



Kompetenzzentrum  
Öffentliche IT

Forschung für den digitalen Staat

CITY&BITS

Dorian Grosch, Dorian Wachsmann, Vincent Jörs und  
Tom Schmidt

---

## Wertebasierte Digitalisierung für nachhal- tige Entwicklung im öffentlichen Sektor



Gefördert durch:



Bundesministerium  
des Innern  
und für Heimat



Fraunhofer  
FOKUS

# Impressum

---

**Autoren:**

Dorian Grosch, Dorian Wachsmann, Vincent Jörs und Tom Schmidt

**Gestaltung:**

Reiko Kammer

**Illustration:**

Christine Rösch

**Herausgeber:**

Kompetenzzentrum Öffentliche IT  
Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS  
Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin  
Telefon: +49-30-3463-7173  
Telefax: +49-30-3463-99-7173  
info@oeffentliche-it.de  
www.oeffentliche-it.de  
www.fokus.fraunhofer.de

ISBN: 978-3-948582-19-7

1. Auflage April 2023

Dieses Werk steht unter einer Creative Commons Namensnennung 3.0 Deutschland (CC BY 3.0) Lizenz (sofern nicht anders gekennzeichnet). Es ist erlaubt, das Werk bzw. den Inhalt zu vervielfältigen, zu verbreiten und öffentlich zugänglich zu machen, Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anzufertigen sowie das Werk kommerziell zu nutzen. Bedingung für die Nutzung ist die Angabe der Namen der Autor:innen sowie des Herausgebers.

Logos und vergleichbare Zeichen dürfen nur im Kontext des Werkes genutzt und nicht abgewandelt werden.

Von uns verwendete Zitate unterliegen den für die Quelle geltenden urheberrechtlichen Regelungen.

Icons für Infografik: <https://fontawesome.com/>

Das letzte Abrufdatum der Onlinequellen in den Fußnoten ist der 27.03.2023.

# Vorwort

---

Digitalisierung und Nachhaltigkeit – perfekte Teamplayer oder hartnäckige Konkurrenten? Die zwei Themen bringen massive kulturelle, ökonomische und soziale Herausforderungen mit sich. Der Umgang damit wird unsere Gesellschaft langfristig prägen. Die Digitalisierung stellt eine Chance dar, die gesellschaftliche Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit zu unterstützen, obwohl sie gleichzeitig auch einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an der prekären Lage des globalen Ökosystems hat.

Wie lassen sich nachhaltige Digitalisierungsprojekte gestalten? Welche Werkzeuge braucht es dafür? Gibt es bereits etablierte Standards, Richtlinien und Zertifizierungen oder bewegen wir uns noch auf unreguliertem Gebiet? Und welche Synergien können sich ergeben, wenn Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammen gedacht werden?

Um sich diesen großen Fragen zu nähern, lohnt sich ein systematischer Blick auf dieses Spannungsfeld. Aus der anwendungsorientierten Perspektive des öffentlichen Sektors unterteilen wir das Feld in drei Kernbereiche: Steuerung, Technik und Evaluation. Die relevanten Konzepte, Kriterien und Werkzeuge führen wir in einem Nachhaltigkeits-Canvas zusammen, um die Bewertung von Digitalisierungsvorhaben in Bezug auf Nachhaltigkeit zu erleichtern. Angereichert wird das White Paper zudem durch eine kommunale Praxisperspektive auf die Landeshauptstadt Kiel, die in Zusammenarbeit mit City & Bits entstanden ist.

Wir wünschen eine erkenntnisreiche Lektüre!

Ihr Kompetenzzentrum Öffentliche IT

# Inhalt

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Thesen</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Digitalisierung und Nachhaltigkeit</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Konzepte, Kriterien und Werkzeuge</b> .....	<b>9</b>
3.1 Steuerung: Digitalisierung als Werkzeug .....	10
3.2 Technik: Nachhaltigkeitskriterien .....	15
3.3 Evaluationsmethoden und -werkzeuge .....	22
<b>4. Nachhaltigkeits-Canvas</b> .....	<b>26</b>
<b>5. Fazit</b> .....	<b>31</b>
<b>6. Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>33</b>
<b>7. Kernbegriffe</b> .....	<b>34</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>36</b>



# 1. Thesen

---

## **Nachhaltige Entwicklung braucht digitale Technologien.**

Digitalisierung steht aktuell in einem ambivalenten Verhältnis zu Nachhaltigkeit. Einerseits besteht die Gefahr, dass durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ökologische Grenzen durch hohen Ressourcenverbrauch noch schneller überschritten («Brandbeschleuniger») sowie soziale Ungleichheiten und Konflikte verstärkt werden. Andererseits ist Digitalisierung als ein Werkzeug für das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen unabdingbar – insbesondere, um Effizienz, Monitoring und Zusammenarbeit auf globaler Ebene zu ermöglichen.

## **Die Transformation zur Nachhaltigkeit ist ein kontinuierlicher Prozess.**

Die Maßstäbe von Nachhaltigkeit verschieben sich durch neu entwickelte Technologien, veränderliche Ressourcenverfügbarkeit, wissenschaftlichen Fortschritt und sich wandelnde gesellschaftliche Bedürfnisse und Normen. Entscheider:innen in einer nachhaltigkeitsorientierten Gesellschaft sollten sich dieser wechselnden Bedingungen bewusst sein und die Transformation zur Nachhaltigkeit als einen kontinuierlichen Prozess mit klaren Zielen und regelmäßig neu zu evaluierenden Wegen begreifen.

## **Ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung bedarf auch qualitativer Kriterien.**

Insbesondere bei der Abschätzung von komplexen Umwelteffekten über längere Zeiträume ist die quantitative Messbarkeit von Nachhaltigkeit nur begrenzt möglich. Durch qualitative Kriterien können Aussagen zur Nachhaltigkeit spezifischer digitaler Technologien auf einer anderen Betrachtungsebene getroffen werden. Qualitative Kriterien erleichtern, als Katalog zusammengefasst und sinnvoll priorisiert, strategische Entscheidungen zum Erreichen von Nachhaltigkeitszielen.

## **Die innere Konsistenz einer Technologie vermeidet unerwünschte Nebenwirkungen.**

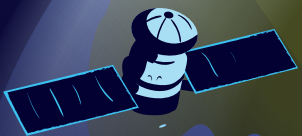
Bei einer Folgenabschätzung eines Digitalisierungsprojektes ist das Erkennen von langfristigen Auswirkungen oft eine Herausforderung. Je schwieriger die Folgenabschätzung, desto bedeutsamer werden Technologien, die »in sich selbst« nachhaltig gestaltet sind und damit innere Konsistenz in Bezug auf Nachhaltigkeit aufweisen. Diese Eigenschaft hilft, unvorhergesehene Nebenwirkungen beim Einsatz der Technologie zu reduzieren.

## **Die öffentliche Hand braucht angepasste Bewertungsmodelle.**

Für den öffentlichen Sektor sind angepasste Bewertungsmodelle erforderlich, die es Verwaltungseinheiten ermöglichen, die Erfolgskriterien für nachhaltigkeitsbezogene Digitalisierungsprojekte auf Steuerung- und Technikebene maßnahmen-spezifisch zu bestimmen. Durch die Entwicklung solcher angepassten Modelle können öffentliche Institutionen eine zielgenaue Bewertung ihrer Digitalisierungsprojekte durchführen.

## **Die öffentliche Hand kann als »Trendsetterin« die Nachhaltigkeitstransformation in der Digitalisierung beschleunigen.**

Durch die gezielte Beschaffung von zertifiziert nachhaltigen digitalen Technologien hat die öffentliche Hand die Möglichkeit, erhebliche ökonomische Anreize auf die Bereitsteller auszuüben. Dadurch kann die Entwicklung nachhaltigkeitsorientierter digitaler Technologien gefördert werden. Darüber hinaus hat die öffentliche Hand dabei die Chance, durch ein Narrativ der Nachhaltigkeit Diskussionsräume zu eröffnen und gemeinwohlorientierte Werte zu transportieren.



# 2. Digitalisierung und Nachhaltigkeit

---

Alle Bereiche unserer Gesellschaft – Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Verwaltung und Politik – sehen sich mit grundlegenden und strukturellen Herausforderungen durch die großen Transformationen unserer Zeit konfrontiert: Nachhaltigkeit und Digitalisierung. Die Europäische Kommission bezeichnet die Beziehung der Transformationen zueinander als »Zwillingstransformation« und hebt damit die Notwendigkeit hervor, Nachhaltigkeit und Digitalisierung zusammen zu denken (Muench et al., 2022). Das beinhaltet die Fragen, welche Dienste die Digitalisierung bei der Bewältigung eines grünen Wandels leisten kann und wie sie beschaffen sein muss, um nicht selbst zu einem Problem für Umwelt und Gesellschaft zu werden.

Digitalisierung ist dabei zunächst als ein soziotechnisches Phänomen zu verstehen. Das heißt, neben eher technischen Themen der Digitalisierung wie Infrastrukturausbau, Produktion technischer Geräte und Software, Entwicklung neuer Algorithmen, Datenverwaltung und Sicherheit beeinflusst Digitalisierung heute das Zusammenleben, eröffnet Räume für neue Geschäftsmodelle, führt aber auch zu neuartigen Abhängigkeiten und Gefahren für das Individuum, für Unternehmen und Staat. Darüber hinaus spielt die ökologische Dimension der Digitalisierung eine immer wichtigere Rolle in den Nachhaltigkeitsbestrebungen von Gesellschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Politik. Dabei bestehen sowohl Potenziale als auch Risiken. Es bedarf einer proaktiven Diskussion und Priorisierung von Zielen und Werten, damit sich Digitalisierung an gesamtgesellschaftlichem Wohl, individueller Selbstbestimmung und inter- und intragenerationeller Gerechtigkeit orientiert, insbesondere bei der Einhaltung der ökologischen Grenzen der Erde.

Der Ressourcenverbrauch durch IKT ist über die letzten Jahre immer weiter angestiegen. Studien zeigen, dass die Steigerung des Energieverbrauchs in der Digitalisierung durch IKT-gestützte Reduzierung derzeit noch nicht kompensiert wird (Lange et al., 2020). Um dieses Problem anzugehen, bedarf es laut dem Bericht »Digital Reset« dreier integrierter Ziele: Erstens die Reduktion des ökologischen Fußabdrucks digitaler Technologien, zweitens das stärkere Adressieren von Möglichkeiten und

Risiken digitaler Lösungen in der Nachhaltigkeitspolitik und drittens das Einbinden von Nachhaltigkeitszielen in die Digitalpolitik (Digitalization for Sustainability (D4S), 2022). Insbesondere die letzten zwei Ziele rücken das potenzielle Zusammenspiel von Digitalisierung und Nachhaltigkeit ins Zentrum: Digitale Technologien können als Werkzeuge für das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen eingesetzt werden – gleichzeitig kann Nachhaltigkeit als normatives Rahmenwerk zur nachhaltigen Gestaltung von Digitalisierungsprojekten dienen.

Die Digitalszene kann und sollte dabei genauso von der Nachhaltigkeitsbewegung lernen wie umgekehrt. Durch ein Zusammendenken der beiden Querschnittsthemen können sich neue Synergien ergeben, welche nicht nur Nachhaltigkeitsziele befördern, sondern auch Alternativen zu wenig nachhaltigen Prozessen, Strukturen und Geschäftsmodellen innerhalb der digitalen Welt aufzeigen. Die öffentliche Hand hat hier die Chance, eine Vorreiterrolle einzunehmen. Eine gemeinwohlorientierte Gestaltung der öffentlichen IKT gehört zu ihren zentralen Aufgaben. Aufgrund limitierter Budgets und teilweise unflexibler Strukturen ist es ihr jedoch häufig schwierig, Digitalisierungsprojekte unter Einbezug ganzheitlicher Nachhaltigkeitskriterien durchzuführen. Das vorliegende White Paper stellt dazu im Abschnitt 4 »Nachhaltigkeits-Canvas« ein Werkzeug bereit: einen Nachhaltigkeits-Canvas, mit dem eine ganzheitliche Einschätzung eines Digitalisierungsprojektes auf Nachhaltigkeit erleichtert wird. Entscheider:innen und Akteur:innen können durch die Nutzung des Canvas einen Überblick gewinnen, an welchen Stellen das Projekt Nachhaltigkeitsaspekte erfüllt und an welchen Stellen Verbesserungspotenzial besteht.





# 3. Konzepte, Kriterien und Werkzeuge

---

Um das Zusammenspiel von Digitalisierung und Nachhaltigkeit erfolgreich zu gestalten, ist ein Verständnis von bereichsbezogenen Konzepten, Nachhaltigkeitskriterien und Evaluationswerkzeugen notwendig. Digitale Technologien werden hier als Werkzeug gedacht, das die Erreichung der Makroziele von Nachhaltigkeit unterstützt und selbst entlang definierter Nachhaltigkeitskriterien gestaltet wird. Diese sammeln wir in einem

Kriterienkatalog, mit dem wir Entscheider:innen und Akteur:innen Gestaltungselemente für »in sich selbst« nachhaltige digitale Technologien an die Hand geben wollen. Mithilfe von Evaluationswerkzeugen können Digitalisierungsprojekte schließlich analysiert und es kann eingeschätzt werden, wie förderlich die Projekte für die gesetzten Nachhaltigkeitsziele sind.

## »Kommunale Praxisperspektive«

Die in diesem Abschnitt eingeführten Konzepte, Kriterien und Werkzeuge werden durch eine kommunale Praxisperspektive auf die Landeshauptstadt Kiel ergänzt. Diese Perspektive veranschaulicht beispielhaft, welche Wege zwischen Digitalisierungsaktivitäten und Nachhaltigkeitspolitik derzeit auf kommunaler Ebene schon gegangen werden. Die Praxisperspektive basiert auf mehreren Interviews mit Vertreter:innen aus dem Klimaschutz- und Digitalisierungsbereich der Kieler Verwaltung. Der Fokus liegt dabei auf den Handlungsspielräumen und Lösungsstrategien der öffentlichen Verwaltung unter den existierenden politischen Rahmenbedingungen der Zwillingstransformation.

Die Entscheidung fiel auf die Landeshauptstadt Kiel, da sie 2021 den deutschen Nachhaltigkeitspreis erhalten hat und so zum Leuchtturm einer nachhaltigkeitsorientierten Kommunalentwicklung geworden ist, die Klimaschutz und Ressourcenschonung unter Wahrung sozialer Gerechtigkeit priorisiert. Die Agenda-2030-Kommune liegt als einzige deutsche Landeshauptstadt am Meer und wäre damit direkt von dem prognostizierten Meeresspiegelanstieg im Falle eines Verfehlens der globalen Nachhaltigkeitsziele betroffen. Dementsprechend hat sich Kiel schon früh dem Nachhaltigkeitsthema gewidmet, wurde beispielsweise schon im Jahr 1996 Klimaschutzstadt, rief 2019 als erste deutsche Landeshauptstadt den Klimanotstand aus und ist 2023 die

erste zertifizierte »Zero.Waste.City« Deutschlands geworden (Bonnici, 2023). Im Bereich der Digitalisierung hat die Landeshauptstadt Kiel schon im Jahr 2019 eine ganzheitliche und zehn Handlungsfelder umfassende Digitalisierungsstrategie verabschiedet (Landeshauptstadt Kiel, 2019). Die daraus abgeleiteten Maßnahmen und Projekte werden mit Blick auf Kiels Ziel, vor 2045 klimaneutral zu werden, eng verbunden mit den Handlungsleitlinien einer nachhaltigen Kommunalentwicklung. Beispielsweise wird Kiel im Verbund mit den Nachbarkreisen Rendsburg-Eckernförde und Plön durch das Programm »Modellprojekte Smart Cities (MPSC)« des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) als »Smarte KielRegion« gefördert. Dabei fokussieren sich die Smart-City-Aktivitäten des Projektes auf Herausforderungen und mögliche Lösungsansätze in den Bereichen Quartiersentwicklung, Mobilität sowie Küsten- und Meeresschutz. Die Zukunftsvision für die KielRegion ist, auf Grundlage einer digitalen Infrastruktur eine integrierte und nachhaltige Region zu schaffen und die Qualität des Lebensumfeldes der Menschen zu steigern. Über das MPSC hinaus verfolgt Kiel eigene Smart-City-Projekte, wie z. B. den Aufbau und Betrieb einer Datenplattform für Mobilitätsdaten (Datenplattform – KielRegion – Digitale Mobilität, 2023).

