen, ökologischen und sozialen Verbesserungspotenziale zu realisieren.“⁸

Metaziel ist die Entwicklung einer „zukunftsorientierten Smart-City-Strategie“, die an dem normativen Bild einer „intelligenten, zukunftsorientierten Kommune“ gemessen werden soll. Diese stellt die Bedürfnisse der Menschen in den Mittelpunkt des Handelns und verhält sich dabei „vielfältig und offen, partizipativ und inklusiv, klimaneutral und ressourceneffizient“, gleichzeitig aber auch „wettbewerbsfähig und florierend, aufgeschlossen und innovativ“ und bleibt „responsiv und sensitiv, sicher und raumgebend“. Es stellt sich aber hier die Frage wie mit konkurrierenden Teilzielen des normativen Bildes einer intelligenten, zukunftsorientierten Kommune umgegangen werden soll – etwa Klimaneutralität vs. Wettbewerbsfähig etc.

Weitere Kernpunkte einer Digitalisierungsstrategie formuliert unter anderem der IT-Gipfel in seinem Positionspapier der Projektgruppe Smart Cities / Regions:

Smart Cities und Smart Regions sollen insbesondere die Lebensqualität, die Wirtschaft und die Zukunftsfähigkeit des Siedlungsraums verbessern und gleichzeitig negative Folgen der Urbanisierung mindern oder vermeiden. Im Mittelpunkt steht die Weiterentwicklung von Integration und Vernetzung, um so die Effizienz, Effektivität und Widerstandsfähigkeit des

⁷ BBSR (2017): Smart City Charta - Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. ISBN 978-3-87994-203-9. Hrsg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Mai 2017

⁸ Bundesregierung (2015): Zukunftsstadt. Strategische Forschungs- und Innovationsagenda. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter <https://www.fona.de/mediathek/pdf/Zukunftsstadt.pdf>, zuletzt abgerufen am 19.06.2018.

Gesamtsystems zu steigern und die dabei erzielbaren ökonomischen, ökologischen und sozialen Verbesserungspotenziale zu realisieren.⁹

Diese Ansätze fokussieren darauf, dass Kommunen für die digitale Entwicklung aktiv und bewusst Verantwortung übernehmen müssen. Sie sollen zum Aufbau technischer Systeme beitragen und damit ihre Souveränität für Entscheidungen und für Kontrolle beibehalten sowie gleichzeitig die digitale Entwicklung für alle Bürger*innen transparent und zugänglich machen. Dazu gehört z.B.

- der Ausbau einer hochleistungsfähigen Breitbandversorgung zur Sicherstellung des gleichwertigen Zugangs für alle Bevölkerungsschichten (Stadt und Land) sowie als Basis für die Umsetzung digitaler Veränderungen, die zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen wesentlich beitragen können,
- der Aufbau hochleistungsfähiger und sicherer Internetplattformen für die Integration und Vernetzung bisher technologisch und administrativ getrennter Systeme, wie beispielsweise für Verknüpfungen von Geodaten mit der Erfassung des realen Radverkehrs durch Sensoren oder Life-Tracking-Apps und gleichzeitiger Einbindung von Erfahrungswerten regionaler BI zu Engstellen sowie der Auswertung von Unfallhäufigkeiten mit Radfahrer*innenbeteiligung, die von der kommunalen Verwaltung zur stetigen Radverkehrsnetzoptimierung genutzt werden könnte¹⁰
 - solcher, die die grundsätzliche Datenverfügbarkeit öffentlicher Daten in Open Data-Systemen sowie den sichere Zugang zu den jeweils relevanten Daten (insbes. Geo-Daten) gewährt - bei gleichzeitigem zuverlässigem und effizientem Schutz persönlicher Daten.

Geeignete Prozesse wie eine konkrete Umsetzung der Verknüpfung von Datensätzen aus unterschiedlichen, bisher voneinander unabhängigen Datenquellen erfolgen kann, müssen erprobt werden.

Beispiel 1: Stadt Ulm und „Digitalisierung von unten: Open, Smart, Inclusive & Green“

Das Konzept der Stadt Ulm basiert auf der Umsetzung der „kleinen naheliegenden Lösungen für den Alltag der Bürger*innen“ und einer open-source¹¹-Umsetzung:

„Der Wandel, welcher durch die Digitalisierung stattfindet, soll in Ulm unter Einbeziehung der Stadtgesellschaft proaktiv mitgestaltet werden. Die Geschäftsstelle Digitale Agenda der Stadt Ulm ist hierbei Impulsgeber in die Stadtgesellschaft, Verwaltung und Wirtschaft.

Die Geschäftsstelle Digitale Agenda der Stadt fördert einen beispielgebenden Prozess, wie die aktuellen Themen und Fragestellungen im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Stadtentwicklung unter aktiver Nutzung der durch die Digitalisierung eröffneten Möglichkeiten gelingen kann. Es wird sehr deutlich, dass positive Ergebnisse nur durch eine gemeinsame Diskussion und Entwicklung von unten erreicht werden können. Dabei ist es wichtig immer wieder in die gesell-

⁹ Nationaler IT Gipfel (2015): Intelligente Städte und Regionen in Deutschland: Aufruf zur digitalen Transformation, Positionspapier der Projektgruppe Smart Cities / Regions in der Fokusgruppe Intelligente Vernetzung, Plattform „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ im Nationalen IT-Gipfel. Oktober 2015

¹⁰ Denkbar ist hier auch eine Verknüpfung mit dem regionalen Nahverkehrsbetrieb, um die Zufahrt per Rad an die Haltestellen, die bevorzugt durch Radfahrer genutzt werden, zu verbessern.

¹¹ Der englische Begriff Open Source, der übersetzt „freie Quelle“ bedeutet, bezeichnet ein Konzept, nach welchem Programme mit ihrem Quellcode ausgeliefert werden. So kann jeder in den Quellcode einsehen und diesen verändern. Eine spezielle Initiative, die Open Source Initiative (OSI) ist zuständig für die Definition von Kriterien, welche die Open Source Software erfüllen soll. (Definition unter <https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/open-source?interstitial>)

*schaftliche Diskussion zu den aktuellen Themen der Digitalisierung einzutreten und einen Kulturwandel in der Stadtverwaltung und im Austausch mit der Bürgerschaft selbst vorzuleben.*¹²

Die Stadt Ulm kooperiert in der Umsetzung mit dem „Verschwörhaus“, das als Ort für Innovation, Bildung und Begegnung für alle, denen Digitales & Analoges, digitales Ehrenamt und die digitale Teilhabe und Mündigkeit am Herzen liegen, begriffen wird. Die Geschäftsstelle Digitale Agenda ermittelt u.a. in Bürgerwerkstätten die Bedarfe der Bürgerschaft. In Kooperation mit den Bürger*innen und dem „Verschwörhaus“ werden anschließend Umsetzungskonzepte entwickelt, die zunächst inhaltlich in einem „Proof of Concept“ münden, welches als Entscheidungsbasis dienen kann. Anschließend wird das Projekt als Pilot in einem kleinen Rahmen getestet und die tatsächlich praktisch vorhandene Nützlichkeit nachgewiesen. Erst nach Erbringung dieses Beweises wird das Projekt in einem größeren Maßstab umgesetzt. Diese Vorgehensweise ermöglicht es der Stadt, für die Bürger*innen konkret erfahrbaren Nutzen zu erzeugen, die Kosten gering zu halten, auftretende Fehler selbstständig zu beheben und während des gesamten Prozesses die Kontrolle zu behalten.

Ein im „Verschwörhaus“ entwickeltes Umsetzungskonzept, das in ein Projekt mündete, ist das LoRaWAN¹³ der Unternehmerinitiative „initiative.ulm.digital“ auf Basis des „The Things Network“¹⁴. LoRaWAN beschreibt eine für IoT-Szenarien optimierte regionale Kommunikationsarchitektur, die Daten über lizenzfreie Funkspektren überträgt und dabei besonders energieeffizient ist. Mit LoRaWAN wurde für interessierte Bürger und Unternehmen in Ulm und Umgebung eine Infrastruktur geschaffen, mit der das Internet der Dinge¹⁵ für jeden greifbar und damit der unmittelbare Nutzen für die Bürger*innen dargestellt werden soll¹⁶. Anwendungen in der Entwicklung sind z. B. die Füllstandserkennung von Mülltonnen, die Erkennung von Leckagen an Wasserrohren der städtischen Wasserversorgung oder die Parkplatz- und Verkehrsoptimierung.¹⁷

3. Nachhaltigkeit als oberstes Ziel

[These 2: Die digitale Entwicklung muss zur Erreichung konkreter Nachhaltigkeitsziele auf kommunaler Ebene gestaltet werden.]

