

# UMWELTFORSCHUNG UND -GOVERNANCE IM DIGITALEN ZEITALTER

Ergebnisse eines Horizon Scanning für das  
Umweltressort in einer Gesellschaft von morgen



# Impressum

## Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Fachgebiet I 1.1  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
bürgerservice@uba.de  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

## Autorinnen und Autoren:

Lorenz Erdmann, Simone Kimpeler, Ralph Gutknecht,  
Kerstin Cuhls, Jan Rörden  
unter Mitarbeit von  
Florian Roth und Elna Schirrmeister  
Fraunhofer ISI, Karlsruhe

## Redaktion:

Sylvia Veenhoff, Fachgebiet I 1.1

## Satz und Layout:

Renata Sas

## Publikationen als pdf:

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

## Bildquellen:

Titel, S. 8, S. 20, S. 23, S. 25, S. 27, S. 38, S. 46, S. 49, S. 53,  
S. 69, S. 87, S. 102, S. 122: Freepik; S. 10: ESA/NASA,  
S. 28: NASA/JPL-Caltech; Shutterstock/Panumas Yanut-  
hai; S. 33: ESA; S. 34: DLR/C-BY 3.0; S. 35: Shutterstock/  
MikeDotta; S. 37: Shutterstock/Stock-Asso; S. 41, S. 65,  
S. 82, S. 94: Shutterstock/Gorodenkoff; S. 43: Shutterstock/  
PaO\_STUDIO; S. 51: Shutterstock/Ground Picture; S. 55:  
Shutterstock/Chinnapong; S. 56, S. 89: Shutterstock/meta-  
morworks; S. 59: Shutterstock/PowerUp; S. 61: Shutter-  
stock/Marko Aliaksandr; S. 63: Shutterstock/T. Schneider;  
S. 67: Shutterstock/FAMILY STOCK; S. 71: Shutterstock/  
Alexander Supertramp; S. 72: Shutterstock/Andrey\_Popov;  
S. 74: Shutterstock/Jirsak; S. 76: Shutterstock/Rabanser;  
S. 79: Shutterstock/ilikeyellow; S. 80: Shutterstock/XXLPho-  
to; S. 85: Shutterstock/Arnold O. A. Pinto; S. 91: Shutter-  
stock/VideoFlow; S. 94: Shutterstock/Arsenii Palivoda; S.  
96: Shutterstock/Jacob Lund; S. 99: Shutterstock/immodi-  
um; S. 100: Shutterstock/sruilk

Stand: Juli 2023

ISSN 2363-832X



# **UMWELTFORSCHUNG UND -GOVERNANCE IM DIGITALEN ZEITALTER**

**Ergebnisse eines Horizon Scanning für das  
Umweltressort in einer Gesellschaft von morgen**



# Inhalt

<b>Kurzbeschreibung</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter .....	11
1.2 Horizon Scanning .....	13
1.3 Der Scanreport .....	18
<b>2 Zukunftsthemen</b> .....	<b>21</b>
2.1 Das Digitalisierungsparadigma – Digitalisierung als die treibende Kraft der spätmodernen Gesellschaft .....	23
2.2 Digitale Erdtechnologien – die Vermessung und Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän .....	28
2.3 Digitale Durchdringung der Lebenswelt – Wandel von Autonomie und Kontrolle im Alltag .....	34
2.4 Das Internet der nächsten Generation – „Metaversum“, „Web 3.0“ oder „Splinternet“? .....	41
2.5 Digitale Staatskunst – Revitalisierung der Demokratie und Katalysator für eine sozial-ökologische Transformation? .....	51
2.6 Automatisierte Verwaltungsprozesse .....	59
2.7 Legal Tech – digitale Technologien für die Streitschlichtung und Rechtsprechung .....	71
2.8 Digitales Geld – Neue digitale Währungen und Vermögensformen ...	76
2.9 Digitale Gemeingüter – Neue Kulturen und Grenzziehungen .....	82
2.10 Digitale Evidenz – Sind Daten, Algorithmen und digitale Tools Treiber eines neuen Forschungs- und Politikstils? .....	89
<b>3 Synthese und Ausblick</b> .....	<b>103</b>
3.1 Übergreifende Emerging Issues einer Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter .....	104
3.2 Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter durch die Linse des Drei-Horizonte-Modells .....	109
3.3 Auf dem Weg zu einem veränderten Umgang mit Digitalthemen in der Umweltforschung und -governance .....	114
<b>4 Quellenverzeichnis</b> .....	<b>118</b>
<b>5 Anhang</b> .....	<b>123</b>
A Ausführlichere Beschreibung der Horizon Scanning Methodik .....	123
B Ergänzende Darstellung aufkommender Entwicklungen und Themen .....	126
C Mitwirkende im Scanning Prozess .....	128