### 3.1 Steuerung: Digitalisierung als Werkzeug

Die Digitalisierung und die sich kontinuierlich weiterentwickelnden Schlüsseltechnologien bieten hohe Potenziale zur Beschleunigung einer sozioökologischen Transformation des öffentlichen Raumes. Beispielsweise ermöglichen neue Methoden der Datenverarbeitung und Auswertung großer Datenmengen informierte, evidenzbasierte Entscheidungen, künstliche Intelligenz übernimmt nicht nur Routineaufgaben, sondern vermehrt auch kreativ-generative Funktionen. Darüber hinaus spielt IKT eine immer wichtigere Rolle bei neuen Mobilitätskonzepten, im Energie-, Produktions- und Prozessmanagement. Mit einem Bewusstsein für die Chancen eröffnen sich neue Handlungsräume der öffentlichen Hand zur gezielten Förderung, Weiterentwicklung und dem Einsatz besagter Technologien.

#### 3.1.1 Ziele & Strategien

Nachhaltige Entwicklung ist zielgetrieben. Die »Sustainable Development Goals« (SDGs) wurden 2015 von der UNO in der Agenda »Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development« beschlossen und dienen als ein globales Rahmenwerk. Definiert wurden 17 Ziele mit 169 »Targets«, welche die Ziele präzisieren. In der Abbildung 1 sind die Ziele abgebildet, aufgeteilt in die drei Säulen der Nachhaltigkeit: Ökonomie, Ökologie und Soziales. Alle Länder sollen sich an diesen Zielen orientieren und Strategien zu ihrer Erreichung entwickeln. Deutschlands Nachhaltigkeitsziele sind in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie festgehalten (Die Bundesregierung, 2021). Die Definition von Nachhaltigkeit bzw. nachhaltiger Entwicklung orientiert sich dabei an dem Bericht der Brundtland-Kommission

(Brundtland, 1987), der die Idee intra- und intergenerationeller Gerechtigkeit betont:

**Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.**

Als das übergreifende Ziel und Maßstab allen Handelns gilt demnach, die natürlichen Lebensgrundlagen der Erde dauerhaft zu sichern und ein Leben in Würde zu ermöglichen.<sup>1</sup> Regierungshandeln soll sich an der Agenda 2030 (United Nations, 2015) und den SDGs messen lassen. Dabei kommt aufgrund der föderalen Struktur Deutschlands den Ländern bei der Umsetzung der Ziele eine entscheidende Rolle zu, da dort viele Rechtssetzungs- und Verwaltungskompetenzen liegen (Die Bundesregierung, 2021). Auf Länderebene und Kommunalebene wurden bzw. werden eigene Nachhaltigkeitsstrategien entwickelt, die sich an der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie orientieren, jedoch eigene Schwerpunkte setzen. Kommunen, die sich mit Nachhaltigkeit auseinandersetzen und eigene Strategien entwickeln, orientieren sich zumeist an übergeordneten Strategien und den SDGs, die von besonderer Relevanz für sie sind, abhängig von lokalen Gegebenheiten und der Beeinflussbarkeit vor Ort. Die festgelegten Ziele sollen mittels unterschiedlicher Rechtsakte unterstützt und erreicht werden, dazu zählen Verordnungen, Richtlinien, Maßnahmen und Beschlüsse.

<sup>1</sup> Siehe Erstes Nachhaltigkeitsprinzip der Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland (Die Bundesregierung, 2021)



Abbildung 1: Säulenmodell der SDGs, Quelle: UN Department of Economic and Social Affairs, CC BY-NC 4.0

Während es nicht an Bekenntnissen zu den SDGs mangelt, gibt es jedoch realpolitische Herausforderungen bei ihrer Umsetzung. In einer Analyse der Herausforderungen und Chancen der Agenda 2030 und der SDGs durch das Stockholm Resilience Centre (SRC) wird festgestellt, dass in der politischen Praxis soziale, ökonomische und ökologische Ziele häufig separat voneinander behandelt werden (Stockholm Resilience Centre, 2017). Eine Konsequenz daraus sei, dass sozioökonomische Entwicklung maximiert wird, während ökologische Ziele tendenziell übersehen oder nicht ausreichend adressiert werden. Aufbauend auf dieser Analyse wurde vom SRC ein Modell entwickelt, welches die Dimensionen von Nachhaltigkeit wie einen Hochzeitskuchen in drei Ebenen schichtet. So verbindet die Darstellung die Ziele miteinander, gleichzeitig findet eine relative Gewichtung zugunsten der ökologischen Dimension statt (siehe Abbildung 2). Auf diese Weise wird die Abhängigkeit der Wirtschaft von der Gesellschaft und diese von der Natur visuell dargestellt, ohne dass die ganzheitliche Perspektive auf Nachhaltigkeit verloren geht.

Ein zweites Argument für eine relative Gewichtung zugunsten der ökologischen Dimension findet sich in der Diskussion zu sogenannter »starker« und »schwacher« Nachhaltigkeit.

Starke und schwache Nachhaltigkeit sind zwei verschiedene konzeptionelle Überlegungen zu der Frage, welche kollektiven Hinterlassenschaften generationsübergreifend fair sind. Dabei wird Hinterlassenschaft als Kapital aufgefasst, das sich in Sachkapital, Naturkapital, kultiviertes Naturkapital, Sozialkapital, Humankapital und Wissenskapital aufgliedern lässt (Döring & Ott, 2001). Das Konzept schwacher Nachhaltigkeit geht von einer prinzipiell unbegrenzten Substituierbarkeit von Natur- und Sachkapital aus. Nach diesem ökonomischen Kalkül lassen sich ökologische Systeme quantifizieren und gleichwertig ersetzen. Die starke Nachhaltigkeit sucht hingegen, Naturkapital über die Zeit möglichst konstant zu halten, und bietet damit ein solideres Fundament für nachhaltige Entwicklung. In der Praxis müssen jedoch Verhältnismäßigkeit und Machbarkeit beachtet werden, weswegen eine teilweise Substituierung von Naturkapital zu Sachkapital nie ausgeschlossen werden kann oder sollte.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Beispielsweise kann das bedeuten, dass der Bau einer Schule aus Gründen der sozialen Nachhaltigkeit umgesetzt wird, obwohl dadurch der Lebensraum einer Tierart eingeschränkt und damit ökologisches Kapital vermindert wird.

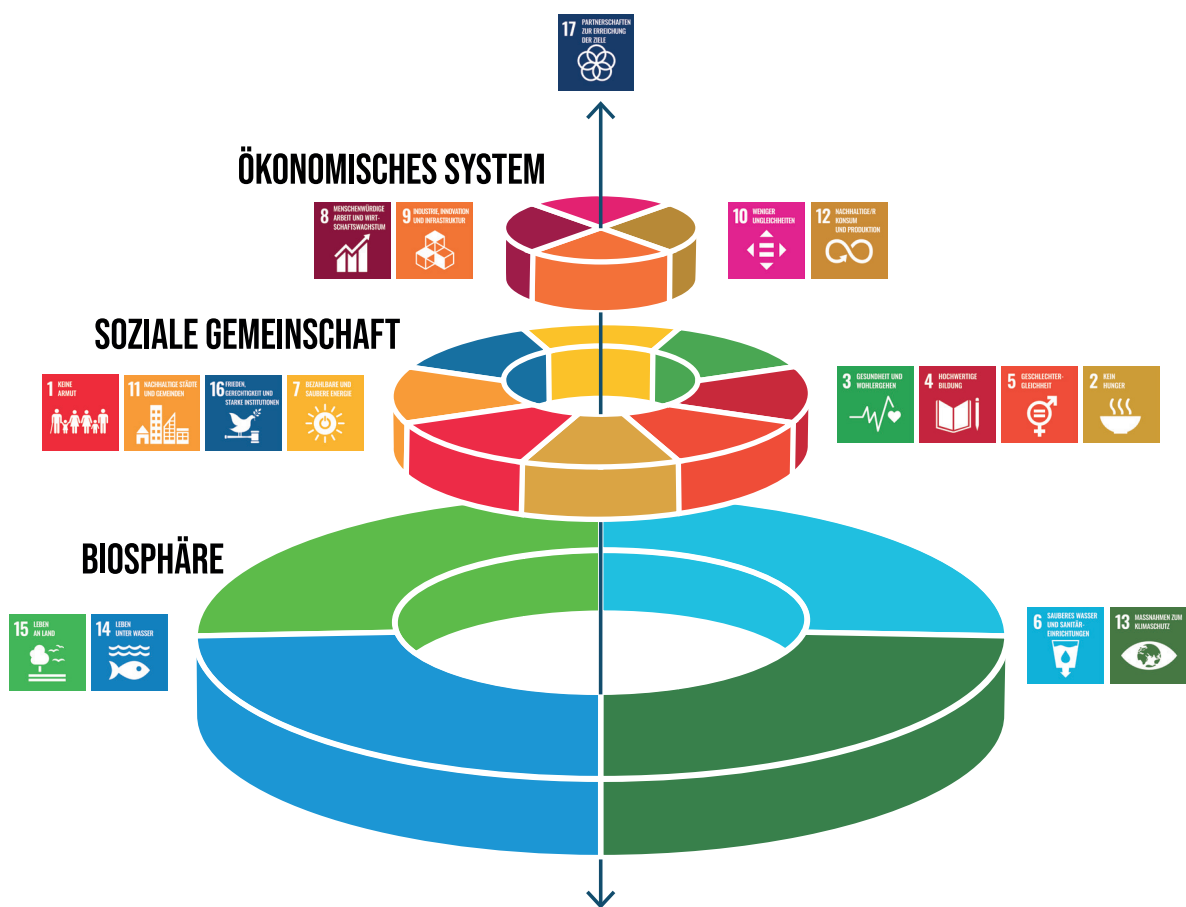


Abbildung 2: Wedding-Cake-Modell der SDGs, Quelle: Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, CC BY-ND 3.0

Es lässt sich festhalten, dass die Ziele nachhaltiger Entwicklung bis 2030 fest definiert und global weitgehend akzeptiert sind. Deutschland entwickelt Nachhaltigkeitsstrategien oder hat solche bereits auf allen föderalen Ebenen etabliert und unterschiedliche Fördermaßnahmen unterstützen Projekte, die sich explizit Nachhaltigkeitszielen verschrieben haben.<sup>3</sup> Die Herausforderung liegt in der Umsetzung der Ziele, die, wenn konsequent verfolgt, grundlegende strukturelle Veränderungen in Gesellschaft und Wirtschaft zur Folge haben werden. Außerdem ist zu beachten, dass zwischen den Zielen inhärente Konflikte bestehen könnten, wie Menton et al. anhand des SDG 8: »Ökonomisches Wachstum« aufzeigen (Menton et al., 2020). Sie argumentieren, dass für eine Umsetzung von SDG 8 bis 2030 ökonomisches Wachstum weitgehend von ökologischer Ressourcenausbeutung entkoppelt werden müsse, um ökologische Nachhaltigkeitsziele nicht langfristig zu gefährden oder unmöglich zu machen. Wie können in diesem Kontext Digitalisierung und digitale Technologien genutzt werden, um den Wandel voranzubringen?

#### 3.1.2 Schlüsseltechnologien

Schlüsseltechnologien gelten als ein Treiber der digitalen Transformation und sind häufig direkt in Digitalisierungsstrategien eingebunden. Charakteristisch ist ihnen ihre Breitenwirksamkeit, variable Anwendbarkeit und hohe Dynamik. Als für die Digitalisierung relevante Schlüsseltechnologien werden insbesondere Künstliche Intelligenz (KI), Internet of Things (IoT), Big Data, Digitale Mobilitätstechnologien, Cybersicherheit und gelegentlich Blockchain genannt (Kroll et al., 2022). Diesen Technologien wird großes Transformationspotenzial zugesprochen, das zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele eingesetzt werden kann. An drei Szenarien wird das im Folgenden veranschaulicht.

#### Welche Rolle können Schlüsseltechnologien in einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft einnehmen?

Unter Kreislaufwirtschaft wird ein ökonomisches System verstanden, das wiederherstellend und regenerativ »by Design« ist und eine Alternative zu linearen Systemen bieten soll, indem statt nach dem Prinzip »Produzieren, Nutzen, Wegwerfen« auf Wiederverwertung von Produkten gesetzt wird. Vielversprechende Anwendungsfelder digitaler Technologien für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft umfassen unter anderem Datensammlung, Monitoring, Analyse und Optimierungsprozesse. Mittels vernetzter Sensortechnologie im Kontext von IoT können Informationen zum Beispiel zum Verarbeitungsprozess entlang der gesamten Wertschöpfungskette gesammelt

werden. Mit den erhobenen Daten können im Folgenden Algorithmen oder maschinelles Lernen (KI) genutzt und trainiert werden, zum Beispiel für eine Prozessoptimierung zugunsten geschlossener Materialkreisläufe und einer Minimierung von Abfallprodukten.

#### Wie wird Katastrophenschutz durch Schlüsseltechnologien verbessert?

Um mit Extremwettererscheinungen und Naturkatastrophen, wie beispielsweise der Flut im Ahrtal 2021, in Zukunft besser umzugehen und Auswirkungen zu minimieren, ist beispielsweise der Einsatz von »Digitalen Zwillingen« (DZ), digitalen Abbildern realer Objekte, in Kombination mit aktuellen und umfassenden Umwelt- und Wetterdaten (Big Data) vielversprechend. Sensornetze nehmen dabei eine Doppelfunktion ein: Sie dienen über das Monitoring verschiedener Umweltparameter als Frühwarnsystem und sammeln dabei kontinuierlich Daten, die zur weiteren Analyse und für Simulationen mit Digitalen Zwillingen genutzt werden können. Für eine Verbesserung des Gefahrenmanagements bietet es sich an, Methoden der »Erweiterten Realität« (XR) mit DZ zu kombinieren. XR-Technologien nutzen detaillierte 3D-Modelle, die den Nutzenden immersive Erfahrungen ermöglichen. Vielen Menschen fehlt es an Erfahrung für ein korrektes Verhalten in Gefahrensituationen. XR-Trainingsplattformen für solche Situationen befinden sich bereits in der Entwicklung (Yu & He, 2022).

#### Welchen Beitrag können digitale Technologien für nachhaltige Mobilitätskonzepte leisten?

Die Notwendigkeit neuer, nachhaltiger Mobilitätskonzepte ergibt sich aus den vielseitigen Problemen, die aus der herkömmlichen Personenmobilität, insbesondere durch den PKW, entstanden sind. Dazu gehören hohe Treibhausgasemissionen, Lärmbelastung sowie der Flächenverbrauch, Probleme vor allem im urbanen Raum. Digitale Technologien spielen in vielen Zukunftskonzepten eine zentrale Rolle, zum Beispiel digitale Plattformen für Sharing-Modelle und für Mitfahrdienste. Selbstfahrende Busse können mittelfristig den ÖPNV stärken, was gerade im ländlichen Raum notwendig ist. Darüber hinaus profitiert ein digitalisierter Verkehrssektor von Echtzeitanalysen zu Effekten wie Emissionsbelastung und Verkehrsauslastung. Intelligente Verkehrsführung kann durch spezialisierte KI-Modelle verbessert werden (Modi et al., 2021).