Bei der digitalen Entwicklung einer Kommune wird die Nachhaltigkeit häufig als Ziel der Maßnahmen genannt. Ein nachvollziehbarer und quantifizierbarer Nutzen für die Nachhaltigkeit kann aber längst nicht für alle so deklarierten Maßnahmen erkannt werden. In vielen Fällen scheint der eigentliche Antrieb für die Entwicklungen wirtschaftsgetrieben zu sein und der tatsächliche Nutzen der Kommune hinsichtlich der Verminderung ihrer spezifischen Nachhaltigkeitsdefizite fragwürdig.

¹² Stadt Ulm (2018): Geschäftsstelle Digitale Agenda der Stadt Ulm. Digitalisierung von unten: Open, Smart, Inclusive & Green. Verfügbar unter <https://www.ulm.de/leben-in-ulm/digitale-stadt/geschaeftsstelle-digitale-agenda>, zuletzt abgerufen am 28.11.2018

¹³ Die LoRaWAN-Spezifikation ist ein Low Power, Wide Area (LPWA)-Netzwerkprotokoll, das entwickelt wurde, um batteriebetriebene "Dinge" drahtlos mit dem Internet in regionalen, nationalen oder globalen Netzwerken zu verbinden, und zielt auf wichtige Anforderungen des Internet der Dinge (IoT) ab, wie bi-direktionale Kommunikation, End-to-End-Sicherheit, Mobilität und Lokalisierungsdienste. (Quelle: <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>)

¹⁴ The Things Industries: The Things Network. Online verfügbar unter <https://www.thethingsnetwork.org/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

¹⁵ Das Internet der Dinge (IdD) (auch: „Allesnetz“; [1] englisch Internet of Things, Kurzform: IoT) ist ein Sammelbegriff für Technologien einer globalen Infrastruktur der Informationsgesellschaften, die es ermöglicht, physische und virtuelle Gegenstände miteinander zu vernetzen und sie durch Informations- und Kommunikationstechniken zusammenarbeiten zu lassen. (Quelle: Wikipedia)

¹⁶ Ulm et al.: TTN Ulm - LoRaWAN und LoRa in Ulm | Home. initiative.ulm.digital e.V. (Hg.). Online verfügbar unter <https://lora.ulm-digital.com/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

¹⁷ Cortex Media GmbH Ulm: Ihr Internet- und IT-Dienstleister aus der Mitte Ulms - Internetagentur, Webdesign und Softwareentwicklung aus Ulm, Cortex Media GmbH Ulm. Online verfügbar unter <https://cortex-media.de/blog/citysens-cortex-gruendet-tochtergesellschaft-mit-lokalen-it-firmen/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

Die kommunale digitale Entwicklung muss an den Zielen der nachhaltigen Kommunalentwicklung ausgerichtet und in diese integriert sein. Gleichzeitig müssen digitale Neuerungen mit Bezug zu kommunalen Strukturen, die unabhängig von der Kommunalplanung¹⁸ entstehen, identifiziert und kontinuierlich an den Nachhaltigkeitszielen der Kommune gemessen werden, um bei negativen Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit der Kommune rechtzeitig gegensteuernde Maßnahmen umsetzen zu können. Dass nachhaltige Entwicklungen nur in der Umsetzung auf lokaler, kommunaler Ebene entstehen können, erklärt sich aus der spezifischen Bedarfssituation und der unmittelbaren Sichtbarkeit eines Nutzens auf kommunaler Ebene. Digitale Umsetzungskonzepte können die konkreten Bedarfe der Kommune aus Nachhaltigkeitsicht individuell aufgreifen.

Zur Ermittlung der konkreten kommunalen Nachhaltigkeitsziele lohnt sich ein Blick in die Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen. Diese berücksichtigen mehrere Dimensionen der Nachhaltigkeit – neben Umwelt auch Soziales und die Wirtschaft – und stellen so einen umfassenden Katalog für nachhaltige Entwicklungsziele zusammen.

3.1. Sustainable Development Goals (SDGs)

Mit der Verabschiedung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung¹⁹ durch die Vereinten Nationen 2015 wurde ein ehrgeiziger Katalog an Zielen nachhaltiger Entwicklung („*Sustainable Development Goals*“ (SDGs)) verabschiedet. Die SDGs stellen fünf handlungsleitende Prinzipien voran -- People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership („5 Ps“). Die SDGs der Agenda 2030 sind universell und gelten für alle Länder gleichermaßen.

Damit sind alle 17 SDGs und die Mehrzahl der 169 Zielvorgaben auf Deutschland übertragbar. Die SDGs sind daher ein möglicher Maßstab, an dem sich auch die Nachhaltigkeit der digitalen Entwicklung einer Kommune messen lassen kann bzw. auf Basis derer die Nachhaltigkeitsziele der Kommune definiert werden können. Bezogen auf die Digitalisierung sind allerdings nicht alle Zielvorgaben gleichermaßen relevant bzw. mit Blick auf den Gestaltungsbedarf der Digitalisierung von Bedeutung. Aus Sicht einer kommunalen Digitalisierungsstrategie lassen beispielhaft folgende Anforderungen der SDGs²⁰ als Nachhaltigkeitsrichtschnur einer nachhaltigen digitalen Entwicklung heranziehen. Dabei stellt die nachfolgende Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit, einige Ziele sind nicht ganz widerspruchsfrei bzw. es treten Wechselwirkungen zwischen den Zielen auf.

- **Teilhabe:** Personengruppen dürfen nicht aufgrund ihrer finanziellen, regionalen oder körperlichen Einschränkungen oder aufgrund ihres Alters grundsätzlich benachteiligt werden. (SDGs 1, 3, 4 und 11)
- **Partizipation:** Die Siedlungsplanung und –steuerung soll partizipatorisch, integriert und nachhaltig erfolgen. (SDG 11)
- **Individuelle Umweltbelastung:** Die Umweltbelastung pro Kopf soll gesenkt werden. (SDG 11)
- **Klima- und Umweltschutz:** Klimaschutzmaßnahmen sind in jede Planung mit einzubeziehen. Die biologische Vielfalt soll erhalten werden, Ökosystem- und Biodiversitätswerte sind in Ent-

¹⁸ Dadurch, dass digitale Neuerungen nicht an regionale Räume gebunden sind, können sie sich unter Umständen global oder überregional und damit auch auf kommunale Strukturen auswirken, ohne dass die Kommune einen unmittelbaren Einfluss auf die digitale Umsetzung selber ausüben kann.

¹⁹ UN (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung: S.15 „Ziele für Nachhaltige Entwicklung“. Vereinte Nationen (Hg.), 21.10.2015. Online verfügbar unter <http://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>, zuletzt geprüft am 10.07.2018.

²⁰ UN (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. S. 16 – 30 Zielvorgaben. Vereinte Nationen (Hg.), 21.10.2015. Online verfügbar unter <http://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>, zuletzt geprüft am 10.07.2018.

wicklungsprozesse zu integrieren. Natürliche Ressourcen sollen effizient genutzt werden. (SDGs 6, 12, 13 und 15)

- **Technischer Fortschritt:** Nachhaltige, moderne und widerstandsfähige (IKT-) Infrastrukturen sollen erstellt bzw. erweitert, der Zugang zu nachhaltiger, moderner Energie gewährleistet und saubere und umweltverträgliche Industrieprozesse und Technologien vermehrt eingesetzt werden. (SDGs 7 und 9)
- **Transparenz:** Entscheidungen sollen bedarfsorientiert, inklusiv, partizipatorisch und repräsentativ gefunden werden. Informationen sollen öffentlich zugänglich sein. Dabei sollen gleichzeitig Grundfreiheiten geschützt werden. (SDG 12)
- **Integratives Vorgehen:** Positive wirtschaftliche, soziale und ökologische Verbindungen zwischen städtischen, stadtnahen und ländlichen Gebieten sollen ausgebaut und unterstützt werden. (SDG 11)

Um die Nachhaltigkeitsziele bei der Umsetzung von digitalen Entwicklungen geeignet einfließen zu lassen und gleichzeitig den Nutzen für die Nachhaltigkeit nachvollziehen und ggf. nachsteuern zu können, sollten Indikatoren definiert werden, die mittels Echtzeit-Messwerten geeignet in die Algorithmen eingebunden oder anhand der Messwerte kontinuierlich überprüft werden können.