## Abbildungen

Abbildung 01	
<b>Die vier Untersuchungsdimensionen des Horizon Scanning</b>	<b>14</b>
Abbildung 02	
<b>Die 20 Scafelder für das Horizon Scanning</b>	<b>15</b>
Abbildung 03	
<b>69 Signale aus dem Horizon Scanning</b>	<b>17</b>
Abbildung 04	
<b>Der Horizon Scanning Prozess</b>	<b>18</b>
Abbildung 05	
<b>Zukunftsthemen und übergreifende Emerging Issues</b>	<b>104</b>
Abbildung 06	
<b>Umweltforschung im digitalen Zeitalter – schematisch dargestellt im Drei-Horizonte-Modell</b>	<b>109</b>
Abbildung 07	
<b>Umweltgovernance im digitalen Zeitalter – schematisch dargestellt im Drei-Horizonte-Modell</b>	<b>112</b>
Abbildung 08	
<b>Drei Zugänge zur systematischen Erschließung von Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter</b>	<b>116</b>
Abbildung 09	
<b>Beispiel für die Einschätzung der Relevanz digitaler Zukunftsthemen für eine fiktive Aktivität des Umweltressorts</b>	<b>117</b>
Abbildung A1	
<b>Auswahl vom Competence Center Foresight des Fraunhofer ISI untersuchter Biases</b>	<b>125</b>
Abbildung A2	
<b>Zugänge zu Quellen für das Horizon Scanning im Projekt „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“</b>	<b>125</b>

## Tabellen

Tabelle B1	
<b>Überblick über die Signale für Veränderungen</b>	<b>126</b>
Tabelle C1	
<b>Interviewte zur Ausrichtung des Scans</b>	<b>128</b>
Tabelle C2	
<b>Teilnehmende am Clusterungsworkshop (29. September 2021)</b>	<b>129</b>
Tabelle C3	
<b>Teilnehmende am Zukunftsworkshop (13. Januar 2022)</b>	<b>130</b>



# Kurzbeschreibung

## Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter

Im Vorhaben „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ wurde ein Horizon Scanning durchgeführt, um neu aufkommende digitale Veränderungen mit Relevanz für die künftige Umweltforschung und -governance zu erkennen und zu bewerten.

Der Scanreport beschreibt zehn digitale Zukunftsthemen, von digitalen Erdtechnologien über digitales Geld bis hin zu digitaler Staatskunst, benennt die damit verbundenen Herausforderungen und analysiert ihre mögliche Bedeutung für die Umweltforschung und -governance. Zusätzlich werden acht übergreifende Emerging Issues, also neu aufkommende Probleme und Handlungsfelder, dargestellt: digital erzeugtes Wissen, digitale Kompetenz, Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen, Veränderungen von Beziehungen zwischen Menschen/Akteuren, Governance von Digitalisierung, Governance durch Digitalisierung, Reichweite der Digitalisierung und die doppelte Transformation.

Für die Umweltforschung im digitalen Zeitalter gilt es, in den kommenden Jahren automatisierte Verfahren zur Erschließung digitaler Inhalte in den Blick zu nehmen, menschliche und maschinelle Biases in digitaler Umweltforschung zu reflektieren und neue digitale Zugänge und Ansätze zum Verstehen und Beeinflussen der Welt mit vorausschauender Berücksichtigung ihrer Nebenfolgen zu verfolgen. Die Umweltforschungsgovernance vermag zukünftig agilere, passfähigere Förderungsinstrumente einsetzen („hin zum Veränderungsbedarf und den vorhandenen Kompetenzen“).

Für die Umweltgovernance im digitalen Zeitalter gilt es zuvorderst, die Reichweite und Grenzen der Digitalisierung aus ihrer Sicht zu ergründen, zu bewerten und in politische Prozesse am Leitbild des digitalen Humanismus orientiert einzubringen. Das Umweltressort hat eigene Gestaltungsspielräume zur gezielt digital unterstützten Meinungs- und Willensbildung, für das Engagement und die Mitwirkung in der Umweltgovernance und kann diese digitalen Formate mit etablierten Formaten kombinieren. Die Umweltverwaltungen können Akteuren zukünftig systematischer umweltrelevante Daten und Algorithmen differenziert für private, privatwirtschaftliche und gemeinwohlorientierte Zwecke zur Verfügung stellen.