Neben diesen »High-Level«-Szenarien sind bei projektspezifischem Einsatz Schlüsseltechnologien solche, welche sich als zentral wichtig für den Erfolg des Projektes erweisen. Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sollten diese frühzeitig identifiziert und eine Folgenabschätzung vorgenommen werden. Ihr Einsatz führt zu einer Reihe gewollter als auch unbeabsichtigter (Neben-)Wirkungen, die Nachhaltigkeitsbestrebungen unter Umständen zuwiderlaufen. Beispielsweise verbraucht

<sup>3</sup> Projekte lassen sich über das Innovationsradar der Europäischen Kommission finden. Die Innovationsthemen reichen von »Deep Tech« über »Enabling Tech« bis »Secure Networks« und »Smart Society«. Eine ausführliche Liste ist auf der Website des Innovationsradars zu finden: [innovadar.eu](https://www.innovadar.eu)



das Training von immer komplexer werdenden KI-Modellen, besonders solchen aus dem Bereich des Deep Learning, je nach Anwendungsszenario große Mengen an Energie. Für das Training eines Bild-Klassifikators werden schätzungsweise bis zu 56 kWh benötigt, für komplexere Anwendungsszenarien sogar bis zu ca. 186000 kWh (Digitalization for Sustainability (D4S), 2022). Laut der Internationalen Energieagentur wuchsen die Energie-bezogenen Treibhausgasemissionen 2021 um 6 Prozent auf einen neuen Höchststand von 36,3 Gigatonnen. Es kann neben ökologischen auch zu neuen gesellschaftlichen Herausforderungen kommen. So steigt mit zunehmendem Einsatz autonomer Entscheidungsunterstützung durch KI-Modelle in

potenziell sensiblen Domänen die Notwendigkeit, diese Systeme nach ethischen Grundsätzen zu gestalten. Entscheidungen müssen nachvollziehbar und überprüfbar sein, um beispielsweise etwaige Diskriminierung von marginalisierten Gruppen erkennen zu können.

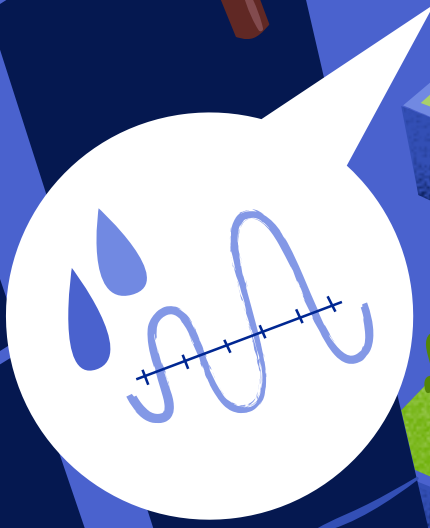
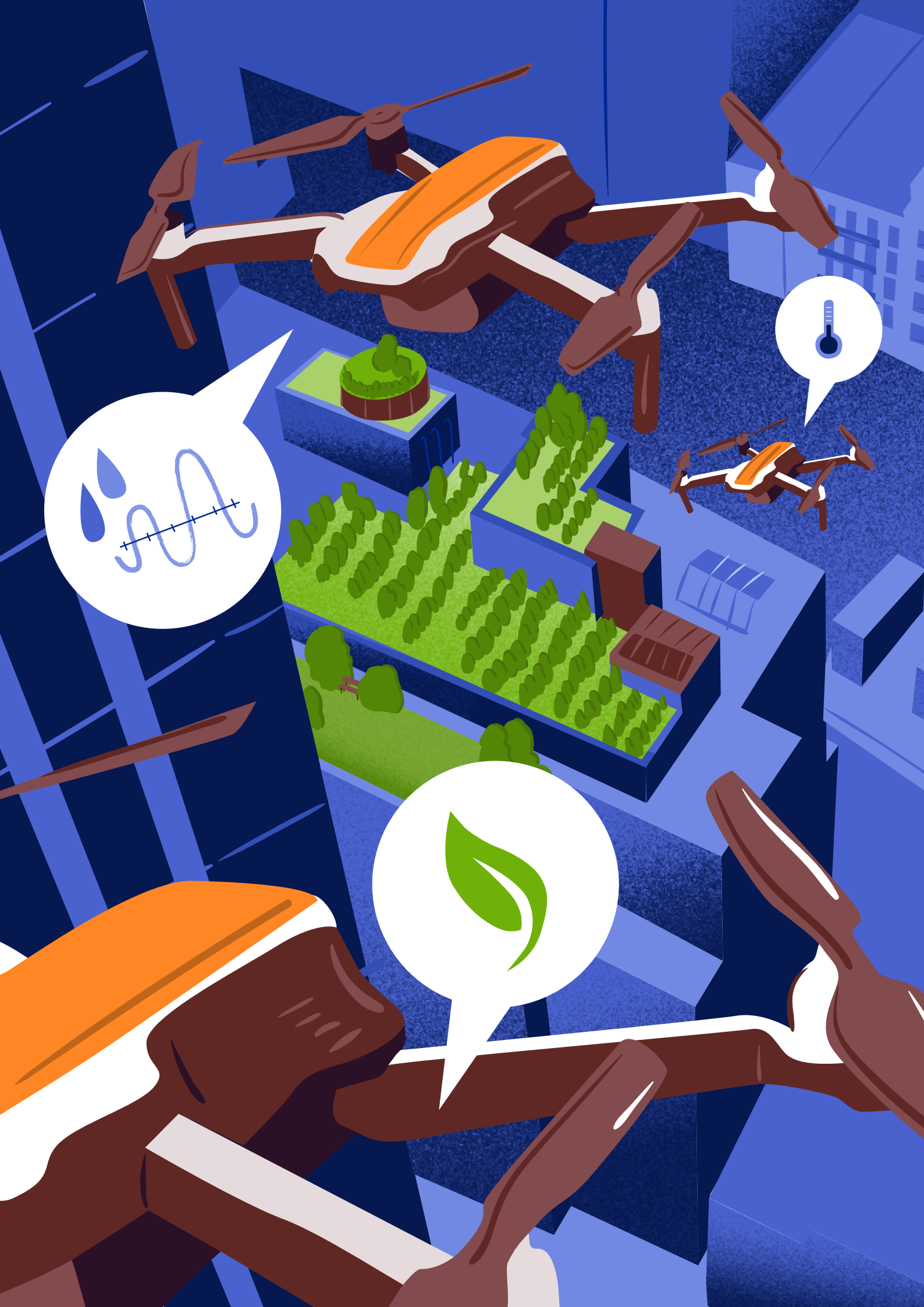
Damit bleibt festzuhalten, dass es bei dem Einsatz von digitalen Technologien, insbesondere Schlüsseltechnologien, zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen außerdem einer Auseinandersetzung mit ihrer konkreten Ausgestaltung bedarf, die sich an möglichst klar definierten Nachhaltigkeitskriterien zu orientieren hat, um eine innere Konsistenz anzustreben.

### **Governance für Nachhaltigkeit aus kommunaler Perspektive**

Die Landeshauptstadt Kiel versteht ihre kommunalen Nachhaltigkeits- und Digitalisierungsaktivitäten nicht rein als einzelne Projekte, sondern bindet sie in politische Ziele und strategische Leitlinien ein. Dazu gehören einerseits verabschiedete sowie sich noch in Entwicklung befindende Masterpläne und Konzepte der jeweiligen kommunalen Handlungsfelder. Andererseits gilt es, Vorgaben der Landes-, Bundes- und EU-Ebene umzusetzen. Die Strategien und Beschlüsse stellen demnach eine konzeptionelle und legitimierende Handlungsgrundlage für die Dezernate und ihre Fachbereiche dar, um ihre jeweiligen Maßnahmen und Gestaltungsaufgaben an übergeordneten Erwägungen zur Entwicklung der Landeshauptstadt Kiel als Kommune zu orientieren. Im Bereich der Nachhaltigkeit orientiert sich Kiel an der Agenda 2030 sowie den 17 nachhaltigen Entwicklungszielen der Vereinten Nationen («Sustainable Development Goals»). Die Verbindungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten sind dabei so vielfältig und komplex, dass Kommunen zwangsläufig eigene Schwerpunkte setzen müssen. Die Landeshauptstadt Kiel versteht sich als eine weltoffene, kreative, soziale und umweltbewusste Großstadt am Meer. Diese sie kulturgeografisch einordnenden Werte leiten die Stadt bei der Schwerpunktsetzung und prägen die im »Masterplan 100 % Klimaschutz« und dem »Green City Plan« beschlossenen strategischen Leitlinien, die wiederum von politischen Beschlüssen mit hoher Symbolkraft ergänzt werden (Landeshauptstadt Kiel, 2022). Diese geben den Nachhaltigkeitsakteur:innen in der Verwaltung Rückenwind, um transformative Maßnahmen umzusetzen, denn die Ausmaße solcher Maßnahmen können sehr weitreichend sein. So führt beispielsweise der von der Landeshauptstadt Kiel ausgerufene Klimanotstand dazu, dass die Auswirkungen aller Maßnahmen der Kieler Stadtverwaltung auf das Klima so gering wie möglich gehalten werden müssen, um noch vor 2045 klimaneutral zu werden. Dementsprechend werden Maßnahmen mit einer höheren Klimafreundlichkeit

priorisiert, zwanzig Maßnahmen werden aufgrund des Klimanotstands vorgezogen.

Bei der Umsetzung der politischen Ziele und strategischen Leitlinien gilt es, die tiefgreifenden Veränderungen als einen kontinuierlichen und vor allem offenen Prozess zu verstehen. Bei dieser Herangehensweise verbindet sich die Digitalisierungs- mit einer Nachhaltigkeitskultur, in der Ziele klar sind, aber Wege offen. Deshalb hat die Landeshauptstadt Kiel damit begonnen, agile Ansätze im verwaltungsinternen Projektmanagement zu etablieren. Als Beispiel für moderne Partizipation in Verbindung mit agilem Projektmanagement steht die »Ki:GO«-Bewegung, die von der Kieler Stadtverwaltung ins Leben gerufen wurde, um mit Mitarbeitenden sowie mit externen Akteur:innen und Mitbestimmungsgremien hierarchie- und dezernatsübergreifend stadtweite Digitalisierungsvorhaben zu diskutieren und über diese zu entscheiden. Weiterhin wird unter anderem derzeit ein Governance-Board aufgesetzt, welches technische Standards bei digitalen Vorhaben definieren soll. Grundsätzlich reicht die Aktivierungsbreite der Akteur:innen für eine nachhaltige Kommunalentwicklung von einzelnen Fachbereichen für die digitale Bereitstellung von Mobilitätsdaten über kommunale Unternehmen und städtische Stakeholder bis zu internationalen Akteur:innen auf EU-Ebene, um einen gemeinsamen Wissensaustausch zu ermöglichen oder neue Expertise einzuholen. So hat die Landeshauptstadt Kiel in den letzten Jahren dem Format der Städtepartnerschaften neues Leben eingehaucht und beispielsweise Dänemarks zweitgrößte Stadt Aarhus, die kalifornische Bay Area sowie durch aktive Mitgestaltung im europäischen Ostsee-Städtenetzwerk »Union of Baltic Cities« weitere Institutionen für den interkommunalen Wissensaustausch gewinnen können. Ebenfalls ist die Landeshauptstadt Kiel Mitglied im weltweiten Netzwerk »Open and Agile Smart Cities« (OASC) und bei »Eurocities«.



## 3.2 Technik: Nachhaltigkeitskriterien

Nachhaltige Digitalisierung befasst sich im Kern mit der Frage, wie digitale Technologien »in sich selbst« nachhaltig gestaltet werden können. Dabei ist Nachhaltigkeit aber kein statischer Zustand, welcher irgendwann erreicht ist – wie nachhaltig eine bestimmte digitale Technologie ist, ist besonders im Vergleich zu betrachten. Die Maßstäbe für Nachhaltigkeit verschieben sich dabei durch neu entwickelte Technologien, veränderliche Ressourcenverfügbarkeit, wissenschaftlichen Fortschritt und sich wandelnde gesellschaftliche Bedarfe – insbesondere durch die Berücksichtigung jener der zukünftigen Generationen.

Was vor fünf Jahren noch als nachhaltig galt, kann jetzt beispielsweise aufgrund einer neu entwickelten Fertigungstechnik bereits überholt sein. Eine digitale Technologie ist also nie einfach nur »nachhaltig« an sich, sondern nur innerhalb eines zeitlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kontextes mehr oder weniger nachhaltig als eine alternative Technologie. In Bezug auf Nachhaltigkeit ist daher ein Vergleich von digitalen Technologien notwendig, um überlegte politische Entscheidungen bei der Gestaltung technischer Systeme im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu treffen.

Die unmittelbaren Umweltauswirkungen von digitalen Technologien spiegeln sich in ihrem Energie- und Rohstoffverbrauch wider – allerdings ist das nur ein Teil der Effekte auf die Umwelt, welche eine Technologie hervorrufen kann. Bei digitalen Technologien kommen auch mittelfristige und langfristige Auswirkungen zum Tragen, wie weiter unten im Abschnitt 3.3.1 »Folgenabschätzung« thematisiert wird. Die für Digitalisierungsvorhaben wichtige Messung der unmittelbaren Umweltauswirkungen<sup>4</sup> gestaltet sich bereits schwierig. Derzeit gestaltet es sich noch als sehr herausfordernd, die Auswirkungen veränderten menschlichen Verhaltens, das durch die Nutzung von IKT hervorgerufen wurde, und resultierender gesellschaftlicher Dynamiken zu quantifizieren.

Um digitale Technologien trotz der Herausforderungen bei der quantitativen Erhebung komplexer Umweltauswirkungen ganzheitlich und strukturiert einschätzen zu können, ist ein Kriterienkatalog notwendig. Dieser soll durch den Fokus auf qualitative Eigenschaften konkrete Bewertungen von Technologien ermöglichen, dabei aber ausreichend abstrakt bleiben. Unter qualitativen Eigenschaften verstehen wir hier Merkmale von digitalen Technologien, welche zwar keinen mathematischen Wert annehmen, jedoch trotzdem Aussagekraft über

ihre Beschaffenheit haben. Das Ziel besteht darin, Vergleichbarkeit in Bezug auf die Nachhaltigkeit herzustellen, um die Auswahl geeigneter Technologien bzw. Produkte für ein Vorhaben zu unterstützen. Für die Nutzung des Kriterienkatalogs ist es sinnvoll, jeweils nur konkrete Implementierungen von digitalen Technologien zu bewerten, da sich die konkreten Implementierungen einer allgemeinen Technologie (beispielsweise »Video-Konferenz-Systeme«) maßgeblich unterscheiden können.

Die Kriterien leiten sich aus den drei Säulen der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen ab (siehe Abschnitt 3.1.1 »Ziele & Strategien«). Die Säulen bilden die ökonomische, die soziale und die wirtschaftliche Dimension der Nachhaltigkeit ab. Jedes Kriterium lässt sich demnach in mindestens eine dieser drei Kategorien einordnen, viele sogar in mehrere. Diese Kategorisierung erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Dimensionen bei den infrage stehenden Technologien.

Digitalisierung umfasst dreierlei Kernelemente: Hardware, Daten sowie Algorithmen & Software. Ein Nachhaltigkeitskriterium ist jeweils auf eins oder mehrere dieser Kernelemente anwendbar. Während das Kriterium »Langlebigkeit« bei Hardware und Algorithmen & Software angesetzt werden kann, trifft das Kriterium »Barrierefreiheit« auf Daten und Algorithmen & Software zu und das Kriterium »Lizenz« ist gar bei allen drei Kernelementen relevant. Bei der Nutzung des Kriterienkataloges werden also in einem ersten Schritt die relevanten Kriterien auf Basis der betrachteten Kernelemente der Digitalisierung identifiziert. In einem zweiten Schritt werden die Kriterien gewichtet, je nach Anforderung des zu realisierenden Projektes, jedoch auch mit einem Verständnis einer stärkeren Nachhaltigkeit (siehe Abschnitt 3.1.1 »Ziele & Strategien«). Das kann bedeuten, dass ökologische Kriterien am stärksten ins Gewicht fallen, gefolgt von den sozialen und schließlich den ökonomischen.