Ein Beispiel für Indikatoren zur Messung der Zielerreichung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie hat das Statistische Bundesamt zusammengestellt. Für Kommunen relevant sind hiervon die in Tabelle 3-1 zusammengestellten Nachhaltigkeitsindikatoren:

Tabelle 3-1: Für Kommunen relevante Nachhaltigkeitsindikatoren

Nachhaltigkeitsindikatoren	Bezug zu SDG
Emissionen von Luftschadstoffen sowie Feinstaub,	Wohlergehen und Gesundheit
Phosphor in Fließgewässern und Nitrat im Grundwasser,	Sauberes Wasser
Endenergieproduktivität sowie Primärenergieverbrauch, Anteil erneuerbare Energien am Brutto-Endenergieverbrauch sowie Anteil Strom aus erneuerbaren Energiequellen am Bruttostromverbrauch,	Bezahlbare und saubere Energie
Anstieg Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie Freiraumverluste und Siedlungsdichte, Energieverbrauch im Personenverkehr und die Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren mit öffentlichen Verkehrsmitteln und Überlastung durch Wohnkosten	Nachhaltige Städte und Gemeinden
Treibhausgasemissionen	Maßnahmen zum Klimaschutz
Artenvielfalt und Landschaftsqualität und Eutrophierung der Ökosysteme	Leben an Land

Quelle: (Destatis 2016)²¹

Listen zu Nachhaltigkeitszielen und deren Indikatoren müssen entsprechend der konkreten Bedarfssituation der Kommune angepasst und analysiert werden. Eine Kommune auf dem Land wird weniger mit Emissionen von Luftschadstoffen als vielmehr mit der Frage nach der Verfügbarkeit

²¹ Statistisches Bundesamt Destatis (2016): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2016.

von ärztlicher Versorgung in Bezug auf Gesundheit und Wohlergehen beschäftigt sein. Außerdem ist gerade im ländlichen Raum die Verfügbarkeit der für die Umsetzung von digitalen Entwicklungen notwendigen IKT-Infrastruktur von entscheidender Bedeutung²² und begrenzt womöglich den Einsatz digitaler Entwicklungen. Die genannten Listen sind daher nur exemplarisch und werfen weitere Forschungsfragen auf, wenn sie auf die Digitalisierung in Kommunen angewandt werden sollen.

3.2. SDGs und nachhaltige digitale Kommunalentwicklung

Die SDGs helfen dabei, die spezifischen Nachhaltigkeitsaspekte einer Kommune und mögliche Defizite zu bestimmen. Es können die Nachhaltigkeitsdefizite mit dem größten Potential für ökologische und gesellschaftliche Verbesserungen bzw. solche mit hoher Dringlichkeit für die Kommune identifiziert werden. Für die ermittelten drängendsten Defizite sollten Verbesserungsstrategien entwickelt werden, die alle verfügbaren – sowohl die konventionellen als auch die digitalen – Maßnahmen erfassen.

Für die Nachhaltigkeitsdefizite müssen dann geeignete Messgrößen gefunden werden, die als Bewertungsmaßstab dienen können, z.B. die obigen Nachhaltigkeitsindikatoren. Geplante Digitalisierungsprozesse und digitale Infrastrukturen können anschließend konkret an diesen definierten Messgrößen auf ihre Nützlichkeit hin bewertet werden. Auch bestehende Digitalisierungsmaßnahmen sollten im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit in Bezug auf die betrachteten Messgröße bewertet und ihr Nutzen eingeordnet werden. Ergebnis kann auch sein, dass digitale Technologien zur Erreichung bestimmter Nachhaltigkeitsziele nicht geeignet sind.

Beispiel 2: Selbstlernendes Verkehrsleitsystem

Werden beim Nachhaltigkeitsziel „Reduktion der individuellen Umweltbelastung“ Nachhaltigkeitsdefizite einer Kommune identifiziert, kann u.a. die Belastung durch Feinstaub und Emissionen von Luftschadstoffen entsprechend der deutschen Nachhaltigkeitsindikatoren als Bewertungsmaßstab herangezogen werden.

Alle denkbaren Maßnahmen, die eine Verbesserungsstrategie hinsichtlich der Reduzierung der individuellen Umweltbelastungen darstellen könnten, sind zunächst zusammenzustellen. Hierzu zählen unter anderem in diesem Beispiel:

- Die Reduktion des Individualverkehrs bis hin zur autofreie Kommune,
- die Reduktion der Standzeiten bei laufendem Motor der Fahrzeuge (z.B. im Stau oder vor Ampeln),
- die flächendeckende Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit entsprechenden Filteranlagen,
- die Bevorzugung von E-Verkehr statt solchem mit Verbrennungsmotoren,
- mehr ÖPNV statt Individualverkehr,
- mehr Fahrrad statt Personenkraftwagen,
- Verkehrsleitsysteme zur flächigeren Verteilung der Belastung (dadurch erwartete Verringerung der punktuellen Belastungswerte)
- ...

Betrachtet man als Minderungsmaßnahme die Reduktion der PKW-Standzeiten oder/und die flächigere Verteilung punktueller Belastungswerte, ist die Zuhilfenahme einer digitalen Anwendung wie z.B. ein selbstlernendes Verkehrs-

²² Quelle: Öko-Institut e.V., Quadriga Hochschule, B.A.U.M. (2018): Smart Region Darmstadt Rhein Main Neckar. Darmstadt, Berlin, Hamburg, 15.01.2018

leitungssystem denkbar, welches die Aufgabe hat, Verkehrsströme zu erfassen und mittels der Daten optimierte Verkehrsleitungsstrukturen zu errechnen.

Vor der Festlegung dieser Digitalisierungsmaßnahme sollte ihr möglicher Einfluss bzw. tatsächliche Nutzen im Vergleich zu anderen konventionellen Maßnahmen und Maßnahmen, die mit Unterstützung digitaler Anwendungen umgesetzt werden können, abgeschätzt und die Möglichkeit zur kombinierten Nutzung mehrerer – in der Gestaltungshöhe der Kommune liegender - Maßnahmen geprüft werden. Gemessen wird der Einfluss und Nutzen in der Umsetzung konkret in Bezug auf die Zielsetzung der Reduktion der Feinstaubbelastung sowie der Emissionen von Luftschadstoffen, wobei diese in digitalen Anwendungen mit Sensoren erfasst und ausgewertet werden können. Es können als Echtzeit-Daten beispielsweise Kohlenstoffmonoxid-, die Stickstoffoxid- oder/und Feinstaubwerte gemessen und in verschiedene Steuerungsalgorithmen im Mobilitätssektor als Entscheidungsgrundlage genutzt werden.

Mit Modellcharakter für ganz Baden-Württemberg wird vom Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg in der Region Stuttgart die „Nachhaltig mobile Region Stuttgart“ (NAMOREG) mit entsprechenden Projekten umgesetzt. Dazu gehört das Projekt NAVIGAR in der Region Stuttgart zur Vernetzung von kommunalem Verkehrsmanagement und Navigationslösungen privater Anbieter. NAVIGAR soll zeigen, wie die Verkehrsteilnehmer*innen durch bessere Information und Steuerung der Staus unnötige Emissionen vermeiden können. Dies wird über eine Vernetzung der situativen städtischen Verkehrssteuerung mit dem Routing der Navigationssysteme erreicht. So erfolgt z.B. die Übermittlung von Alternativrouten bei Verkehrsstörungen, Baustellen, Streckensperrungen oder die Verkehrsführung bei Großveranstaltungen an die Navigationssysteme. Neben der Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Verflüssigung des Verkehrsablaufs soll damit die Verkehrseffizienz erhöht und verkehrliche Umweltbelastungen wie Lärm und Schadstoffemissionen deutlich gesenkt werden. Das System wurde mit rund 300 Testfahrerinnen und -fahrern über sechs Monate erprobt und die Praxistauglichkeit erfolgreich bewiesen.²³

Zusätzlich müsste der mögliche Nutzen den tatsächlichen Kosten gegenüber gestellt werden. Zu den Kosten zählen neben den rein finanziellen Kosten der Entwicklung und Umsetzung bzw. des Betriebs und der Wartung der digitalen Maßnahme auch Faktoren wie die (Möglichkeit der) Umschulung des Wartungspersonals sowie die Gefahr der technischen Abhängigkeit der Kommune.

4. Digitalisierung – angepasst an kommunalen Bedarf

[These 3: Nur eine maßgeschneiderte Digitalisierung, die als Werkzeug begriffen wird, nutzt der Kommunalentwicklung dauerhaft.]