Dieser Horizon Scanning Bericht ist die erste Monographie zu neu aufkommenden Themen der Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter. Mit der Systematisierung der Zukunftsthemen und Emerging Issues bietet er das Rüstzeug, neuartige Digitalisierungsthemen im Umweltressort strukturiert und wirksam in der operativen und strategischen Arbeit aufzugreifen. Gleichzeitig verdeutlicht der Bericht den Bedarf nach einer dauerhaften Verfolgung und produktiven Aufnahme von immer wieder neu aufkommenden Digitalisierungsthemen, die in Horizon Scanning Prozessen erkannt, erfasst und eingeschätzt werden können.

# 1

## Einleitung



# 1 Einleitung

Im Vorhaben „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ wurde ein Horizon Scanning durchgeführt, um die sich am Horizont abzeichnenden neu aufkommenden digitalen Veränderungen mit Relevanz für die Umweltforschung und -governance zu erkennen und für das Umweltressort zu übergeordneten Zukunftsthemen zu verdichten.

Folgende Fragen leiteten den Horizon Scanning Prozess und die Ableitung von Handlungsoptionen:

- ▶ Welche neuen konkreten digitalen Entwicklungen verursachen Veränderungen in der Art und Weise wie Umweltforschung und -governance praktiziert werden?
- ▶ Welche neuen digitalen Zukunftsthemen kann und sollte das Umweltressort auf seine Agenda setzen und welche Bedeutung haben diese für die Umweltforschung und -governance?
- ▶ Wie kann das Umweltressort digitale Zukunftsthemen praktisch für die Gestaltung der Umweltforschung und -governance heranziehen?

In diesem Kapitel erfahren Sie, warum Umweltforschung und -governance sich im digitalen Zeitalter verändert und potenziell weiter stark verändern wird. In diesem Zusammenhang wird im vorliegenden Kapitel auch das Vorgehen des Horizon Scannings erläutert und der Aufbau des Berichts zu den Ergebnissen des Horizon Scannings vorgestellt.

## 1.1 Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter

Die Digitalisierung unserer Lebenswelt schreitet scheinbar ungebremst voran. Das Smartphone ist unser ständiger Begleiter im Alltag geworden und ein wachsender Teil unserer Kommunikation im Privatleben, in der Öffentlichkeit und in der Arbeitswelt erfolgt digital vermittelt. Wenn wir etwas wissen wollen, führen wir Dialoge mit Chatbots – so als ob sie allwissende Menschen wären. Termine bei Behörden vereinbaren wir über das Internet, wir arbeiten von zu Hause aus am Computer und bewegen uns in digitalen sozialen Medien wie Instagram oder TikTok. Wir sind überrascht, wie gut die Werbung am Bildschirm und in unseren digitalen Postfächern unsere

Konsumvorlieben anspricht. Das uns so vertraute Facebook soll sich zum Metaversum entwickeln, in dem wir arbeiten, spielen, konsumieren oder schlicht: leben.

Legen wir das Smartphone beiseite oder fahren das Laptop herunter, sind wir weiterhin von digitaler Technik umgeben. Digitale Haustechnik mit einem Netz aus Sensoren und Aktoren sorgt dafür, dass wir es zu Hause behaglich haben. Würden wir unser Auto zerlegen, so entdeckten wir unzählige digital vernetzte Bauteile, wie Displays, Schrittmotoren und Motorelektronik. Auch jenseits des Alltags durchdringt die digitale Technik nahezu jeden Bereich des modernen Lebens, sei es die Produktion unserer Konsumgüter, die Erforschung der Umwelt oder die Arbeit in den Verwaltungen.

Allgegenwärtig, oft unsichtbar und von mächtigen Unternehmen wie Google (USA), Alibaba (China) und SAP (Deutschland) und Regierungen weltweit vorangetrieben, ist die Digitalisierung ein Megatrend. Die Vorteile der Digitalisierung für Individuen und Organisationen und die Chancen der Digitalisierung für Wachstum und Wohlstand dominieren die mediale Darstellung der Digitalisierung. Risiken der Digitalisierung sind nur gelegentlich Gegenstand von öffentlichen Debatten, darunter die Macht digitaler Technologieunternehmen, digitale Überwachungssysteme mit Gesichtserkennung oder Sicherheitslücken im Umgang mit Daten. Dennoch wird die Digitalisierung an und für sich in der breiten Öffentlichkeit nicht in Frage gestellt. Digitalisierung wird damit zur nicht-hinterfragten äußeren Randbedingung, die es für ein gelingendes Handeln in der spätmodernen Welt, dem angebrochenen „digitalen Zeitalter“, zu verstehen, zu gestalten und zu nutzen gilt.