Im hier vorgestellten Kriterienkatalog geht es darum, Gestaltungsbereiche für »in sich selbst« nachhaltige digitale Technologien zu identifizieren. Durch die gewählte Abstraktionshöhe verfolgen wir einen ganzheitlichen, nutzungsfreundlichen Ansatz, ohne den Anspruch, für jedes Kriterium eine vollständige Liste an erfüllbaren technischen Aspekten anzugeben. Diesen Anspruch haben Vorhaben wie »Nachhaltigkeitskriterien für digitale Plattformen« vom Arbeitskreis Nachhaltigkeit der Gesellschaft für Informatik und der »Blaue Engel Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte«, entwickelt vom Umweltbundesamt. Diese umfangreichen Vorhaben, welche sich teilweise noch im Aufbau befinden, haben als Zweck die effektive Überprüfung, Implementierung und Zertifizierung von Nachhaltigkeitsaspekten bei digitalen Technologien und dienen als Inspiration für den hier vorgestellten Katalog.

Die Kriterien werden im Folgenden in loser tabellarischer Form visualisiert, wobei die Sortierung der Kriterien sich farblich auf ihre jeweilige Nachhaltigkeitsdimension bezieht. Anschließend

<sup>4</sup> Exemplarisch soll hier die Publikation des Umweltbundesamtes zur »Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik« genannt werden (Gröger et al., 2018).



Abbildung 3: Nachhaltigkeitskriterien

werden sie im Fließtext spaltenweise von oben nach unten aufgeführt. Weiterhin werden die Kernelemente der Digitalisierung und ihre Zuordnung zu den einzelnen Kriterien durch drei Symbole abgebildet. Abhängig von der Anwendbarkeit eines Kriteriums auf ein Kernelement wird das entsprechende Symbol entweder hervorgehoben oder ausgegraut.

### Material

Das Material, aus dem Hardware hergestellt wird, kann unter verschiedenen Nachhaltigkeitsaspekten betrachtet werden. Das beginnt mit der Notwendigkeit zur Beschaffung von Mineralien und seltenen Erden, welche oft erhebliche ökologische Auswirkungen nach sich ziehen. Die Treibhausgasemissionen beim Transport werden beeinflusst durch das Gewicht von IKT-Produkten. Weiterhin tragen höherwertige Materialien bei einem Produkt gegebenenfalls zu seiner Langlebigkeit bei. Ein weiteres

Kriterium ist die Recyclingfähigkeit der eingesetzten Bauteile, bzw. deren Herkunft aus einer nachwachsenden oder einer Recycling-Quelle. Weiterhin spielt eine Rolle, ob beispielsweise toxische Stoffe eingesetzt werden.

**Kernelemente der Digitalisierung:** Hardware

### Energieverbrauch

Der Energieverbrauch im Betrieb ist eines der zentralen Kriterien bei der Nachhaltigkeitsbewertung von digitalen Technologien. Während der Verbrauch beim Betrieb von Hardware noch relativ exakt zu erfassen ist, gestaltet sich dies bei Software schwerer, insbesondere bei komplexen oder vernetzten Systemen. Eine Herausforderung ist dabei das Einbeziehen von verschiedenen Ausführungsumgebungen, von Desktopumgebungen über mobile Betriebssysteme zu virtualisierten Serversystemen. Trotzdem



wird die Erfassung des Energieverbrauchs von Software immer genauer und lässt insbesondere bei gleichen Ausführumgebungen zunehmend einen Vergleich zu.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software

#### Programmcode

Der Programmcode bestimmt das Verhalten einer Software und damit zu großen Teilen ihren Energieverbrauch. Code kann dahingehend optimiert werden, möglichst energiesparend zu sein. Während effiziente Programmierung bei gewissen Anwendungsgruppen wie z. B. bei Simulationen breitflächig eingesetzt wird, kommt dieser Aspekt bei großen Teilen der herkömmlichen Softwarelandschaft zu kurz. Ein positiver Effekt ist zu erreichen, wenn je nach Anwendungsfall rechenintensive Vorgänge parallel ausgeführt, an spezialisierte Hardware-Subsysteme wie einen KI-Chip oder eine GPU oder gar an Server ausgelagert werden. Früh im Entwicklungsprozess lassen sich durch eine sinnvolle Softwarearchitektur und Wahl der Programmiersprache große Effizienzgewinne erreichen, insbesondere wenn die Software eng auf die später eingesetzte Hardware zugeschnitten ist.

**Kernelemente der Digitalisierung:** Algorithmen & Software

#### Wiederverwendbarkeit

Wiederverwendbarkeit bezeichnet bei digitalen Technologien die Eigenschaft, über unterschiedliche Zeitspannen oder zu verschiedenen Zwecken eingesetzt werden zu können. Es stärkt die ökologische Nachhaltigkeit, wenn beispielsweise Business-Laptops neu aufgesetzt und privat genutzt, eine Statistik-Software sowohl in der Biomedizin als auch von NGOs eingesetzt und offene Datensammlungen die Entwicklung von innovativen Geschäftskonzepten und zugleich eine bessere Steuerung der öffentlichen Hand ermöglichen.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software, Daten

#### Nutzungsautonomie

Der Freiheitsgrad bei der Nutzung einer digitalen Technologie äußert sich in ihrer Nutzungsautonomie und damit im Umfang, in dem die Steuerung der digitalen Technologie für die Nutzenden möglich ist. Dabei reicht das Spektrum der Nutzungsautonomie beispielsweise von der Programmierbarkeit von Hardware über die flexible Nutzbarkeit von Software (Installations-/Deinstallationsfreiheit, Online-/Offlinenutzung) hin zu

der Steuerung, welche Daten bei Onlinediensten gespeichert werden. Weiterhin tragen transparente und gut dokumentierte Schnittstellen dazu bei, dass Nutzer:innen selbstbestimmt digitale Technologien einsetzen können.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software, Daten

#### Zugänglichkeit

Die Zugänglichkeit von digitalen Technologien und Daten bildet ab, wie einfach sich Zugriff und Nutzung gestalten. Hohe Zugänglichkeit ist dann gegeben, wenn der Zugang zu Daten und Software netzwerkbasierend und kostenlos ist bzw. diese hinter angemessenen Bezahlschranken liegen, menschen- sowie auch maschinenlesbar sind, Metadaten vorhanden sind und semantische Daten zur Verknüpfung zu anderen Inhalten vorliegen. Weiterhin trägt eine verteilte Speicherung zur Zugänglichkeit bei, da so Manipulationen und Ausfällen vorgebeugt werden kann.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Algorithmen & Software, Daten

#### Gesunde Nutzung

Das Nutzungsverhalten bei digitalen Technologien kann abhängig von ihrer Gestaltung unterschiedlich ausfallen. Im schlimmsten Fall zieht es für die Nutzer:innen Schäden an der physischen und mentalen Gesundheit nach sich. Technologie ist idealerweise so zu gestalten, dass sie ungesunden Nutzungsmustern entgegenwirkt und die Nutzer:innen proaktiv dabei unterstützt, einen gesunden Lebensstil zu pflegen. Das bedeutet konkret die Vermeidung von »Dark Patterns« wie beispielsweise unendliche Inhalts-Feeds und suggestive Benachrichtigungen. Zusätzlich kann das Einbinden von Feedbackmöglichkeiten und Handlungsoptionen in Bezug auf die Vermeidung ungesunder Nutzungsarten positive Effekte haben.

**Kernelemente der Digitalisierung:** Algorithmen & Software

#### Produktion

Die Produktion von Hardware ist entlang der gesamten Produktionskette zu betrachten und zu bewerten. Die ökologische Nachhaltigkeit der Produktion umfasst auch die Verwendung von Chemikalien, Frischwasser und Energie im Fertigungsprozess. Weiterhin geht es bei der Auswahl von Materialien um die Fairness von Handel und Arbeitsbedingungen entlang der Produktionskette.

**Kernelemente der Digitalisierung:** Hardware

#### Amortisationsdauer

Die Amortisationsdauer einer digitalen Technologie bezeichnet die notwendige Zeit, nach der die Einsparungen durch eine technologische Neuinvestition ihre Kosten aufwiegen. Diese Berechnung ist insbesondere bei Investitionsentscheidungen bzgl. Hardware relevant. Hierbei ist eine möglichst kurze Amortisationsdauer bei möglichst geringer ökologischer Auswirkung wünschenswert.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software

#### Langlebigkeit

Langlebigkeit von digitalen Technologien bezeichnet ihre bewusste Gestaltung hin zu langen Lebenszyklen. Dazu gehören beispielsweise das Ermöglichen von Softwareupdates, Abwärtskompatibilität zu älteren Betriebssystemversionen und Hardware, Austauschbarkeit von Komponenten bzw. Reparaturfähigkeit bei Hardwareschäden, Bereitstellung von Support sowie das Unterlassen von geplanter Obsoleszenz. Bei solchermaßen gestalteten Technologien lassen sich Produktions- und Entwicklungskosten auf eine möglichst lange Nutzungszeit verteilen.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software

#### Softwareentwicklung

Rund um die Entwicklung von digitalen Technologien fallen Energiekosten an. Ausschlaggebend sind die Struktur der Organisation, die Entwicklungszeit, das Erheben der notwendigen Datenbasis, sowie der reine Rechenaufwand bei Kompilierung der Software oder Training des KI-Modells. Komplexe digitale Technologien haben hohe Entwicklungskosten, gleichen diese idealerweise jedoch mit proportional größeren Mehrwerten in anderen Nachhaltigkeitsbereichen aus. In den Bereich der Entwicklung fallen weiterhin auch soziale Faktoren wie menschenwürdige Arbeit und die Gesundheit der Mitarbeitenden.

Kernelemente der Digitalisierung: Algorithmen & Software

#### Partizipation

Bei der Gestaltung einer digitalen Technologie sollten die entsprechenden gesellschaftlichen Bedarfe identifiziert und die Lösung darauf abgestimmt entwickelt werden. Eine umfassende Partizipation der beteiligten bzw. betroffenen Akteur:innen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Bedarfe korrekt

identifiziert und die entwickelten Lösungen diesen auch tatsächlich gerecht werden. Digitale Technologien sind dann partizipativ gestaltet, wenn diverse Stimmen im Rahmen einer menschenzentrierten Entwicklung in den Entwicklungsprozess einfließen konnten. Weiterhin ist bei Bedarf die Expertise von Sach- und Rechtsexpert:innen einzubringen.

Kernelemente der Digitalisierung: Algorithmen & Software

#### Barrierefreiheit

Barrierefreiheit im digitalen Kontext bedeutet, dass allen Menschen im Sinne einer gesellschaftlichen Teilhabe Zugang zu Informationen und Zugriff auf digitale Technologien ermöglicht wird. Eine konkrete Technologie kann barrierefrei oder zumindest barrierearm gestaltet werden, indem eine Reihe an Gestaltungselementen umgesetzt wird: Wahrnehmbarkeit durch optische Hilfestellungen wie größere Schrift und alternative Farboptionen, Verständlichkeit durch Text in leichter Sprache, Bedienbarkeit durch Bildschirmstaturen bzw. alternative Eingabemethoden usw.

Kernelemente der Digitalisierung: Algorithmen & Software

#### Datenschutz und -sparsamkeit

Beim Betrieb digitaler Technologien werden oft personenbezogene Daten der Nutzenden erzeugt, erhoben oder verarbeitet. Der Schutz dieser Daten bzw. die Minimierung ihrer Erhebung im Sinne der Datensparsamkeit tragen zur sozialen Nachhaltigkeit bei, weil dadurch die digitale Selbstbestimmung der Nutzenden gestärkt wird. Dafür ist ausschlaggebend, dass diese Daten DSGVO-konform ausschließlich dazu verwendet werden, den deklarierten Zweck der Software zu erfüllen und dass auf Technologien wie Tracking verzichtet wird.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Algorithmen & Software, Daten

#### Lizenz

Die Lizenz einer digitalen Technologie bestimmt maßgeblich, wie sie genutzt und weiterentwickelt werden kann. Proprietäre Software schränkt die Nutzungsautonomie ein und schafft Abhängigkeiten von privatwirtschaftlichen Plattformen. Offene bzw. permissive Softwarelizenzen hingegen ermöglichen der Allgemeinheit, sich an Entwicklungsprozessen zu beteiligen sowie Daten und Informationen frei zu teilen.

#### Kernelemente der Digitalisierung:

Hardware, Algorithmen & Software, Daten

## Kompatibilität

Digitale Technologien entstehen nie im luftleeren Raum. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollten sie möglichst kompatibel mit anderen existierenden IT-Systemen sein. Kompatibilität kann hier auf verschiedenen Ebenen angesiedelt sein: Hardwareplattformen, Netzwerktechnologien, Betriebssysteme, Anwendungsschnittstellen / APIs usw. Wenn eine digitale Technologie ein breites Kompatibilitätsspektrum aufweisen kann, ist ihr Einsatz in einem größeren Ausmaß und eventuell über einen längeren Zeitraum möglich, sie muss also weniger schnell ersetzt oder durch weitere digitale Technologien ergänzt werden.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software

## Rückbaufähigkeit

Eine digitale Technologie kann auf zwei Ebenen rückbaufähig sein. Auf der materiellen Ebene heißt Rückbaufähigkeit, dass die Hardware schadlos in ihre Bestandteile zerlegt und in den Energie- und Materialkreislauf zurückgeführt werden kann. Auf immaterieller Ebene bezeichnet die Eigenschaft jedoch den Grad, in dem die digitale Technologie in infrastrukturelle und organisationale Pfadabhängigkeiten involviert ist oder diese erst erschafft. Eine hohe Rückbaufähigkeit von Software hat unter anderem durch einfachere Austauschbarkeit Vorteile unter Resilienzaspekten. Weiterhin ist die Rückbaufähigkeit einer Hardware ist von zentraler Wichtigkeit für eine recyclingorientierte Kreislaufwirtschaft.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software

## Modularität

Die Modularität digitaler Technologien bezeichnet das Ausmaß, in dem die Technologie in einzelne Komponenten bzw. Subsysteme aufgeteilt ist. Bei Hardware ist das beispielweise ein austauschbarer Akku, bei Software kann das eine Aufteilung in Mikroprozesse sein, die über Schnittstellen miteinander kommunizieren. Modularität ermöglicht eine höhere Wartbarkeit und gleichzeitig mehr Flexibilität für den Einsatz in unterschiedlichen Kontexten. Damit verknüpft ist auch die Portabilität einer digitalen Technologie – der Freiheitsgrad, mit dem der Einsatz auf verschiedenen Hard- und Softwareplattformen erfolgen kann.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software

## Sicherheit

Digitale Technologien sind prinzipiell angreifbar und müssen (auch unter Resilienzaspekten) durch eine geeignete IT-Sicherheit gegen Manipulation geschützt werden. Unsichere Hardware und Software können individuelle und gesamtgesellschaftliche Schäden zur Folge haben, beispielsweise finanzieller Schaden durch den Missbrauch von Daten. Die Sicherheit einer digitalen Technologie nimmt zu, wenn Entwickler:innen plattformübergreifende als auch plattformspezifische Sicherheitslücken zeitnah beheben können und diese Ausbesserungen regelmäßig per Update zur Verfügung gestellt werden.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software, Daten

## Dokumentation

Digitale Technologien und Daten benötigen Erklärungen zu ihrer Funktionsweise bzw. ihrem Format oder Aufbau. Diese Dokumentation bezieht sich beispielsweise auf die Beschreibung der Hardwareteile, der implementierten Anwendungsschnittstellen, des genutzten Datenformates usw. Dokumentation trägt dann zur Nachhaltigkeit bei, wenn sie einfach zugänglich und barrierearm verfasst ist sowie den Nutzer:innen und Entwickler:innen effektiv dabei hilft, eine digitale Technologie leichter zu nutzen oder weiterzuentwickeln.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software, Daten

## Transparenz

Die Transparenz einer digitalen Technologie bezeichnet den Grad, in dem ihr Hersteller nachhaltigkeitsbezogene Informationen über Ursprung, Entwicklung, Produktion und Betrieb bereitstellt. Je mehr Informationen beispielsweise über die Produktions- und Lieferketten neu anzuschaffender Hardware verfügbar sind, desto besser kann eine Entscheidung für eine nachhaltige Option getroffen werden. Auch Indikatoren bezüglich des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes eines Produktes oder die Ökobilanz des gesamten Unternehmens tragen zur Transparenz bei und sind ein Schritt hin zu nachvollziehbarer und verantwortungsbewusster Digitalisierung.