Weltweit werden aktuell im urbanen Raum digitale Strategien in vielen Lebensbereichen erprobt bzw. eingesetzt, angefangen von e-Government-Lösungen, bei denen Behördengänge online erfolgen können, bis hin zum Einsatz von intelligenten Straßenlaternen, die eine Vielzahl von zusätzlichen Funktionen neben der Beleuchtung erfüllen können. Inwieweit diese digitalen Strategien tatsächlich Lösungen für aktuell vorhandene Probleme bieten oder eher Experimente auf Kosten der Datenhoheit und demokratischen Kontrolle einer Kommune sind, lässt sich nicht eindeutig nachvollziehen.

Das alleinige Vorhandensein von Daten bzw. die entkontextualisierte und ggf. willkürlich korrelierte Weiterverarbeitung von Daten durch Algorithmen und künstliche Intelligenz bietet also theoretisch effizienz- und partizipationssteigernde Lösungen – praktisch bleiben in

²³ Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg: NAMOREG - Nachhaltig mobile Region Stuttgart. Online verfügbar unter <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/verkehrspolitik/nachhaltige-mobilitaet/nachhaltig-mobile-region-stuttgart/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

*diesen Szenarien die Stadtbewohner*innen und ihre Interaktionen aber weitgehend ausgeschlossen.²⁴*

Dabei bietet gerade die digitale Technik die Möglichkeit, mehrere Teilziele innerhalb der Kommune mit den maßgeblichen Daten zum Erreichen des Nachhaltigkeitsziels effizient zu verknüpfen und so optimierte Lösungen zu generieren. Entscheidend ist hierbei allerdings die Wahrnehmung der digitalen Technik als veränderliches Werkzeug, das sowohl in der bedarfsgerechten Verknüpfung notwendiger Datenstränge als auch in der Ausrichtung der Algorithmen in Bezug auf die Entscheidungslogik beeinflussbar ist und zur kontinuierlichen Nachsteuerung auch bleiben kann.

Übernimmt die Kommune selbst die Verantwortung für die kommunale, digitale Umsetzungsstrategie, so ist im Sinne der Nachhaltigkeit die Frage nach dem tatsächlichen Nutzen für die Bürger*innen und deren Umwelt (siehe Kap.3) entscheidend. Dieser Nutzen lässt sich ohne Betrachtung der individuell räumlichen Gegebenheiten sowie spezifischen Merkmalen der Kommune nur bedingt ermitteln (siehe Beispiele 3 und 4). Die Erfassung der relevanten Strukturen innerhalb der Kommune ermöglicht dagegen eine stufenweise Anpassung der digitalen Umsetzungsstrategien im Sinne der Nachhaltigkeit und ein Nachjustieren innerhalb der vorgenommenen Maßnahmen. Soll die digitale Entwicklung zur Erreichung der gesetzten Nachhaltigkeitsziele beitragen, muss ein Prozess entwickelt werden, der maßgeschneidert und systematisch auf die vorhandenen Bedarfe, Räume, Merkmale reagiert und auftretende Rückwirkungen berücksichtigt.

Beispiel 3: Intelligente Straßenlaternen

Intelligente Straßenlaternen können mit adaptiven Lichtquellen ausgestattet werden, die die Lichtleistung sensor-gesteuert je nach Bedarf reduzieren bzw. temporär erhöhen und so zu einer Energieeinsparung beitragen können. Sie können darüber hinaus z.B. auch mit zusätzlichen Sensoren ausgerüstet werden, die freie Parkflächen wahrnehmen, den Verkehrsfluss messen oder Umweltdaten sammeln und weitergeben.

Die Variante, bei der die Lichtquelle selbstständig die Lichtleistung erhöht, sobald ein Passant zu Fuß oder per Rad in die Nähe der Laterne kommt, und sein Licht nach dem Fortgehen der Person wieder reduziert, mag für eine wenig frequentierte Strecke hohe Energieeinsparungswerte aufweisen, der tatsächliche Beitrag muss aber kritisch bewertet werden.

Die Fachhochschule Münster, die Stadtwerke Münster und das Tiefbauamt beteiligten sich am städtischen Projekt zur Optimierung des Straßenlichts²⁵. Ziel war es, nicht nur Betriebskosten für eine durchgehende nächtliche Beleuchtung zu reduzieren, sondern auch das Problem der durchgehenden nächtlichen Beleuchtung für die Tierwelt²⁶ sinnvoll zu lösen. Es sollte untersucht werden, wie eine solche moderne, intelligente, energie- und damit kosteneffiziente Straßenbeleuchtung aussehen könnte. Dazu wurden in Münster-Wolbeck 19 Straßenlaternen auf einem rund 700 Meter langen Geh- und Radweg mit LED-Leuchten und gleichzeitig zwei verschiedenen Sensorsystemen (radarbasiert und infrarot) ausgestattet. Die Sensoren sorgen für eine intelligente adaptive Beleuchtung: Ist niemand in der Nähe eines Sensors, dimmt das Licht automatisch runter auf etwa 10 Prozent der tatsächlichen Leuchtkraft. Hält sich ein Verkehrsteilnehmer im Straßenraum auf, erkennen das die Sensoren, und das Licht strahlt heller – aber immer nur die Leuchte direkt neben dem Fußgänger und die beiden darauffolgenden Leuchten. Dadurch entsteht eine Lichtwabe, die den Menschen begleitet.

²⁴ Greenfield (2013): Against the Smart City. Brooklyn, NY. 13.10.2013

²⁵ FH Münster: Ausgezeichnet: Intelligente Straßenbeleuchtung. FH Münster begleitet ein städtisches Projekt, bei dem Sensoren für optimales Licht sorgen. Online verfügbar unter <https://www.fh-muenster.de/hochschule/aktuelles/pressemitteilungen.php?pmid=7324&imgid=15130>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

²⁶ <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/lichtverschmutzung-und-ihre-fatalen-folgen-fuer-tiere/7024>

Die Rückmeldung der befragten Bevölkerung war überwiegend positiv, allerdings ergab die Auswertung auch, dass eine Optimierung der Sensortechnik erforderlich ist. Bei langsamer Geschwindigkeit wie bei Fußgängern mit Rollator sprangen die Radarsensoren nicht an, die positive Wirkung der verkürzten Beleuchtungsdauer auf die Tierwelt war durch Fehlschaltungen beider Sensorsysteme infolge von Anwesenheit der Kleintiere reduziert.

Das Argument des ermittelten Energieeinsparpotenzials von 70% müsste kritisch geprüft werden, da bereits die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Leuchten allein schon 70% bis 80% der Energie einspart²⁷ und nicht nachvollziehbar ist, wie groß die Energieeinsparung durch die sensorgesteuerte Lichtveränderung im Vergleich zu dauerleuchtenden LED-Lampen tatsächlich wäre.

Beispiel 4: Parkflächensensoren

Parkflächensensoren, die freie und kostenfreien Parkflächen an eine App melden, tragen unter Umständen zu einer Verringerung der Fahrzeiten eines Parkplatzsuchenden in der Kommune bei. Dieses Ziel ist ein individuelles Ziel des Parkplatzsuchenden. Als kommunales Ziel wäre denkbar, dass dadurch das Verkehrsaufkommen reduziert werden könnte. Es ist aber genauso möglich, dass durch die verkürzte Parkplatzsuche deutlich mehr Autofahrer*innen in die Kommune gelockt werden und damit das Verkehrsaufkommen gesteigert wird. Ist das Ziel dieser Digitalisierungsmaßnahme jedoch die Attraktivität des lokalen Einzelhandels zu befördern, erfüllen z.B. Straßenlaternen mit Parkflächensensoren im Umfeld einer Fußgängerzone vermutlich zunächst ihren Zweck.

Um zu gewährleisten, dass ggf. vorhandene Parkhäuser vorrangig ausgelastet werden, müssten die „smarten“ Parkflächen ebenfalls kostenpflichtig sein. Fraglich bleibt in diesem Fall, inwieweit der Parkplatzsuchende dann nicht womöglich bevorzugt die kostenfreien Parkflächen in der weiteren Umgebung suchen wird. Das würde dazu führen, dass die Fahrzeiten des Parkplatzsuchenden keineswegs verringert und die umgebenden (Wohn-)Gebiete mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen belastet würden.

In der Nachbarschaft der „smarten“ Parkflächen ist außerdem auch das Nachhaltigkeitsziel der Teilhabe zu diskutieren. So könnten insbesondere ältere Anwohner durch die Maßnahme eingeschränkt werden, da sie weniger oft mit den neuen digitalen Techniken vertraut sind. Entsprechend würde ein Teil dieser Personengruppe aufgrund des ungleichen Zugangs zur Information „freier Parkraum“ benachteiligt. Zudem ist diese Personengruppe am häufigsten gehbehindert und deswegen womöglich auf ein Fahrzeug angewiesen. Eine Verlagerung der Parkplatzsuche in die benachbarte Umgebung der vorgesehenen Parkräume würde die dort ansässigen älteren Anwohner also unmittelbar betreffen.

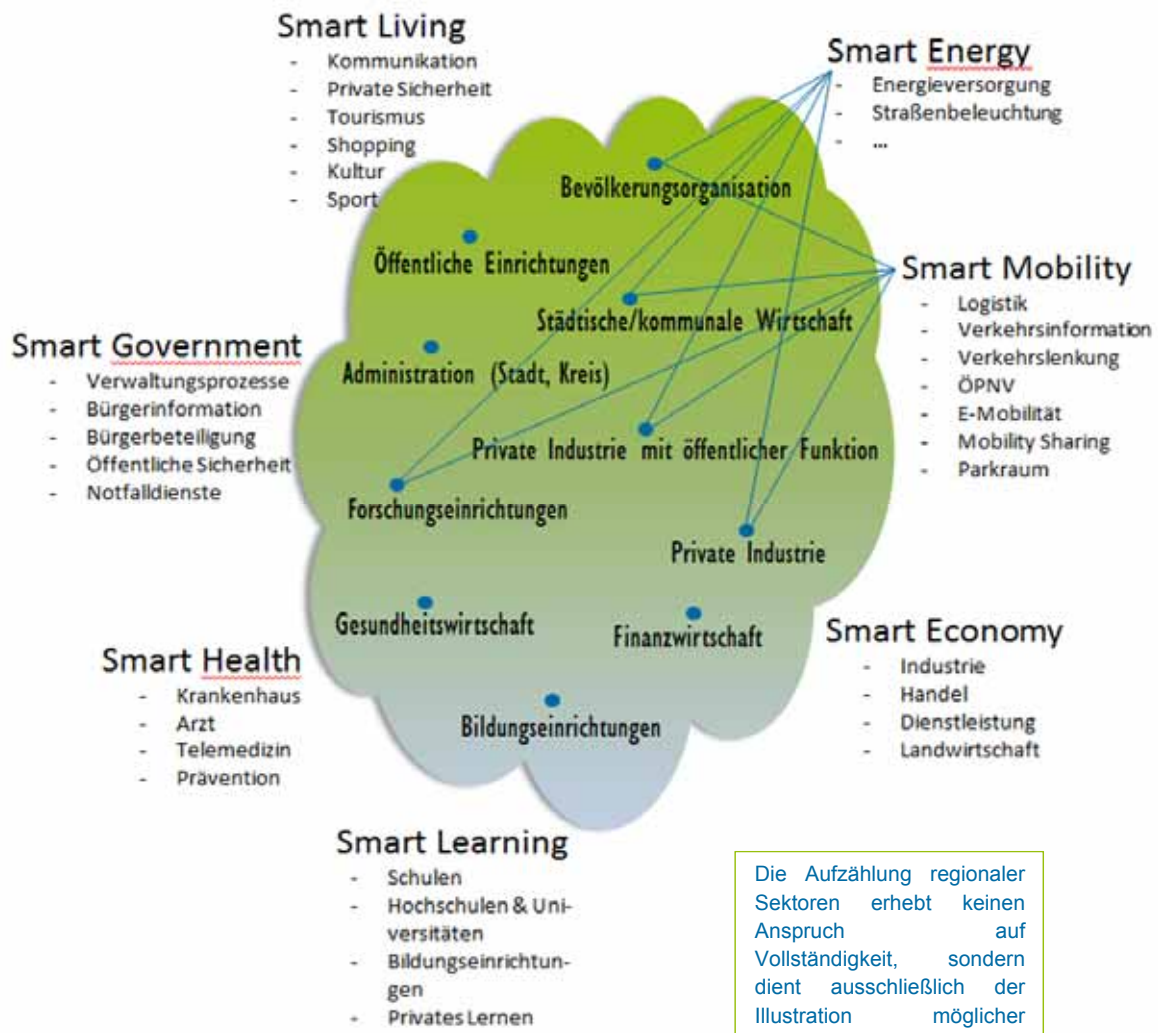
4.1. Vernetzung in der Kommune

Die möglichen Zusammenhänge digitaler Entwicklung einer zukünftigen „smarten“ Kommune können - sehr vereinfacht – sieben Dimensionen zugeordnet werden und umfassen sämtliche Lebensbereiche. Die Fokusgruppe „Intelligente Vernetzung“ (2015) hat diese Dimensionen gruppiert in die Bereiche „Smart Living“, „Smart Energy“, „Smart Environment“, „Smart Mobility“, „Smart Economy“, „Smart Health“, „Smart Government“ und „Smart Learning“. Betroffen sind Akteure aus unterschiedlichen Sektoren einer Kommune, aber auch die kommunalen Entscheider (Abbildung 4-1). Durch die Digitalisierung werden heterogene, zum Teil bisher voneinander unabhängige Sektoren der Verwaltung, Politik und des gesellschaftlichen Lebens miteinander verwoben. Dadurch entstehen völlig neue Akteurskonstellationen. Häufig gehen damit auch unterschiedliche, in vielen Fällen konkurrierende Interessenslagen und Governanceanforderungen einher, etwa wenn es um die Notwendigkeit zur Erhebung von Daten zur Verkehrslenkung geht und

²⁷ <https://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=506580>

sich dies nur sehr aufwändig mit der Notwendigkeit der Gewährleistung des Datenschutzes in Einklang bringen lässt.

Abbildung 4-1: Beispiel möglicher Zusammenhänge zwischen regionalen Sektoren in Stadt/Kommune und Dimensionen digitaler Entwicklungsoptionen



Quelle: Dimensionen der digitalen Entwicklung Stadt/ Kommune aus (Nationaler IT Gipfel 2015):

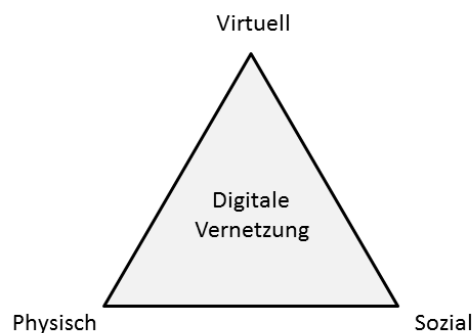
Die Integration der unterschiedlichen Interessenslagen und Governanceanforderungen in einen Entscheidungsprozess zur nachhaltigen Entwicklung der Kommune kann durch digitale Maßnahmen unterstützt werden, da diese die Möglichkeit bieten, verschiedene Datenströme miteinander zu verknüpfen und gleichzeitig in sich beeinflussbar bleiben.

Dabei betrifft die Digitalisierung drei unterschiedliche Ebenen, die durch den Einsatz digitaler Technologien verändert werden können (siehe weiter unten Abbildung 4-2):

1. **Physisch:** Die Digitalisierung betrifft zunächst bereits vorhandene physische Vernetzungsstrukturen wie die Verkehrs- und Telekommunikationsnetze sowie Energie- oder Wasserversorgungsnetze oder auch die Anbindung der Abfallentsorgungseinrichtungen.

2. **Sozial:** Das gesamte soziale Akteursgefüge ist in die Digitalisierungsentwicklung einer Kommune mit eingebunden. Bürger*innen können sich am Gestaltungsprozess beteiligen, wenn hierfür geeignete Beteiligungsformate zur Verfügung stehen. Die städtische Verwaltung und Planungsämter, aber auch Akteure setzen die entsprechenden Projekte konkret um. Eine Rolle spielen weiterhin Einrichtungen der Kommune, wie Kulturinstitutionen, Bildungseinrichtungen und Gesundheitswirtschaft sowie die private Industrie und Finanzwirtschaft (siehe hierzu auch Abbildung 4-1).
3. **Virtuell:** Durch die Digitalisierung ergibt sich ein virtueller Raum, in dem Datenspeicherung, Datenaustausch und Informationsauswertung sowie Kommunikation stattfindet. Die dabei lokal vorhandenen, öffentlichen Daten sollten von der Kommune ebenso erfasst werden, wie Webseiten und Apps, die eine eindeutige Zuordnung zur Kommune haben. Der virtuelle Raum umfasst neben den Open-Data-Plattformen mit lokalen öffentlichen Daten oder lokalen Geodaten damit auch kommunale oder lokale Angebote im Internet wie städtische Webseiten/Apps oder Webseiten/Apps von lokalen Firmen und öffentliche Einrichtungen oder Verkehrsanbieter. Virtuelle Netzwerke dienen dem Datenaustausch oder Erfahrungsaustausch über regionale Angelegenheiten (Plattformen, Foren etc.) oder zur Umsetzung von regionalen Beteiligungsformaten sowie zur Wissensvernetzung (z.B. zwischen Universitäten, wissenschaftlichen Instituten).