**Kernelemente der Digitalisierung:**  
Hardware, Algorithmen & Software, Daten

#### **Nachhaltigkeitsorientierte Technikentwicklung und -beschaffung aus kommunaler Perspektive**

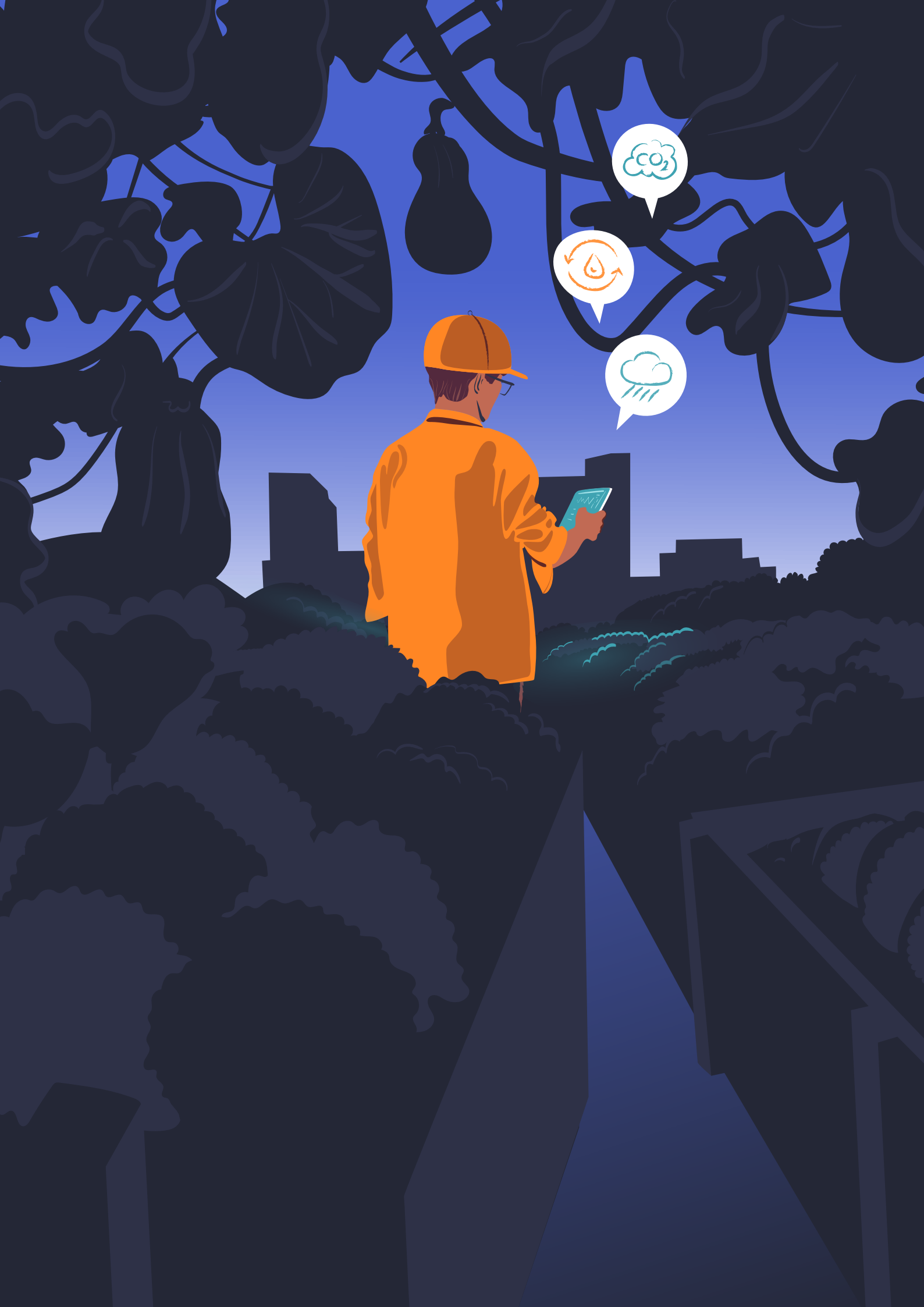
Die Landeshauptstadt Kiel hat erkannt, dass digitale Technologien einen zentralen Beitrag leisten, um die ökologischen Nachhaltigkeitsziele der Kommune zu erreichen und gleichzeitig ökonomische und soziale Fortschritte zu schaffen. Dies bedeutet ebenfalls, dass alle verwendeten digitalen Technologien selbst einer Überprüfung auf Klimafreundlichkeit unterzogen werden sollten. Im Sinne einer Klimaneutralität gilt dies sowohl für die Entstehung als auch für die Wirkung dieser Technologien. Kommunen können hierbei innerhalb der aktuellen Rahmenbedingungen nicht unbedingt aus bereits vorhandener Soft- und Hardware aus dem Privatkundenmarkt wählen, da die Produkte spezifische Anforderungen erfüllen müssen, die über Standardangebote hinausgehen. Diese Anforderungen betreffen einerseits die Anwendbarkeit auf die kommunalen Handlungsfelder als auch erhöhte Sicherheitsbedarfe und die Gefahr, sich langfristig in Abhängigkeit von einzelnen Anbieter:innen zu begeben.

Eine Lösungsstrategie ist die maßnahmenspezifische Eigenentwicklung von digitalen Produkten. Für diesen Weg beteiligt sich die Landeshauptstadt Kiel bewusst an Förderprojekten, mit deren Mitteln modellhafte Lösungen gesucht werden, die interkommunal und multisektoral funktionieren sollen. Besonders geeignet ist hier ein agiles Projektmanagement, welches in Folge modellhaft übertragbare Referenzmodelle generiert. Diese Herangehensweise fordert die traditionelle Verwaltungskultur heraus, da es im Konflikt zum konventionellen Verständnis steht, Leistung exakt definiert auszuschreiben und diese dann nach diesen Kriterien zu erhalten. Dieses Verständnis muss jedoch mindestens dann überdacht werden, wenn die Leistung vor Projektbeginn noch gar nicht exakt definiert werden kann – der vollständige Leistungskatalog erst während oder nach dem Projekt klar wird. In der Softwareentwicklung hat sich diese Herangehensweise etabliert und kann der Kieler Stadtverwaltung für Digitalisierungsmaßnahmen als Inspiration dienen und sollte langfristig in Softwareprojekten implementiert werden. Die Motivation ist jedoch nicht darin begründet, alles neu zu machen, sondern sich weiterzuentwickeln und von jüngsten prozessualen Innovationen zu lernen. Entscheidend helfen dabei übergeordnete Kompetenzcluster der öffentlichen Hand auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene, über die finanzielle Mittel in einem großen Umfang bereitgestellt werden, damit Kommunen die Eigenentwicklung von digitalen Technologien nicht nur für sich machen,

sondern Referenzmodelle schaffen und in Zukunft auch von vorhandenen Referenzmodellen profitieren können.

Eine weitere Lösungsstrategie sieht die Landeshauptstadt Kiel in der eigenen sowie interkommunalen Weiterentwicklung von Ausschreibungskriterien zur Entwicklung von digitalen Technologien, die den kommunalen Anforderungen genügen. Für solche Ausschreibungen braucht es jedoch fachspezifisches Wissen auf kommunaler Ebene, um digitale und Nachhaltigkeitskompetenzen zusammenzuführen. Einen Ansatz stellt in diesem Zusammenhang das »Software as a Service«-Modell (»SaaS«) dar. Dieses besagt, dass die Software und die IT-Infrastruktur bei einem externen IT-Dienstleister betrieben und vom Kunden zielgerichtet als Dienstleistung genutzt werden kann. Die Landeshauptstadt Kiel fokussiert sich bei der Auswahl der Anbieter bereits auf soziale und ökonomische Nachhaltigkeitskriterien wie Barrierefreiheit, offene Lizenzen und Datensicherheit, welche im Markt mittlerweile abgebildet werden können. Herausfordernd wird es bei den ökologischen Nachhaltigkeitskriterien. Diese stehen einerseits im Konflikt mit der bisherigen Ausschreibungspraxis im Sinne des günstigsten Angebotes. Beispiele hierfür sind die Nutzung von Anbieter:innen mit vergleichsweise teurerem Ökostrom oder die Umstellung auf Energieeffizienz, die sich finanziell erst mittelfristig und damit teilweise über die jeweilige zeitliche Maßnahmenkalkulation hinausgehend rentiert. Hier können die übergeordneten Leitlinien und Werte der Landeshauptstadt Kiel helfen, um die Vergabekriterien in Zukunft stärker in Richtung Nachhaltigkeit weiterzuentwickeln. Die Berücksichtigung von ökologischen Kriterien ist vor allem für Fachbereiche, die sich nicht explizit mit ökologischen Fragen beschäftigen, herausfordernd, aber notwendig, um Klimaneutralität zu realisieren. Dies gilt auch für die emissionsintensive IT-Infrastruktur, bei der beispielsweise die Rückbaufähigkeit und Langlebigkeit der Gebäude der Rechenzentren, bei welchen Serverkapazitäten bestellt werden, berücksichtigt werden muss. Ist eine solche Erkenntnis erst einmal in die Nachhaltigkeitsperspektive auf Digitalisierung integriert, so ergibt sich, dass eine nachhaltige Herangehensweise an Digitalisierung alle Bereiche der Kommune betrifft und damit auch die gesamte Kommune ins Handeln kommen muss. Die Leitlinie der Landeshauptstadt Kiel, als gesamte Stadt noch vor 2045 klimaneutral zu werden, schafft damit zugleich Verantwortung und Auftrag, neue und normativ geleitete Wege für die Bewertung des eigenen Einsatzes digitaler Technologien zu finden.





## 3.3 Evaluationsmethoden und -werkzeuge

Die Evaluation von Digitalisierungsprojekten ist ein wichtiges Werkzeug, welches Steuerungsebene und Technikerebene miteinander verbindet und für die langfristige Ausrichtung auf die Projekt- und Nachhaltigkeitsziele und damit für den Erfolg wesentlich ist. Erfolg wird hier verstanden als die Erfüllung der auf Steuerungsebene definierten Projektziele und gleichzeitig die Umsetzung der auf Technikerebene definierten Nachhaltigkeitskriterien.

Zum Einsatz kommen dabei unterschiedliche Evaluationsmethoden wie unter anderem Folgenabschätzungen, Indikatoren und Umfragen / Erhebungen. Diese helfen dabei, Fehler früh zu erkennen und zu korrigieren, die Ausrichtung auf die Projektziele zu überprüfen, die Auswirkungen des Projektes zu erheben, das Feedback der beteiligten Akteur:innen einzubeziehen und Möglichkeiten für eine kontinuierliche Weiterentwicklung zu erkennen, sodass sich das Projekt im Laufe der Zeit an die sich ändernden Bedürfnisse und Anforderungen anpassen kann.

### 3.3.1 Folgenabschätzung

Die Auswirkungen der Digitalisierung auf Umwelt und Gesellschaft sind multidimensional und beispielsweise aufgrund internationaler Produktions- und Lieferketten zumeist globaler Natur. Eine Folgenabschätzung gestaltet sich daher häufig schwierig bzw. bleibt unvollständig. Eine Taxonomie hilft dabei, Auswirkungen und Effekte zu strukturieren und zu sortieren. Sie wird genutzt, um eine Technikfolgenabschätzung von zukünftiger oder bereits eingesetzter IKT vorzunehmen. Dazu gibt es Vorarbeiten: In der Taxonomie von Berkhout & Hertin (2004) wird zwischen drei Effekten unterschieden: direkten Einflüssen, indirekten Einflüssen und strukturell-verhaltensändernden Einflüssen. Die hier vorgestellte Taxonomie erweitert das Modell um ein ganzheitliches Verständnis von Nachhaltigkeit, das zusätzlich die soziale und ökonomische Dimension berücksichtigt. Daraus ergeben sich die Effekte 1. / 2. / 3. Ordnung, die sich wie folgt definieren:

**Auswirkungen 1. Ordnung** sind **unmittelbare** Auswirkungen, die sich aus der Produktion und Nutzung von IKT ergeben. Darunter fällt erstens Ressourcenverbrauch und Umweltverschmutzung durch Herstellung von IKT, zweitens Stromverbrauch durch die Nutzung und zuletzt auch die Entsorgung und der damit anfallende, häufig nicht oder nur zu Teilen recycelbare Elektronikschrott, sogenannter E-Waste. Auswirkungen 1. Ordnung lassen sich zumeist anhand geeigneter Key-Performance-Indikatoren (KPIs) (siehe Abschnitt 3.3.2 »Indikatoren«) recht gut messen.

**Auswirkungen 2. Ordnung** sind **mittelfristige** Auswirkungen, die sich aus der Änderung von Verhalten und daraus resultierendem geänderten Energieverbrauch von IKT ergeben.

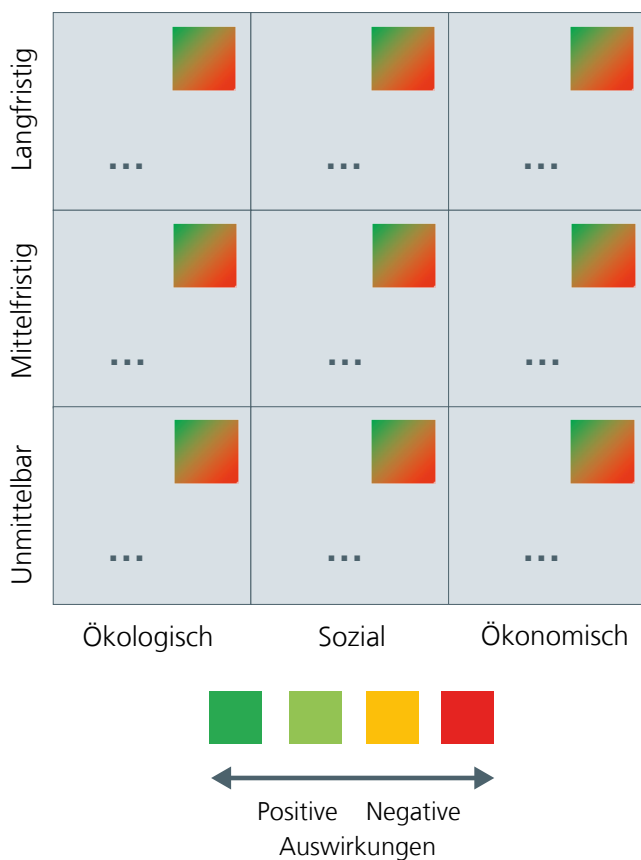
Umweltrelevante Auswirkungen werden beeinflusst z. B. durch Energie- und Ressourcenkosten, Prozessveränderungen, Substitution von materiellen Produkten durch ihre immateriellen Gegenstücke (Substitutionseffekte) oder verändertes menschliches Verhalten wie Arbeitsweinsparung durch Verschiebung der Arbeit ins Digitale. Hinsichtlich sozialer Belange stellen sich hier zum Beispiel Fragen nach den gesundheitlichen Auswirkungen der IKT. Da die Effekte 2. Ordnung indirekter Natur sind, lassen sie sich häufig schwerer erfassen und nicht zwangsläufig direkt zuordnen.