Abbildung 4-2: Digitale Vernetzung



Quelle: Öko-Institut e.V.

Um die innerhalb dieser komplexen Vernetzungsstrukturen den nachhaltigen digitalen Entwicklungsprozess der Kommune effizient steuern zu können, braucht es Kenntnis über den aktuellen Ist-Zustand innerhalb dieser Dimensionen.

Randbedingung eines kommunalen Veränderungsprozesses – sowohl des analogen als auch des digitalen – sind Strukturmerkmale wie Bevölkerungsdichte, Art der Siedlungsnutzung, Bebauung, Wirtschaftsstruktur, die geographische Gegebenheiten, Umweltsituation und soziale Strukturen. Durch diese Unterscheidungsmerkmale entstehen verschiedene Nachhaltigkeitsziele ebenso wie sie Umsetzungen in ihrem Nutzen einschränken können. Wohnquartiere mit hoher Siedlungsdichte haben beispielsweise andere Bedarfe in Bezug auf die Nachhaltigkeit als dies in Quartieren mit hohem Anteil Industrie der Fall ist. Während in ersteren beispielsweise die Schaffung bezahlbaren Wohnraumes sowie die Reduktion der Luftschadstoffe Priorität haben dürften, dagegen aber die nutzbaren Möglichkeiten zur Erzeugung erneuerbarer Energien vergleichsweise gering sind, bieten zweitens unter Umständen große (Dach-) Flächen zur Installation von Solaranlagen, benötigen hingegen eine störungsarme Verkehrsanbindung. Der Nutzen einer nachhaltigen Entwicklungs-

maßnahme ist demnach abhängig von verschiedenen Strukturmerkmalen und nicht beliebig innerhalb einer Kommune oder auf andere Kommunen übertragbar.

4.2. Kartierung und Zielbestimmung

Digitalisierung berührt ein komplexes Geflecht an Strukturen. Um die Nachhaltigkeitsziele der Kommune mittels digitaler Maßnahmen umsetzen und auch um die Nachhaltigkeit der verschiedenen digitalen Entwicklungen beurteilen zu können, ist es nötig, in mehreren Dimensionen zu denken und zu planen. Voraussetzung für einen Gestaltungsprozess ist es zunächst,

- geeignete kommunale Nachhaltigkeitsziele herauszuarbeiten,
- die regionalen Randbedingungen und Stakeholder zu identifizieren,
- die für die Kommune relevanten Dimensionen digitaler Entwicklungsoptionen festzulegen und
- eine geeignete digitale Landkarte zu erfassen.

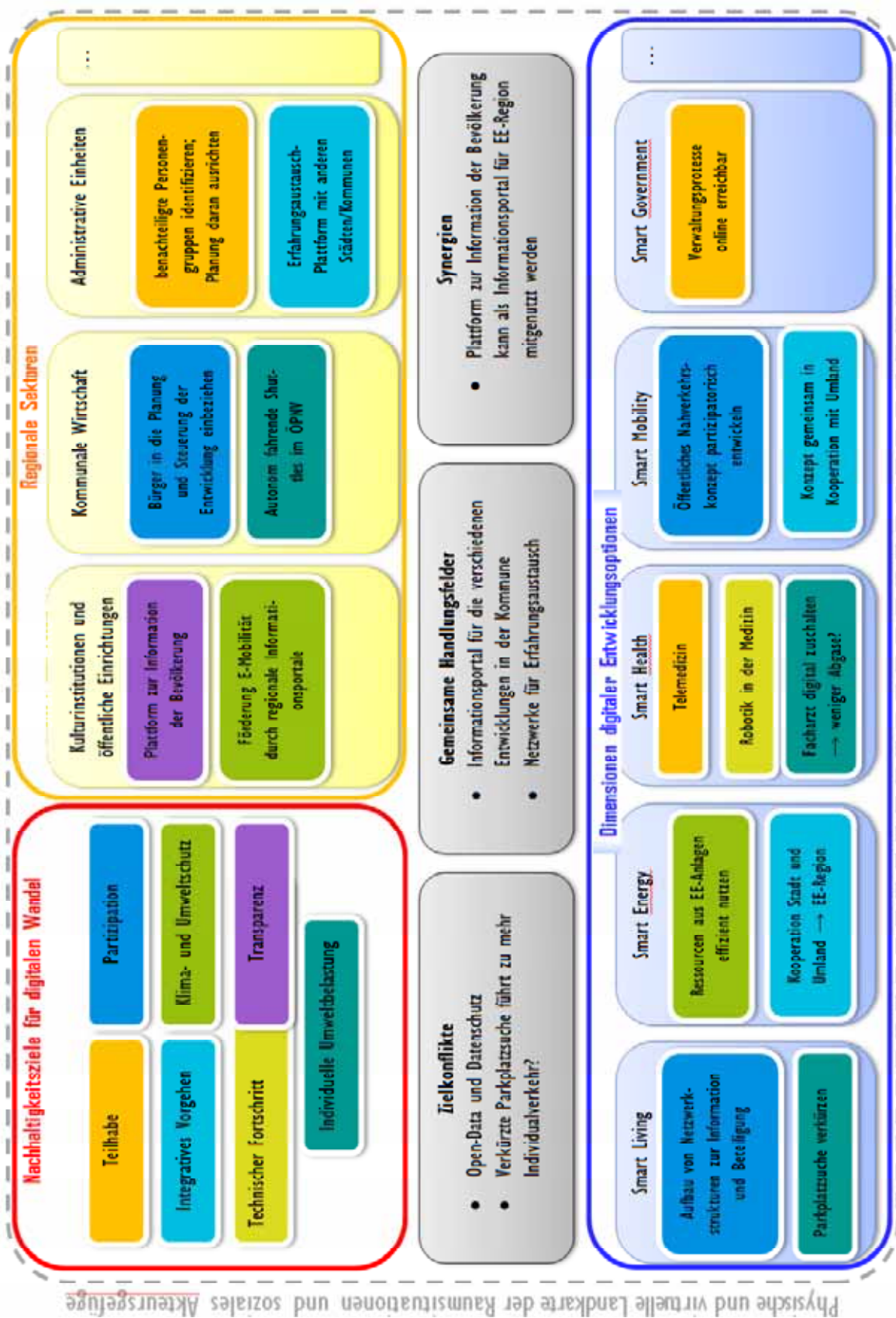
Innerhalb der Randbedingungen der physischen und virtuellen Raumsituation und des sozialen Akteursgefüges lässt sich in einer Matrix darstellen, in welchen regionalen Sektoren die vorhandenen und geplanten digitalen Entwicklungen verortet sind, welche Dimensionen digitaler Entwicklungsoptionen betrachtet werden und in welchem Kontext der kommunalen Nachhaltigkeitsziele die Entwicklungen stehen. Diese Matrix der nachhaltigen digitalen Entwicklung einer Kommune erlaubt es, Zielkonflikte, gemeinsame Handlungsfelder und Synergien, aber auch mögliche Rückkopplungseffekte²⁸ zwischen den einzelnen Bereichen zu identifizieren. Die Matrix sollte den aktuellen Stand der Entwicklung widerspiegeln und bereits anvisierte Ideen einbeziehen. Sie kann immer nur als Momentaufnahme der derzeitigen Situation dienen. Es entsteht ein Bild der aktuell möglichen digitalen Entwicklung der Kommune in Bezug zu ihren Nachhaltigkeitszielen, an denen die jeweilige Entwicklung ausgerichtet wird bzw. gemessen werden kann.

Ein Muster einer solchen Matrix ist in Abbildung 4-3 dargestellt. Die Nachhaltigkeitsziele sind in diesem Beispiel nur grob angerissen. Sie müssten konkreter auf den Bedarf der jeweiligen Kommune zugeschnitten werden, um konkrete Umsetzungsziele zu formulieren und durch eine Gewichtung Prioritäten für die Umsetzung zu bestimmen. Die Messgrößen, an denen die Umsetzung dieser Nachhaltigkeitsziele gemessen werden kann (siehe Kap. 3.2), sollten bereits festgelegt sein. Die regionalen Sektoren oder Dimensionen digitaler Entwicklungsoptionen sind im Muster nur beispielhaft und nicht vollständig dargestellt und müssten entsprechend ergänzt werden.