**Auswirkungen 3. Ordnung** sind **langfristige** und strukturelle Auswirkungen, die sich aus veränderten Verhaltensweisen durch die IKT-Nutzung ergeben und zum Beispiel, wie bei Lange et al. (2020) beschrieben, zu sektoralen Verlagerungen führen. Ein Beispiel ist eine reduzierte Produktion von PKWs durch sinkende Nachfrage, die durch neue Mobilitätskonzepte ausgelöst wird. Bei diesen langfristigen Auswirkungen spielen verschiedenste, teilweise globale Prozesse zusammen, die sich häufig gegenseitig bedingen und nur schwer zu durchschauen sind. Entsprechend fällt es hier besonders schwer, die durch Indikatoren gemessenen Veränderungen auf die Ursachen zu beziehen.

Um die Auswirkungen 1. / 2. / 3. Ordnung und die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zusammenzudenken, bietet sich eine Matrixdarstellung an (siehe Abbildung 4). Bei einer Folgenabschätzung kann die Matrix als grafisches Werkzeug eingesetzt werden, um die erwarteten Auswirkungen bei dem Einsatz einer digitalen Technologie / dem Umsetzen eines Digitalisierungsprojektes zu sammeln und zu bewerten.

Die Funktionsweise der Taxonomie wird beispielhaft anhand der IT-Beschaffung für den öffentlichen Sektor diskutiert. Laut der Green-IT-Strategie des IT-Planungsrates ist ein strategisches Kernziel, die IT-Ausstattung der öffentlichen Verwaltung an Nachhaltigkeitsaspekten auszurichten (Kooperationsgruppe Green-IT des IT-Planungsrates, 2022). Für den Neukauf von IT-Geräten, die eine lange Nutzungsdauer versprechen, fair produziert, reparierbar und energieeffizient sind, ist ökonomisch auf kurze Sicht mit höheren Kosten zu rechnen als für weniger nachhaltige Äquivalente. Auch ökologisch sind unmittelbare Auswirkungen negativ, durch den Ressourcenverbrauch, der mit der Herstellung der IT-Hardware einhergeht. Durch den konsequenten Kauf fair produzierter Produkte kann mittelfristig ein Druck auf den Markt zu nachhaltigem Wirtschaften entstehen. Energieeinsparungen und die Reparierbarkeit der IT-Geräte haben positive Auswirkungen auf die ökologische Dimension. Langfristige Auswirkungen können meist nur geschätzt werden, haben jedoch das größte Potenzial. Idealerweise würde die neue Beschaffungskultur des öffentlichen Sektors neue Marktsignale setzen, was wiederum gesamtgesellschaftliche kulturelle Auswirkungen haben könnte.

Abbildung 4: Vorlage der Folgenabschätzungs-Matrix



### 3.3.2 Indikatoren

Im Kontext der Evaluation (und Qualitätssicherung) stehen Werkzeuge und Methoden im Fokus, mit denen die Überprüfung und Bewertung von Projekten gewährleistet werden sollen. In einer Wirkungsanalyse werden Ziele für »Input«, »Output«, »Outcome« und »Impact« eines Projektes anhand geeigneter Indikatoren überprüft: Input bezeichnet die benötigten Elemente und Voraussetzungen, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen. Output ist das, was entsteht, entwickelt wurde und meist quantitativ messbar ist. Outcome bemisst die Effekte des Ergebnisses auf die Zielgruppe. Unter Impact werden gesamtgesellschaftliche Auswirkungen verstanden, bezogen auf verschiedene Zeithorizonte.

Innerhalb dieser Wirkungsanalyse werden KPIs (»Key Performance Indicators«) eingesetzt. KPIs sind aussagekräftige und relativ gut zu erhebende Kennzahlen. Sie werden für ein kontinuierliches Monitoring genutzt und helfen dabei, den aktuellen Status eines Projektes in Bezug auf ein definiertes Projektziel zu bewerten. KPIs können auf Steuerungs- als auch auf Technikerebene eingesetzt werden.

Zur Anschauung werden hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit Indikatoren für ein fiktives Digitalisierungsprojekt genannt, welches exemplarisch die Bürger:innenbeteiligung durch eine kommunale App fördern soll:

- **Input:** Anzahl an Mitarbeitenden, verfügbare Personenstunden, Eigenschaften des Entwicklungs-Frameworks
- **Output:** Accessibility Scanner Results (Indikator für Barrierefreiheit einer Anwendung) (Google, 2023), Energieverbrauch der App (in Wattstunden)
- **Outcome:** Bürger:innenbeteiligung (Anzahl der jährlichen Beteiligungsverfahren pro 1.000 Einwohner),
- **Impact:** Bürger:innenzufriedenheit (Erhebung durch Umfrage)

In dem vom Deutschen Städtetag initiierten Gemeinschaftsprojekt »SDG Indikatoren für Kommunen« (Bertelsmann Stiftung et al., 2018) wurden die SDGs und ihre Targets (Detailziele) auf deutsche Kommunen übertragen. Anstatt, dass jede Kommune eigene Indikatoren entwickelt, anhand derer der Fortschritt von Nachhaltigkeitsbestrebungen gemessen wird, entsteht durch die gemeinsame Nutzung gleicher Indikatoren Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen.

### 3.3.3 Standards/Zertifikate

Normen und Standards spielen eine zentrale Rolle für moderne Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Sie vereinheitlichen IT-Systeme und Infrastruktur, tragen zur Kompatibilität zwischen Diensten bei, definieren Qualitäts- und Sicherheitskriterien und unterstützen Transparenz und Nachvollziehbarkeit.

Zertifikate weisen die Einhaltung bestimmter Anforderungen beziehungsweise Standards nach und werden von dafür zuständigen Zertifizierungsstellen ausgestellt. Zertifikate bieten so eine objektiv nachvollziehbare Grundlage, ein Digitalisierungsprojekt bzw. -produkt in Bezug auf gewisse Kriterien einschätzen und vergleichen zu können. So kann die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien wie beispielsweise Energieeffizienz und Ressourcenschonung bei Entwicklung und Betrieb von IKT transparent gemacht und nachgewiesen werden.

Standards und Zertifikate, die Nachhaltigkeitskriterien für IKT adressieren, sind relativ selten und befinden sich teilweise in Entwicklung. Standardisierung kann politisch durch Richtlinien, Regularien und Normungsaufträge forciert, aber auch zivilgesellschaftlich oder durch die Wirtschaft vorangetrieben werden. Beispiele dafür sind:

- **Europäische Ökodesign-Richtlinie:** Festlegung von Mindestanforderungen an das Produktdesign z.B. von Arbeitsplatzcomputern und Servern (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2023)

- **Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT):** 51 Kriterien definiert in IEEE 1680 für die Entwicklung von elektronischen Geräten (United States Environmental Protection Agency, 2014)
- **Energy Star:** Energieeffizienz-Zertifizierungsprogramm der Environmental Protection Agency (EPA) in den USA (United States Environmental Protection Agency, 2021)
- **Blauer Engel Rechenzentren:** Energieeffizienz, Ressourcenschonung, langfristige Strategien und Einhaltung von Mindeststandards (Blauer Engel, 2023)

Bei den genannten Standards und Zertifikaten stehen ökologische Nachhaltigkeitskriterien wie Ressourcennutzung und Stromverbrauch im Fokus. Eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung von IKT, beispielsweise durch Einbeziehung von sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitskriterien, ist bei etablierten Standards und Zertifikaten derzeit noch unterrepräsentiert.

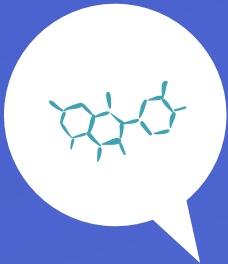
#### **Nachhaltigkeitsevaluation aus kommunaler Perspektive**

Die umfassenden Bestrebungen der Landeshauptstadt Kiel, Nachhaltigkeit und Digitalisierung zusammenzubringen, erfordern eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung der eingesetzten digitalen Technologien. Einen zentralen Bestandteil stellt in diesem Zusammenhang die Evaluation von Projekten hinsichtlich der strategischen Leitlinien und politischen Ziele des Vorhabens (Steuerungsebene) sowie damit zusammenhängend der eingesetzten Technologien (technische Ebene) dar.

In der Landeshauptstadt Kiel werden bislang klassische Projektkennzahlen berücksichtigt. An einer Erweiterung der Evaluationsmöglichkeiten wird gegenwärtig gearbeitet. Je nach Projektstand (Konzeptions-, Entwicklungs- oder Umsetzungsphase) divergiert die Anwendung der Kennzahlen. In diesem Kontext können exemplarisch die SDGs für eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung auf unterschiedlichste Art genutzt werden. Hierfür existieren übergeordnete Indikatoren- und Kriterienkataloge wie die »SDG-Indikatoren für Kommunen« (Bertelsmann Stiftung et al., 2018), durch welche die Nachhaltigkeitsziele überprüfbar gemacht werden können. Im Kontext der Bewertungs- und Qualitätssicherung stehen Werkzeuge und Methoden im Fokus, mit denen die Überprüfung und Bewertung von Projekten gewährleistet werden sollen. Der

Erfolg von Digitalisierungsprojekten im Hinblick auf die Leitlinien und Werte der übergeordneten Strategien der Landeshauptstadt Kiel würde durch KPIs überprüfbar gemacht. Die Landeshauptstadt Kiel hat den Anspruch, Digitalisierungsprojekte agil zu entwickeln. Dazu bedarf es mitunter qualitativer Bewertungen anhand von strategischen Kriterien. Eine Kombination von quantitativen und qualitativen Bewertungsmethoden soll dabei (a) intern in Bezug auf einzelne Organisationseinheiten in der Kommunalverwaltung, (b) bezogen auf die Kommunalverwaltung als Ganzes und (c) verwaltungsextern mit städtischen Stakeholdern und Akteur:innen beispielsweise aus der Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft genutzt werden.

Das agile Projektmanagement für eine nachhaltige Digitalisierung folgt auch in Kiel der Philosophie eines kontinuierlichen Prozesses und bietet als modernes Instrument neue Evaluationsmöglichkeiten. Die Landeshauptstadt Kiel hat sich gerade bei dem Thema Digitalisierung für den Weg entschieden, mithilfe der Stabsstelle Digitalisierung innovative Maßnahmen dieser Art voranzutreiben. Weiterhin unterstützen besondere Mittler:innen an den Knotenpunkten zwischen den Fachbereichen alle Verwaltungsmitarbeitenden dabei, eigenständig fachbereichsübergreifende Zusammenarbeitsformate aufzubauen.





# 4. Nachhaltigkeits-Canvas

Im vorangehenden Abschnitt wurden die »Bausteine« dieses White Papers eingeführt: theoretische Konzepte (beispielsweise Nachhaltigkeitsziele und Schlüsseltechnologien), Nachhaltigkeitskriterien sowie Werkzeuge (z. B. Folgenabschätzung und KPIs). Diese Elemente werden hier in einem Canvas vereint. Die Vorderseite gibt einen vereinfachten Überblick über relevante Aspekte der Zwillingstransformation. Auf der Rückseite können Entscheider:innen und Akteur:innen die spezifischen Merkmale ihres Digitalisierungsprojektes erheben und eintragen. Dies unterstützt sie dabei, eine ganzheitliche Einschätzung eines technikgestützten Vorhabens in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte vorzunehmen.

Der Nachhaltigkeits-Canvas entspricht einem abgewandelten »Project Canvas«, einem visuellen Instrument des Projektmanagements (Kalbach, 2012), welches in der kommunalen Planung von Vorhaben routiniert angewendet wird. Durch das Ausfüllen des Canvas lässt sich erheben, an welchen Stellen sich ein Vorhaben am Idealtypus der wertebasierten Digitalisierung für nachhaltige Entwicklung orientiert und an welchen Stellen Verbesserungspotenzial besteht. Idealerweise nehmen Akteur:innen aus verschiedenen Stakeholdergruppen an diesem Prozess teil, um eine möglichst breite Perspektive abzudecken. Das Ausfüllen des Canvas kann blinde Flecken aufdecken, beispielsweise ein vernachlässigtes Nachhaltigkeitskriterium, einen Zielkonflikt im Vorhaben oder bisher nicht erkannte Technikfolgen.

Der Canvas ist viergeteilt. Das erste Feld (»Steuerung«) sammelt Governance-Konzepte wie Nachhaltigkeitsziele, Strategien und Schlüsseltechnologien, wie in Abschnitt 3.1 »Steuerung: Digitalisierung als Werkzeug« vorgestellt. Der Kriterienkatalog aus Abschnitt 3.2 »Technik: Nachhaltigkeitskriterien« dient im zweiten Feld (»Technik«) dazu, den Reflexionsprozess zu unterstützen, indem mögliche Gestaltungsbereiche für die Nachhaltigkeit digitaler Technologien aufgezeigt werden. Im dritten Feld (»Evaluation«) wird unter anderem eine Bewertungsmatrix zur Folgenabschätzung eingeführt, welche sich auf die Zeithorizonte der Auswirkungen 1. / 2. / 3. Ordnung sowie auf die drei Nachhaltigkeitsebenen der SDGs stützt (siehe Abschnitt 3.3.1 »Folgenabschätzung«).

Um seinen Nutzen zu veranschaulichen, wird der Nachhaltigkeits-Canvas an einem fiktiven Beispiel durchlaufen:

*Eine Kommune möchte eine Videokonferenzlösung einführen, um einzelnen Mitarbeiter:innen Remote-Arbeit zu ermöglichen. In der Planungsphase entscheidet das Team, das mit dem Vorhaben beauftragt ist, hierfür den Nachhaltigkeits-Canvas zu verwenden.*

## Steuerung

Im Feld »Steuerung« wird das (geplante) Vorhaben in einer übergreifenden Strategie lokalisiert und erhoben, welche Nachhaltigkeitsziele dadurch anvisiert werden sollen.

*Das kommunale Vorhaben ist in der Digitalisierungsstrategie der Region abgebildet. Laut dieser Strategie wird die Virtualisierung und Delokalisierung der Verwaltungsarbeit angestrebt. Die Nachhaltigkeitsziele des Vorhabens sind: Das Klima durch das Wegfallen von Arbeitswegen schützen, durch niedrigschwellige Erreichbarkeit höhere Partizipation von Bürger:innen erreichen, die Verwaltung leistungsfähiger und effizienter machen und Mitarbeiter:innen durch Remote-Arbeit eine bessere Work-Life-Balance ermöglichen.*

Im nächsten Schritt wird der Status quo der politischen Rahmenbedingungen ermittelt, welche sich auf das Vorhaben auswirken: Gesetze, (Ver-)Ordnungen, Richtlinien sowie politische Beschlüsse. Diese können bei der Vergabe von Aufträgen bzw. der Beschaffung von Technik eine signifikante Rolle spielen.