Eine solche Matrix liefert dann die Grundlage für ein kommunales Entwicklungskonzept zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele.

²⁸ Rückkopplungseffekte ist ein Begriff aus der Systemtheorie. Es sind nicht Widersprüche gemeint. Rückkopplung bezieht eine dynamische Entwicklungsperspektive mit ein, im Gegensatz zum Widerspruch.

Abbildung 4-3: Matrix einer nachhaltigen digitalen Kommunal-Entwicklung



Quelle: Öko-Institut e.V.

5. Evaluation als strukturierter Prozess und Erfahrungstransfer

Um die Chance der digitalen Technik als veränderliches Werkzeug zum Erreichen konkreter Nachhaltigkeitsziele nutzen zu können, sollte die kommunale Entwicklung in einem zyklischen Prozess geplant werden. Ein von vornherein zyklisch strukturierter Prozess, der alle relevanten Sektoren und Akteure beteiligt und auf einer Kartierung des gesamten Raums (physisch, virtuell, sozial) einer Kommune aufbaut, hat die Chance, Synergien in den Gesamtprozess mit einfließen zu lassen. Gleichzeitig können Rückkopplungseffekte, neu entstehende Risiken (krit. Infrastrukturen, IT-Security, Datenschutz) sowie Rebound-Effekte frühzeitig erkannt und darauf mit passenden Sicherheitsstrategien oder Ausgleichsmaßnahmen reagiert werden.

Der zyklisch strukturierte Prozess könnte wie folgt aussehen:

- Ausgangspunkt eines solchen lokalen Prozesses sind der aktuelle Stand vorhandener räumlichen Gegebenheiten und Vernetzungen – virtuell sowie analog – sowie der spezifischen Merkmalen der Kommune, ihrer aktuell besonders drängenden Nachhaltigkeitsziele und die momentane Darstellung der Matrix der nachhaltigen digitalen Kommunalentwicklung (Status Quo).
- Masterplan: Unter Beteiligung der Stakeholder einer Entwicklungsoption werden konkrete Ziele für die Entwicklung definiert, basierend auf den Grundwerten nachhaltiger Entwicklung. Ebenso müssen die Erfolgskriterien konkret benannt und Messgrößen zur Überprüfung definiert werden.
- Projekte: Anhand dieser Erfolgskriterien werden mögliche Umsetzungsprojekte in den einzelnen Sektoren der Kommune ermittelt und hinsichtlich ihres erwarteten Nutzens für die Nachhaltigkeitsziele eingeordnet. Projekte mit angenommenem hohem Nutzen und positivem Nutzen-Kosten-Verhältnis gehen in die Umsetzung, wobei die verarbeiteten Datenstränge ebenso wie Entscheidungsstrukturen und Bewertungsschemata der Algorithmen nachvollziehbar bleiben.
- Ergebnisse: Anhand der Messgrößen wird die Entwicklung aus Sicht der zu erreichenden Nachhaltigkeitsziele für die einzelnen Umsetzungsprojekte eingeordnet und bewertet. Ggf. müssen hier bereits Änderungen innerhalb der Einzelprojekte vorgenommen werden.
- Reflexion: In geeigneten zeitlichen Abständen wird der gesamte Prozess reflektiert und bewertet. Unter Umständen müssen die Nachhaltigkeitsziele aufgrund der technologischen Dynamik, oder auch aufgrund der beobachtbaren Entwicklung der Kommune oder aufgrund sich verändernder Grundwerte oder kommunalem Bedarf nachjustiert werden.
- Dabei kann es auch notwendig werden, den Prozess selbst weiter zu entwickeln.

Um nachhaltig und erfolgreich planen zu können, müssen der Zusammenhang und die gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisse zwischen einem Einsatz digitaler Techniken und den Raum- und Organisationsstrukturen kontinuierlich im Blick behalten werden. Die Digitalisierung beeinflusst die nachhaltige Entwicklung einer Kommune in Hinblick auf Demografie, Verkehr, Siedlungsnutzung und Wirtschaftsstruktur. Je nach geographischen Gegebenheiten und den spezifischen Anforderungen innerhalb der Siedlungsstrukturen wirkt sich der Einsatz digitaler Techniken auf Menschen, Umwelt und Ressourcen unterschiedlich aus. Diese Effekte sollten bewertet und im Evaluationsprozess mit berücksichtigt werden.

Dabei können auch ähnliche nachhaltige digitale Entwicklungen in vergleichbar strukturierten Räumen auf ihre Durchführbarkeit in der eigenen Kommune überprüft und Erfahrungen daraus in den Bewertungsvorgang des lokalen Entwicklungsprozesses eingebunden werden. Für die kommunale Umsetzung digitaler Entwicklungen gibt es auch in Deutschland bereits einige Modellvorhaben, wie beispielsweise in der „Digitalstadt Darmstadt“, die es sich zum Ziel gesetzt hat,

digitale Lösungen so zu nutzen, dass sie „wertvoll für Bürgerinnen und Bürger sowie für Wirtschaft und Wissenschaft sind, einen sicheren und souveränen Umgang mit Daten bieten, die Partizipation an unserer Gemeinschaft stärken und für einen nachhaltigeren Einsatz unserer Ressourcen sorgen“²⁹. Bei vielen teils widerstreitenden, übergeordneten Zielen – wie dies hier am Beispiel Darmstadt deutlich wird – sollte für jedes einzelne Projekt fest gelegt werden, welche Ziele jeweils vorrangig verfolgt werden sollen, welche Bewertungskriterien konkret zur Zielerreichung in die Entscheidungsstrukturen der Algorithmen einbezogen wurden bzw. wie das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele der Kommune für die daraus entstehende Entwicklung überprüft werden soll.

Gerade weil Digitalisierung auch widerstreitende Ziele berücksichtigen kann, ist es wichtig, die Entscheidungsstrukturen der Algorithmen sowie die berücksichtigten Datenstränge so transparent als möglich darzustellen, um gegebenenfalls bei sich ändernden Zielvorstellungen oder möglicherweise auftretenden unerwarteten Rückkopplungseffekten innerhalb der jeweiligen digitalen Umsetzung nachjustieren zu können.

Um die koordinierenden und informativen Aufgaben und die aktive Umsetzung der digitalen Entwicklung der Kommune bewältigen zu können, müssen die Organisationsstrukturen der Kommunen durch entsprechende Verwaltungseinheiten, wie z.B. ein Amt für Digitalisierung oder einer extra gegründeten GmbH, die alle Akteure unter einem Dach zusammenbringt (Beispiel Darmstadt³⁰), angepasst und geeignetes Fachpersonal eingestellt werden.

6. Ableitung einiger zentraler Forschungsfragen

Die Digitalisierung ist ein extrem dynamisches Gebiet. Neue Ideen und Entwicklungen gilt es auf ihre Einsatzmöglichkeiten und ihre Umsetzungsvorteile bzw. Risiken zu untersuchen. Gleichzeitig sollen in den Kommunen Strategien entwickelt werden, um Nachhaltigkeitsziele dauerhaft und wirkungsvoll zu erreichen.

In Modellregionen und –kommunen lassen sich Erfahrungen zu Nutzen und Gewinn für die Nachhaltigkeit der Kommune sammeln und daraus übergreifende Forschungsfragen identifizieren und stellen. Einige davon sind im Folgenden aufgeführt.

6.1. Forschungsfeld Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Unter welchen Voraussetzungen (physische und virtuelle Raumsituation, vorhandenes Akteursgefüge, kommunaler Bedarf im Hinblick auf Nachhaltigkeit) der Einsatz digitaler Technologien in Kommunen einen Nutzen bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen hat, sollte gezielt untersucht werden.

Da die meisten digitalen Umsetzungsprojekte den Begriff „Nachhaltigkeit“ als Ziel proklamieren, stellt sich zunächst die Frage, ob bei der Bewertung der digitalen Entwicklung das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele anhand konkreter Indikatoren überprüft wird oder inwieweit nachvollziehbar ist, dass entsprechende Umweltdaten in den Entscheidungsstrukturen der Algorithmen berücksichtigt werden bzw. die Bewertungsschemata auf die Indikatoren der Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet sind. Anschließend sollte überprüft werden, welche Faktoren eine Übertragbarkeit in andere Kommunen ermöglichen würden.