*Es werden die folgenden relevanten Regularien identifiziert: Auf Bundesebene besteht das »Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit«, welches u. a. Auflagen zur Beschaffung von verwendeten Softwareprodukten definiert (Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung, 2010). Diese Auflagen sollen, soweit sie nicht für die Kommune verbindlich sind, trotzdem als Richtlinien herangezogen werden. Weiterhin besagt eine Richtlinie auf Landesebene, dass neu beschaffte Software, wenn möglich, Open-Source-Software sein sollte.*

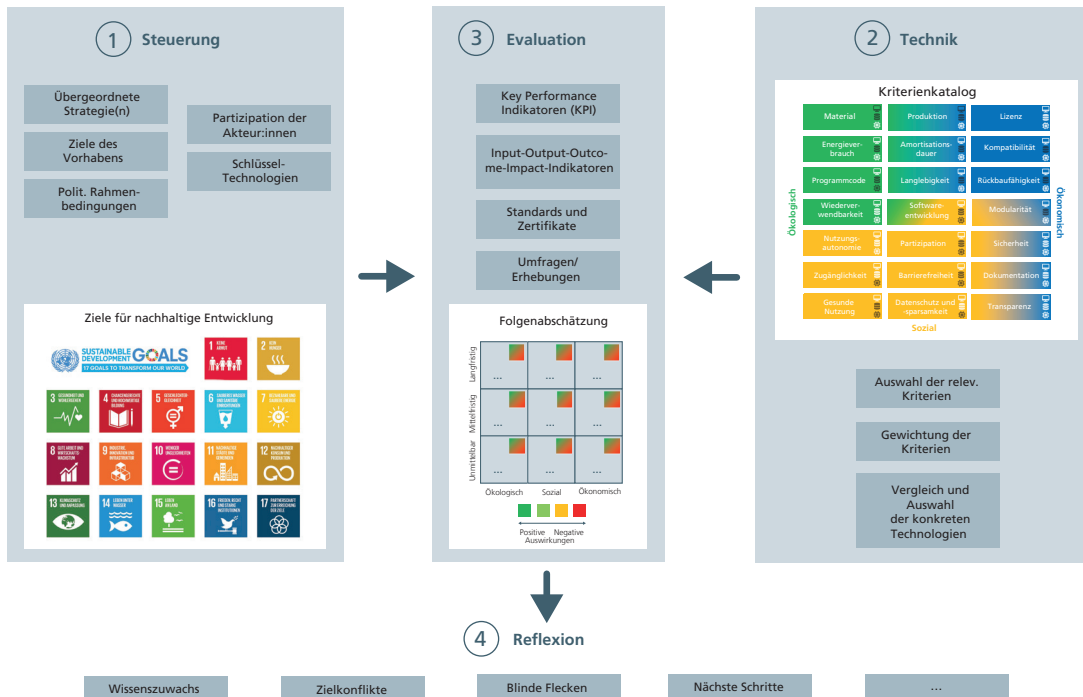


Abbildung 5: Vorderseite des Nachhaltigkeits-Canvas; »SDGs«: CC BY-SA 3.0, UN

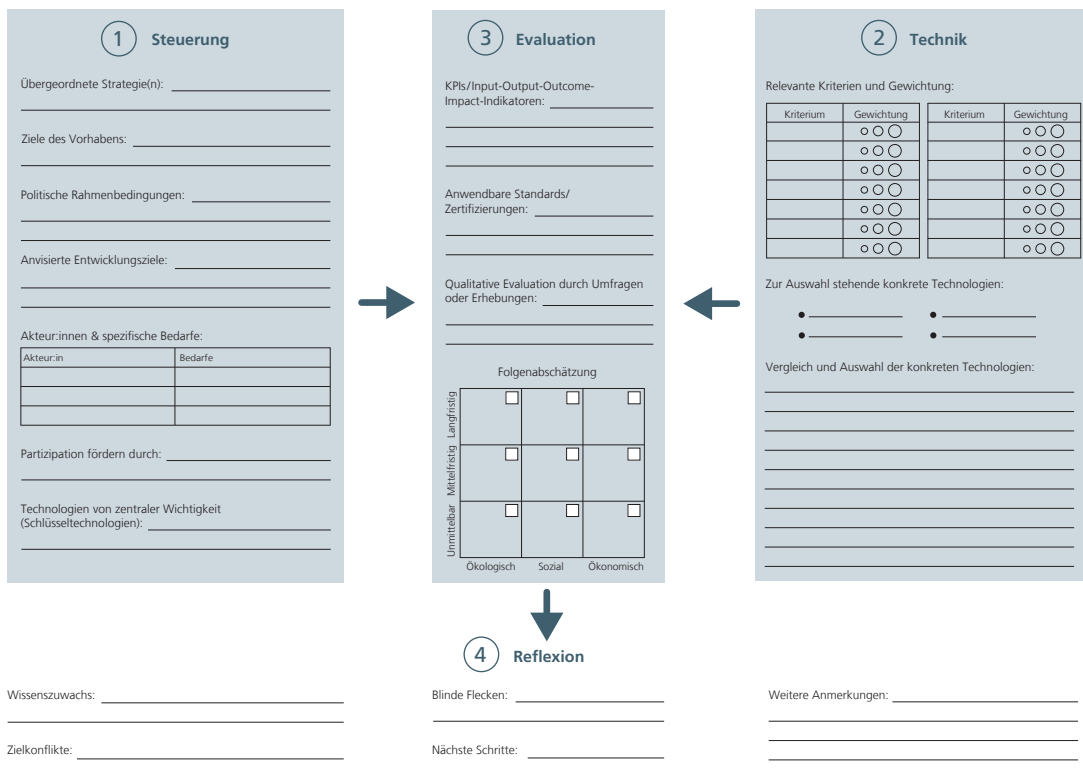


Abbildung 6: Rückseite des Nachhaltigkeits-Canvas

Weiterhin werden anvisierte SDGs identifiziert, welche dem Vorhaben eine gemeinwohlorientierte Richtung geben und die konkrete Ausgestaltung im Sinne der Nachhaltigkeit beeinflussen sollen.

*Das Planungsteam orientiert sich an den Sustainable Development Goals und identifiziert folgende Werte für das Vorhaben: SDG 8: »Menschenwürdige Arbeit«, SDG 10: »Weniger Ungleichheiten«, SDG 11: »Nachhaltige Städte und Gemeinden« und SDG 13: »Maßnahmen zum Klimaschutz«.*

Als nächstes werden relevante Akteur:innen und ihre spezifischen Bedarfe identifiziert. Weiterhin soll überlegt werden, wie die Partizipation dieser Akteur:innen gefördert werden kann.

*Es werden drei Gruppen von Akteur:innen identifiziert: die Verwaltungsmitarbeiter:innen, die Entscheider:innen auf Abteilungsebene sowie die Bürger:innen. Die ersten und die dritten haben einen Bedarf nach bedienfreundlicher und zuverlässiger Technik, die zweiten den Bedarf nach niedrigen Betriebskosten, hoher Informationssicherheit und hoher Verfügbarkeit. Es soll versucht werden, die Partizipation dieser Akteur:innen zu fördern, indem das Vorhaben mit Vertreter:innen aller Gruppen vorab besprochen wird und dabei Bedenken, Anforderungen sowie Wünsche geäußert werden können. Weiterhin sollen Nutzer:innentests durchgeführt werden, um die Tauglichkeit der ausgewählten Videokonferenzlösung für den täglichen Gebrauch zu validieren.*

Zuletzt werden Technologien von zentraler Wichtigkeit für das Vorhaben (Schlüsseltechnologien) identifiziert, die zur Umsetzung des Vorhabens nötig sind. Diese gilt es gegebenenfalls für den Einsatz im Verwaltungsbereich zu erschließen und deren Entwicklung zu fördern.

*Für Videokonferenzsysteme erweisen sich folgende Technologien von zentraler Wichtigkeit für das Vorhaben: leistungsfähiger Internetzugang (z. B. Glasfaser), Anwendungsschnittstellen (APIs) für die Integration von Videokonferenzsoftware in Arbeitsabläufe, Sicherheitstechnologien (beispielsweise Datenstromverschlüsselung). In diesem Fall sind die Technologien bereits erschlossen, allerdings ist die Förderung des Glasfaserausbaus ein mögliches Handlungsfeld.*

#### Technik

Im Feld »Technik« wird der konkrete Nachhaltigkeitsvergleich von infrage kommenden digitalen Lösungen vorgenommen. Dafür werden in einem ersten Schritt relevante Nachhaltigkeitskriterien ausgewählt, die für den Anwendungsfall infrage kommen. Anschließend werden diese entsprechend den Zielen und Werten des Vorhabens gewichtet. Diese Gewichtung sollte in einem partizipatorischen Prozess aller Akteur:innen vorgenommen werden, um Prioritäten mehrheitsfähig zu setzen,

Entscheidungen nachvollziehbar zu machen und Limitationen im Budget zu adressieren.

*Das Planungsteam stellt fest, dass Videokonferenzsysteme sich im Kernelement der Digitalisierung »Algorithmen & Software« wiederfinden. Sie wählen alle anwendbaren Kriterien aus dem Kriterienkatalog und tragen sie in die Tabelle des Canvas ein. Die Gewichtung wird von Verwaltungsmitarbeiter:innen und Entscheider:innen auf Abteilungsebene gemeinsam vorgenommen. Dabei spielen sowohl leitende Werte als auch die politischen Rahmenbedingungen eine Rolle für die letztliche Entscheidung, beispielsweise wird Energieeffizienz gegen Lizenz und Sicherheit abgewogen. Die dabei aufkommenden Zielkonflikte werden dokumentiert.*

Als Nächstes werden die infrage stehenden konkreten digitalen Technologien in den Canvas eingetragen. Diese Technologien werden miteinander in Bezug auf die ausgewählten Nachhaltigkeitskriterien verglichen, anhand von verfügbarer Dokumentation oder auch eines Expert:innengutachtens. In diesem Schritt kann gegebenenfalls auch erkannt werden, dass bereits existierende Produkte die Anforderungen des Vorhabens nicht erfüllen können und es zu einem eigenen Entwicklungsauftrag kommen soll.

*Ein:e Mitarbeiter:in hat drei gängige Optionen (A, B und C) für Videokonferenzsysteme recherchiert, welche vom Planungsteam in den Canvas eingetragen werden. Im Vergleich fällt dem Planungsteam beispielsweise auf, dass A bei der Energieeffizienz vorne liegt, während sich B durch eine offene Lizenz und C zudem auch durch eine hohe Datensparsamkeit auszeichnen. Bei der Sicherheit und Portabilität fallen ebenfalls Unterschiede auf, so lassen sich die Server für B z. B. selbst bzw. durch einen Dienstleister eigener Wahl hosten.*

Im letzten Schritt wird die digitale Technologie ausgewählt. Hierbei findet eine zweite Gewichtung statt. Diese folgt aus dem Wedding-Cake-Modell der SDGs, bei dem die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit unterschiedlich gewertet werden. Die ökologische Dimension wird am stärksten berücksichtigt, gefolgt von der sozialen und schließlich der ökonomischen Dimension (siehe Abbildung 7).

*Nach einer nuancierten Diskussion der Beteiligten über die jeweiligen Stärken und Schwächen der verfügbaren Optionen setzt sich schließlich die Lösung B als bester Kandidat für die Umsetzung des Vorhabens durch. Obwohl die Lösung A dank zentralisierter Infrastruktur energieeffizienter arbeitet, macht die favorisierte Lösung aufgrund mehrerer positiv gewerteter sozialer und ökonomischer Nachhaltigkeitskriterien das Rennen. Entscheidungsrelevant sind hier auch die politischen Rahmenbedingungen zum Thema Sicherheit und Lizenz gewesen, die im »Steuerung«-Feld erhoben wurden.*



Abbildung 7: Die Gewichtung der Kriterien nach dem Wedding-Cake-Modell der SDGs

**Evaluation**

Im Feld »Evaluation« werden konkrete Anhaltspunkte gesammelt, an denen die erwünschten Effekte des Vorhabens gemessen sowie eine grobe Folgenabschätzung des Vorhabens hinsichtlich unterschiedlicher Zeithorizonte vorgenommen werden kann. Als Erstes werden dafür Key-Performance-Indikatoren (KPIs), z.B. Input-Output-Outcome-Impact-Indikatoren erhoben (siehe Abschnitt 3.3.2 »Indikatoren«). Diese Indikatoren sind konkrete, bewertbare Anhaltspunkte dafür, ob das Vorhaben Fortschritte zeigt und über verschiedene Zeithorizonte den gewünschten Erfolg erzielt.

Als KPIs kommen für das Digitalisierungsprojekt beispielsweise folgende Input-Output-Outcome-Impact-Indikatoren infrage: Anzahl der erfolgreich durchgeführten Videokonferenzen, Anzahl der Homeoffice-Tage für die eingesparten Arbeitswege, Teilnehmerzahlen von Bürger:innen bei öffentlichen digitalen Veranstaltungen / Sprechstunden und mehr.

Im nächsten Schritt wird erhoben, ob für die gewählte konkrete digitale Technologie existierende Standards oder Zertifizierungen anwendbar sind bzw. ob sie angepasst werden muss, um gewisse Standards zu erfüllen.

Dem Planungsteam ist die nachhaltigkeitsbezogene Zertifizierung »Blauer Engel Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte« bekannt. Es wird geprüft, ob die ausgewählte Lösung diese Zertifizierung durchlaufen hat und eventuell wird deren Durchführung angeregt. Weiterhin sind für den verwaltungsinternen Einsatz von Software Sicherheitsrichtlinien einzuhalten, insbesondere, was die Datenverschlüsselung angeht. Hier erfüllt das ausgewählte Videokonferenzsystem die Richtlinie durch den Einsatz eines modernen Kryptografieprotokolls für den Datentransport.

Weiterhin soll überprüft werden, ob eine Evaluation unter Einsatz von Umfragen oder Erhebungen sinnvoll ist und wie diese gestaltet werden kann.

Der Vorschlag wird eingebracht, regelmäßige Mitarbeiter:innenbefragungen unter anderem zur Work-Life-Balance durchzuführen. In diesen soll nach einem Testzeitraum von zwei Monaten erhoben werden, ob die neue Videokonferenzlösung die Mitarbeiter:innen dazu befähigt, selbstbestimmter und besser zu arbeiten, ob im Büro oder im Homeoffice.

Zuletzt soll eine grobe Folgenabschätzung des Vorhabens vorgenommen werden. Dafür wird eine Bewertungsmatrix ausgefüllt, welche einerseits die Zeithorizonte »unmittelbar«, »mittelfristig« und »langfristig« und andererseits die drei Nachhaltigkeitsdimensionen der SDGs abbildet. In die entsprechenden Felder sollen absehbare positive und negative Folgen des Vorhabens eingetragen und anschließend grob bewertet werden. Das Ergebnis zeigt in einem schnellen Überblick die erwarteten Nachhaltigkeitseffekte eines Vorhabens über verschiedene Zeit- und Nachhaltigkeitsdimensionen hinweg.

Abbildung 8: Beispiele für Eintragungen in spezifische Felder im Videokonferenzszenario

	Langfristig	...	...	Effizienzgewinn bei organisatorischen Abläufen, Mitarbeiter:innenbindung durch New-Work-Konzepte
	Mittelfristig	...	Gesteigerte Partizipation von Bürger:innen, ungesündere Digitalnutzung durch zusätzliche Bildschirmzeit	...
	Unmittelbar	Erhöhte Energiekosten wg. Serverbetrieb, eingesparter Kraftstoff bei Arbeitswegen	...	...
		Ökologisch	Sozial	Ökonomisch

Positive Negative Auswirkungen

### Reflexion

Im Feld »Reflexion« wird der Prozess mit zusammenfassenden Überlegungen abgeschlossen. Notiert werden gegebenenfalls Wissenszuwachs, Zielkonflikte sowie blinde Flecken, welche sich beim Ausfüllen des Canvas bzw. in der Diskussion herausgestellt haben. Weiterhin ist hier auch Platz, um mögliche nächste Schritte und weitere Anmerkungen festzuhalten, um das Vorhaben in eine produktive Richtung weiterzuentwickeln.

*Das Planungsteam entdeckt im Reflexionsprozess verschiedene Punkte, die festgehalten werden sollen. Als Wissenszuwachs notieren die Entscheider:innen, dass die Architektur eines Videokonferenzsystems eine Rolle bei der digitalen Souveränität der Kommune spielen kann. Ein möglicher Zielkonflikt besteht zwischen ausschließlichem Einsatz von Videokonferenzen für Meetings und der potenziell belastenden Nutzung der Software für die Mitarbeiter:innen. Die Mitarbeiter:innen wünschen sich eine hybride Lösung für Videokonferenzen, was als Anforderung unter »Nächste Schritte« notiert wird. Weiterhin kam erstmals zur Sprache, dass der eigenständige Betrieb eines Servers für das Videokonferenzsystem ineffizient sein könnte, und dass ein Zusammenschluss mit benachbarten Kommunen sinnvoll wäre, wodurch ein bislang blinder Fleck bei der Betrachtung ins Sichtfeld rückte.*



# 5. Fazit

---

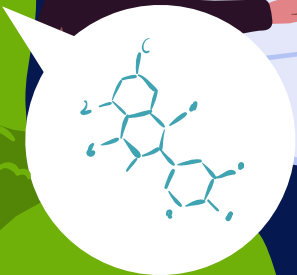
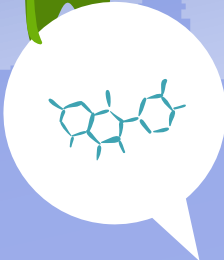
Im Rahmen dieses White Papers wurden theoretische Bausteine sowie praktische Orientierungshilfen vorgestellt, um die Herausforderungen der Zwillingstransformation von Digitalisierung und Nachhaltigkeit besser verstehen und bewältigen zu können. Dabei haben wir die Perspektive des öffentlichen Sektors ins Zentrum unserer Betrachtungen gestellt. Nachhaltigkeitsziele und -kriterien können auch hier die Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben strukturieren und unterstützen.