²⁹ Digitalstadt Darmstadt GmbH (2018): Strategie der Digitalstadt Darmstadt, Version 0.7. Darmstadt, 09.11.2018

³⁰ Digitalstadt Darmstadt GmbH (2018): Strategie der Digitalstadt Darmstadt, Version 0.7. Darmstadt, 09.11.2018

- **Zielvorstellung:** Welche konkreten Nachhaltigkeitsziele sollen mit Hilfe der digitalen Entwicklung umgesetzt, welche Nachhaltigkeitsdefizite damit behoben werden? Welche Nachhaltigkeitsziele verfolgt die Kommune allgemein? Gibt es eine Priorisierung, welche davon mit digitalen Umsetzungsmaßnahmen vorrangig angegangen werden sollen?
- **Bewertung:** Welche Kriterien der Nachhaltigkeit dienen als Indikatoren? Welche Daten müssen zur Bewertung des konkreten Nachhaltigkeitsnutzens erfasst sein? Sind diese Daten vorhanden?

6.2. Forschungsfeld Digitalisierung in komplexen Systemen/vernetzten Strukturen

Die verschiedenen Raumsituationen (physisch, sozial und virtuell) stellen unterschiedliche Randbedingungen an die Möglichkeiten digitaler Entwicklung zum Erreichen kommunaler Nachhaltigkeitsziele. Gleichzeitig wirkt sich die Umsetzung digitaler Entwicklungen auf die verschiedenen Raumsituationen und Vernetzungsstrukturen der Kommune aus.

- **Raumsituation:** Welche Faktoren innerhalb der Raumsituationen befördern eine digitale Entwicklung hin zu mehr Nachhaltigkeit? Welche Raumsituations- und Vernetzungsoptionen müssen für die verschiedenen Dimensionen dieser digitalen Entwicklung berücksichtigt werden? Wie wirken sich Optimierungen im digitalen Raum auf physische Infrastrukturen aus?
- **Wechselwirkungen:** Wie wirkt sich die digitale Entwicklung generell auf die verschiedenen Raumsituationen aus? Welche Nachhaltigkeitsindikatoren sind von den Veränderungen besonders betroffen? Lassen sich einzelne Faktoren in der Raumsituation definieren, die dazu beitragen, dass die digitale Entwicklung gerade dort Veränderungen herbeiführt?
- **Bewertung von Daten:** Welche Aussagekraft haben erhobene Daten? Werden die aus Nachhaltigkeitssicht notwendigen Daten erfasst und in der digitalen Entwicklung ausreichend berücksichtigt?
- **Algorithmen:** Werden innerhalb der Algorithmen Nachhaltigkeitsaspekte explizit einbezogen? Welche Wertigkeit haben diese Aspekte gegenüber anderen Berechnungskriterien? Werden z.B. bei Verteilungsalgorithmen entsprechende Umweltauswirkungen mitberücksichtigt? Wie gehen Nachhaltigkeitsaspekte in die Entscheidungen eines Steuerungsalgorithmus oder einer Künstlichen Intelligenz (KI) ein? Welche Daten braucht der Algorithmus, welche Optimierungsziele, Bewertungsgrundlagen, Randbedingungen und welche Logiken müssen berücksichtigt werden, um Nachhaltigkeitsaspekte effizient einbeziehen zu können?

6.3. Forschungsfeld Governance und Finanzierung

Eine bewusste und aktive Gestaltung der digitalen Entwicklung setzt voraus, dass geeignete Strukturen geschaffen werden, in denen effizient und zeitnah Entscheidungen getroffen und Umsetzungen eingeleitet werden können. Für die Einschätzung und Beurteilung technologischer Möglichkeiten und ihrer Risiken braucht es qualifiziertes Personal.

Auf kommunaler wie auf Landesebene müssen Strukturen diskutiert und notwendigenfalls Veränderungen herkömmlicher Strukturen oder der Aufbau neuer Strukturen herbeigeführt werden.

- **Strukturen:** Welche kommunalen Strukturen sind für die Steuerung einer digitalen Entwicklung zur Erreichung konkreter Nachhaltigkeitsziele notwendig? Welche Strukturen auf kommunaler und Landesebene unterstützen diese Entwicklung, welche behindern sie?

- **Finanzierung:** Wie hoch ist der finanzielle Aufwand für qualifiziertes Personal bzw. für Fortbildungsmaßnahmen, um vorhandenes Personal auf die neuen Herausforderungen vorzubereiten?
 - **Transfer:** Welche Anforderungen müssen regionale Dialogforen erfüllen, um effizient und zielgerichtet für einen Erfahrungsaustausch genutzt werden zu können? Kann der Erfahrungsaustausch von der Landesebene gesteuert werden?
-

Literaturverzeichnis

- Bauriedl, S.; Strüver, A. (Hg.) (2018): Smart City, Kritische Perspektiven auf die Digitalisierung in Städten. Bielefeld, 2018.
- BBSR - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Smart City Charta - Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. ISBN 978-3-87994-203-9. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hg.), Mai 2017.
- Bundesregierung, D. (2015): Zukunftsstadt, Strategische Forschungs- und Innovationsagenda. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.fona.de/mediathek/pdf/Zukunftsstadt.pdf>, zuletzt geprüft am 19.06.2018.
- Cortex Media GmbH Ulm: Cortex Media GmbH Ulm, Ihr Internet- und IT-Dienstleister aus der Mitte Ulms - Internetagentur, Webdesign und Softwareentwicklung aus Ulm, Cortex Media GmbH Ulm. Online verfügbar unter <https://cortex-media.de/blog/citysens-cortex-gruendet-tochtergesellschaft-mit-lokalen-it-firmen/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.
- Destatis - Statistisches Bundesamt (2016): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2016.
- Digitalstadt Darmstadt GmbH (Hg.) (2018): Strategie der Digitalstadt Darmstadt, Version 0.7. Darmstadt, 09.11.2018, zuletzt geprüft am 12.03.2019.
- FH Münster: Ausgezeichnet: Intelligente Straßenbeleuchtung, FH Münster begleitet ein städtisches Projekt, bei dem Sensoren für optimales Licht sorgen. FH Münster (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.fh-muenster.de/hochschule/aktuelles/pressemitteilungen.php?pmid=7324&imgid=15130>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.
- Greenfield, A. (2013): Against the Smart City. Brooklyn, NY, 13.10.2013.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg: NAMOREG - Nachhaltig mobile Region Stuttgart. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Hg.). Online verfügbar unter <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/verkehrspolitik/nachhaltige-mobilitaet/nachhaltig-mobile-region-stuttgart/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.
- Nationaler IT Gipfel (2015): Intelligente Städte und Regionen in Deutschland, Aufruf zur digitalen Transformation. Positionspapier der Projektgruppe Smart Cities / Regions in der Fokusgruppe Intelligente Vernetzung. Unter Mitarbeit von Brucke, M. und Ott, W. P. Plattform „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ im Nationalen IT-Gipfel (Hg.), zuletzt geprüft am 18.06.2018.
- Öko-Institut e.V., Quadriga Hochschule, B.A.U.M. (2018): Smart Region Darmstadt Rhein Main Neckar. Unter Mitarbeit von Bleher, D.; Sailer, M.; Krohn, J.; Brohmann, B.; Sinemus, K. et al. Darmstadt, Berlin, Hamburg, 15.01.2018, zuletzt geprüft am 19.06.2018.
- Prognos AG; index Gruppe (2018): Der Digitalisierungskompass 2018. Handelsblatt (Hg.), 2018. Online verfügbar unter <https://www.digitalisierungskompass.info/>.
- SPLENDID RESEARCH GmbH (2018): Smart City Monitor 2018, Repräsentative Befragung von in Deutschland lebenden Personen zu Bekanntheit und Nutzung von Smart City. Hamburg, 2018. Online verfügbar unter <https://www.splendid-research.com/de/smart-city.html>.
- Stadt Ulm (2018): Geschäftsstelle Digitale Agenda der Stadt Ulm, Digitalisierung von unten: Open, Smart, Inclusive & Green. Online verfügbar unter <https://www.ulm.de/leben-in-ulm/digitale-stadt/geschaeftsstelle-digitale-agenda>, zuletzt geprüft am 28.11.2018.
- The Things Industries: The Things Network. The Things Industries (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.thethingsnetwork.org/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

Ulm, T. T.N.; Schneider, M.; Cortex Media GmbH: TTN Ulm - LoRaWAN und LoRa in Ulm | Home. initiative.ulm.digital e.V. (Hg.). Online verfügbar unter <https://lora.ulm-digital.com/>, zuletzt geprüft am 20.03.2019.

UN - Vereinte Nationen (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Vereinte Nationen (Hg.), 21.10.2015. Online verfügbar unter <http://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>, zuletzt geprüft am 10.07.2018.