Der Ansatz der wertebasierten Digitalisierung für nachhaltige Entwicklung lässt sich im öffentlichen Sektor vielfältig anwenden, so z.B. bei der Digitalisierung der Zusammenarbeit und von Verwaltungsprozessen, bei der Planung des Betriebes von Rechen- und Datenzentren sowie von (Lern-)Plattformen für Bürger:innen, bei der Entwicklung von innovativen Mobilitäts-, Teilhabe- und Sharingkonzepten, für die Erhebung von (Umwelt-)daten und ihre Veröffentlichung.

Der Nachhaltigkeits-Canvas kann in diesem Kontext als Werkzeug für die Gestaltung von nachhaltigen Digitalisierungsprojekten verstanden werden. Seine Anwendung ist nicht nur sinnvoll zur partizipativen Analyse und Selbstbewertung von Digitalisierungsvorhaben, sondern auch, um einen Überblick über Konzepte, Kriterien und Werkzeuge zu behalten, die aus der Perspektive des öffentlichen Sektors für solche Vorhaben relevant sind. Dieses Werkzeug soll dazu beitragen, den öffentlichen Sektor als Akteur im Bereich der Nachhaltigkeit zu stärken, zum Beispiel in seiner Handlungsfähigkeit.

Die Akteur:innenlandschaft in diesem Bereich ist sehr heterogen, mit teilweise unterschiedlichen Startpunkten für Vorhaben. Zivilgesellschaftliche Organisationen fördern oft lokal das Bürger:innenengagement, während Unternehmen unter anderem die Umstrukturierung von etablierten Geschäftsprozessen im Blick haben. Die öffentliche Hand jedoch hat das Potenzial, sowohl die Werteorientierung aufzugreifen als auch große Anwendungsbereiche abzudecken.

Die klare Gemeinwohlorientierung, die potenziell breiten Gestaltungsspielräume und die besondere Rolle als Mittlerin prädestinieren die öffentliche Hand zu einer Vorreiterinnenrolle bei der Umsetzung von Vorhaben der Zwillingstransformation. Sie kann dabei durch ein werteeorientiertes Narrativ der Nachhaltigkeit gesellschaftliche Diskurse fördern und ökonomische Anreize für Nachhaltigkeit setzen – und so als »Trendsetterin« die Nachhaltigkeitstransformation in der Digitalisierung effektiv fördern und beschleunigen.



# 6. Handlungsempfehlungen

---

## **Bei der Nachhaltigkeitsbewertung eine ganzheitliche Perspektive einnehmen.**

Ausschlaggebend für eine umfassende Einschätzung von Digitalisierungsprojekten ist das Einbeziehen der drei Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Soziales und Ökonomie. Erst wenn das gesamte Spektrum an Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt wird, können die für die öffentliche Hand relevanten Auswirkungen einer digitalen Technologie erfasst werden.

## **Standards und Zertifizierungen fördern und einsetzen.**

Standards und Zertifizierungen bündeln Bewertungskriterien für digitale Technologien und schaffen vergleichsweise einfache Möglichkeiten, um deren Nachhaltigkeit nach aktuellen Maßstäben zu prüfen. Sie legen damit die Grundlage für eine gute Steuerung der Nachhaltigkeitstransformation und die Sicherstellung der Effektivität der soziotechnischen Maßnahmen und bieten Orientierung bei der Ausgestaltung. Gleichzeitig erzielen sie eine hohe Signalwirkung nach außen.

## **Eine gleichberechtigte Partizipation aller relevanter Akteur:innen ermöglichen.**

Auf dem Weg zum Ziel wird es aufgrund knapper Ressourcen immer Priorisierungen geben müssen. Damit alle gesellschaftlichen Gruppen gleiche Chancen auf Beteiligung an Aushandlung und Abstimmungen hierfür haben, braucht es geeignete Verfahren. Für eine bessere gesellschaftliche Teilhabe bei der Aushandlung und Priorisierung der leitenden Werte muss allen Beteiligten eine Stimme gegeben werden. Insbesondere die Zivilgesellschaft sollte noch stärker in die Entscheidungsprozesse eingebunden werden.

## **Angepasste Bewertungs- bzw. Evaluationsmodelle für die öffentliche Hand entwickeln.**

Bestehende Methoden zur Bewertung und Evaluation von nachhaltigkeitsbezogenen Digitalisierungsprojekten orientieren sich oft an der Privatwirtschaft. Die spezifischen Bedarfe des öffentlichen Sektors haben jedoch andere Anforderungen bzw. Schwerpunkte, so zum Beispiel eine stärkere Orientierung an langfristigen gesellschaftlichen Folgen. Eine angepasste Methodenentwicklung kann dazu beitragen, dass beispielsweise auch einzelne Verwaltungseinheiten vielschichtige Erfolgskriterien von der Strategie- bis zur Umsetzungs- und Wirkungsebene maßnahmenspezifisch bestimmen können.

## **Neue Kompetenzen und Strukturen bei der Zusammenarbeit aufbauen.**

Um die Zwillingsstransformation zu meistern, sind interdisziplinäre Kompetenz und fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit nötig. Dafür sind Maßnahmen wie die Schulung von Mitarbeitenden zum Aufbau von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitskompetenzen und das Einsetzen von Mittler:innen an den Schnittstellen zwischen Fachbereichen sinnvoll, die sich um Fragen der Kommunikation und Steuerung kümmern sowie Fachkompetenzen aufweisen.

## **Nachhaltigkeit bei Vergabeprozessen von Anfang an mitdenken.**

Die öffentliche Hand hat durch ihre Beschaffungsprozesse maßgeblichen Einfluss auf die Bereitsteller von digitalen Technologien. Der Bereich Nachhaltigkeit sollte in solchen Vergabeprozessen am besten von Anfang an mitgedacht werden und auch möglichst ganz konkret an nachhaltigkeitsbezogenen Bewertungskriterien und Zertifizierungen orientiert sein. Dies schafft Nachvollziehbarkeit und ökonomische Anreize hin zu einer nachhaltigeren IKT-Landschaft.

# 7. Kernbegriffe

---

**Digitale Technologie:** Eine Technologie, welche zu den zwei Kernelementen der Digitalisierung Hardware oder Software & Algorithmen gehört.

**Digitale Transformation:** Übergreifende Veränderungsdynamik von Informations- und Kommunikationsstrukturen in sozio-kulturellen wie ökonomischen Kontexten, ausgelöst durch technische Innovation und Prozessverlagerungen ins Digitale.

**Digitalisierung als Werkzeug:** Hier: Digitalisierung, welche explizit in den Dienst von Nachhaltigkeitszielen wie den Sustainable Development Goals (SDGs) gestellt wird.

**Kernelemente der Digitalisierung:** Bereiche der Digitalisierung, welche für die Anwendbarkeit von Kriterien des Kriterienkatalogs genutzt werden: Hardware, Software & Algorithmen und Daten.

**Kriterienkatalog:** Katalog von Nachhaltigkeitskriterien zur qualitativen Einschätzung der Nachhaltigkeit von bestimmten digitalen Technologien im Sinne der nachhaltigen Digitalisierung.

**Nachhaltige Digitalisierung:** Digitalisierung, welche »in sich selbst« nachhaltig gestaltet wird, beispielsweise nach Nachhaltigkeitskriterien aus den Bereichen Ökologie, Soziales und Ökonomie.

**Nachhaltige Entwicklung:** Gesellschaftlicher und ökonomischer Fortschritt im Rahmen der ökologischen Grenzen. Besonders im Fokus stehen dabei die Bedürfnisse zukünftiger Generationen.

**Nachhaltigkeits-Canvas:** Werkzeug zur Bewertung eines nachhaltigkeitsbezogenen Digitalisierungsvorhabens, insbesondere durch Akteur:innen aus dem öffentlichen Sektor.

**Nachhaltigkeitsdimensionen:** Die drei Nachhaltigkeitsdimensionen innerhalb der Sustainable Development Goals (SDGs): Ökologie, Soziales und Ökonomie.

**Nachhaltigkeitstransformation:** Übergreifende Veränderungsdynamik von gesamtgesellschaftlichen Prozessen in allen drei Nachhaltigkeitsdimensionen.

**Zwillingstransformation:** Die gleichzeitige Umsetzung von Digitaler Transformation und Nachhaltigkeitstransformation, welche besondere Synergien und Zielkonflikte generiert und interdisziplinäre Lösungsansätze erfordert.





# 8. Literaturverzeichnis

---

- Berkhout, F., & Hertin, J. (2004). De-materialising and re-materialising: Digital technologies and the environment. *Futures*, 36(8), 903–920. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.01.003>
- Bertelsmann Stiftung, Deutscher Städtetag, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Deutscher Landkreistag, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Deutsches Institut für Urbanistik, & Engagement Global. (2018). *SDG-Indikatoren für Kommunen*. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/sdg-indikatoren-fuer-kommunen>
- Blauer Engel. (2023). *Rechenzentren* (DE-UZ 228). Blauer Engel. <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/rechenzentren>
- Bonnici, T. (2023, Februar 23). Kiel becomes Germany's first Zero Waste Certified City. *Zero Waste Cities*. <https://zerowastecities.eu/kiel-becomes-germanys-first-zero-waste-certified-city/>
- Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on environment and development: »our common future«*.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2023). *Ökodesign-Richtlinie*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/konsum-und-produkte/oekodesign-richtlinie>
- Datenplattform – KielRegion – Digitale Mobilität*. (2023). <https://mobility.kielregion.de/datenplattform/>
- Die Bundesregierung. (2021). *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2021*. 391.
- Digitalization for Sustainability (D4S). (2022). *Digital Reset. Redirecting Technologies for the Deep Sustainability Transformation*. <https://depositonce.tu-berlin.de/items/7ec6e179-6ef9-40b8-9d6c-c1419fea21e7>
- Döring, R., & Ott, K. (2001). Nachhaltigkeitskonzepte. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik*, 2(3), 315–339. <https://doi.org/10.5771/1439-880X-2001-3-315>
- Google. (2023). *Get started with Accessibility Scanner – Android Accessibility Help*. <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6376570?hl=en>
- Gröger, J., Köhler, A., & Naumann, S. (2018). *Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik*. 155.
- Kalbach, J. (2012, Mai 25). The Project Canvas – Defining Your Project Visually. *UX TO GO*. <https://uxtogo.wordpress.com/2012/05/25/the-project-canvas-defining-your-project-visually/>
- Kooperationsgruppe Green-IT des IT-Planungsrates. (2022). *Green-IT-Strategie des IT-Planungsrates*. [https://www.it-planungsrat.de/fileadmin/beschluesse/2022/Beschluss2022-18\\_Green\\_IT\\_Strategie.pdf](https://www.it-planungsrat.de/fileadmin/beschluesse/2022/Beschluss2022-18_Green_IT_Strategie.pdf)
- Kostoska, O., & Kocarev, L. (2019). A Novel ICT Framework for Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 11(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/su11071961>
- Kroll, H., Berghäuser, H., Blind, K., Neuhäusler, P., Scheifele, F., Thielmann, A., & Wydra, S. (2022). *Schlüsseltechnologien*.
- Landeshauptstadt Kiel (2017): *»Masterplan 100% Klimaschutz für die Landeshauptstadt Kiel«*. [https://www.kiel.de/de/umwelt-verkehr/klimaschutz/\\_dokumente\\_masterplan/Endbericht\\_Masterplan\\_100\\_Prozent\\_Klimaschutz\\_Kiel.pdf](https://www.kiel.de/de/umwelt-verkehr/klimaschutz/_dokumente_masterplan/Endbericht_Masterplan_100_Prozent_Klimaschutz_Kiel.pdf)
- Landeshauptstadt Kiel. (2018). *Green City Plan für die Landeshauptstadt Kiel zur Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität*. [https://www.kiel.de/de/umwelt-verkehr/verkehrswege/verkehrsentwicklung/180822\\_Endbericht\\_Green\\_City\\_Plan\\_Kiel\\_mit\\_Anlagen\\_TitelKielLayout.pdf](https://www.kiel.de/de/umwelt-verkehr/verkehrswege/verkehrsentwicklung/180822_Endbericht_Green_City_Plan_Kiel_mit_Anlagen_TitelKielLayout.pdf)

- Landeshauptstadt Kiel. (2019): »Digitale Strategie der Landeshauptstadt Kiel«. [https://www.kiel.de/de/kiel\\_zukunft/digitalisierung/\\_dokumente\\_digitale\\_strategie/digitale\\_strategie\\_der\\_landeshauptstadt\\_kiel.pdf](https://www.kiel.de/de/kiel_zukunft/digitalisierung/_dokumente_digitale_strategie/digitale_strategie_der_landeshauptstadt_kiel.pdf).
- Landeshauptstadt Kiel. (2022): »Für Kiel und die Welt. Global denken. Lokal durchstarten. Was genau heißt »nachhaltig« für Kiel?«. [https://www.kiel.de/de/kiel\\_zukunft/nachhaltigkeitsziele/index.php#projektfoerderung](https://www.kiel.de/de/kiel_zukunft/nachhaltigkeitsziele/index.php#projektfoerderung).
- Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760>
- Menton, M., Larrea, C., Latorre, S., Martinez-Alier, J., Peck, M., Temper, L., & Walter, M. (2020). Environmental justice and the SDGs: From synergies to gaps and contradictions. *Sustainability Science*, 15(6), 1621 – 1636. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00789-8>
- Modi, Y., Teli, R., Mehta, A., Shah, K., & Shah, M. (2021). A comprehensive review on intelligent traffic management using machine learning algorithms. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(1), 128. <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00718-3>
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M., & Scapolo, F. (2022, Juni 27). *Towards a green & digital future*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/977331>
- Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung. (2010). *Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit der Bundesregierung*. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/423420/b846cd5a2785225fb8ec222aac55d12c/2010-12-06-massnahmenprogramm-nachhaltigkeit-der-bundesregierung-data.pdf?download=1>
- Stockholm Resilience Centre. (2017). *Stockholm Resilience Centre's (SRC) contribution to the 2016 Swedish 2030 Agenda HLPF report*. <https://www.stockholmresilience.org/download/18.2561f5bf15a1a341a523695/1488272270868/SRCs%202016%20Swedish%202030%20Agenda%20HLPF%20report%20Final.pdf>
- United Nations. (2015). *Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- United States Environmental Protection Agency, O. (2014, November 20). *Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT)* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/greenerproducts/electronic-product-environmental-assessment-tool-epeat>
- United States Environmental Protection Agency, O. (2021, November 29). *Energy Star* [Other Policies and Guidance]. <https://www.epa.gov/vcs/energy-star>
- Yu, D., & He, Z. (2022). Digital twin-driven intelligence disaster prevention and mitigation for infrastructure: Advances, challenges, and opportunities. *Natural Hazards*, 112(1), 1 – 36. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05190-x>



## Kontakt

---

Dorian Grosch  
Kompetenzzentrum Öffentliche IT (ÖFIT)  
Tel.: +49 30 3463-7173  
Fax: +49 30 3463-99-7173  
info@oeffentliche-it.de

Fraunhofer-Institut für  
Offene Kommunikationssysteme FOKUS  
Kaiserin-Augusta-Allee 31  
10589 Berlin

[www.fokus.fraunhofer.de](http://www.fokus.fraunhofer.de)  
[www.oeffentliche-it.de](http://www.oeffentliche-it.de)  
Twitter: @OeffentlicheIT

ISBN: 978-3-948582-19-7