Die Digitalisierung ist ein wesentlicher Motor des technisch-sozialen Wandels in der jüngeren Moderne (Bundesregierung 2018). Unternehmen, zivilgesellschaftliche Akteure, Forschungseinrichtungen und Regierungen suchen nach Wegen, die Digitalisierung für ihre verschiedenen Ziele und Zwecke zu nutzen. Hierdurch öffnet sich ein Gelegenheitsfenster, Machtpositionen neu abzustecken und Einfluss auf Regulierungen zu nehmen (Erdmann et al. 2022). Dies betrifft auch das Verhältnis von Digitalisierung und Umweltschutz.

In seinem Gutachten *Unsere gemeinsame digitale Zukunft* sieht der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) die Digitalisierung als einen „Brandbeschleuniger bestehender nicht-nachhaltiger Trends“, von ihrem Potenzial her aber als einen Hebel und Unterstützer für die große Transformation (Messner et al. 2019). Die digitalen Interaktionsmöglichkeiten fördern neue institutionelle Arrangements von staatlichen, privatwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Einrichtungen zur Unterstützung einer großen Transformation. Aktuelle Studien skizzieren Wege, wie sich die Digitale Transformation und die Grüne Transformation wechselseitig verstärken könnten (Münch et al. 2022; Gotsch et al. 2020).

Diese doppelte digitale und grüne Transformation (Twin Transition) erfordert eine neue Vermessung und Abstimmung des handlungspolitischen Rahmens. Das Umweltressort hat sich deshalb mit der „Umweltpolitischen Digitalagenda“ einen solchen programmatischen Handlungsrahmen gegeben.<sup>1</sup> Ziel der Agenda ist es, die Digitalisierung umweltfreundlich zu gestalten. Die Möglichkeiten, Grenzen und Gestaltungsspielräume der Digitalisierung für den Umweltschutz werden dabei zum konkreten Gegenstand von Forschung und Innovation, wie dies beispielsweise in der Förderinitiative KI-Leuchttürme des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) zum Ausdruck kommt.<sup>2</sup> Die Digitalisierung wirft Fragen nach ihren Umwelteffekten mit ihren Chancen und Risiken auf, jedoch erfasst sie auch zwei weitere wesentliche Handlungsfelder, die das Umweltressort selbst betreffen: Die Umweltforschung und die Umweltgovernance.

Umweltforschung und -governance sind zentrale Handlungsfelder für eine nachhaltige Entwicklung. Die Forschung – die systematische, transparente und überprüfbare Gewinnung neuer Erkenntnisse – und die Governance – die staatliche und nicht staatliche Regelsetzung – verändern sich durch Digitalisierung. Hierbei geht es nicht nur um die unmittelbaren Umwelteffekte einer sich digitalisierenden Umweltforschung und -governance, wie zum Beispiel die Umwelteffekte die bei der Produktion und beim Betrieb der Hardware entstehen, sondern auch um die Art

und Weise, wie Forschung und Governance in einer Gesellschaft praktiziert werden, die sich selbst durch Digitalisierung verändert.

Langfristige alternative Entwicklungsmöglichkeiten werden mit Szenarien antizipiert. Szenarien zur Zukunft von Forschung und Governance behandeln die Digitalisierung entweder als integralen Bestandteil zukünftiger Entwicklungen<sup>3</sup> oder erkunden explizit verschiedene digitale Zukünfte<sup>4</sup>. Doch welche konkreten Anzeichen gibt es heute schon dafür, dass sich Umweltforschung und -governance durch Digitalisierung verändern, verändern müssen oder wo Veränderungspotenziale liegen?

Die Forschung macht die digitalisierte Gesellschaft selbst zum Untersuchungsgegenstand, wobei die inter- und transdisziplinäre Forschung zunehmend nach den Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen fragt und diese als Ausgangspunkt für transformative Forschung nimmt. In Forschungsprogrammen werden nahezu unabhängig von der Forschungsdisziplin, einschließlich Umweltforschung, digitale Akzente gesetzt und „intelligente“ Systeme als Schlüssel für Nachhaltigkeitstransformationen gefördert. Zu den aktuellen Forschungstrends gehören digitales Tooling in anwendungsorientierter (Umwelt-)Forschung (z. B. CO<sub>2</sub>-Rechner, interaktive Graphiken), Big Data und Supercomputing zur Entschlüsselung des Lebens und zur Simulation des Klimas und digitale Wissensökosysteme jenseits etablierter Fachjournale. Digitalisierungsinitiativen z. B. zu Künstlicher Intelligenz oder Quantencomputing werden ressortübergreifend entwickelt und als Zukunftsthemen von Regierungen gesetzt. Auch die Governance selbst verändert sich durch Digitalisierung, indem beispielsweise Behörden digital kooperieren, Personen mit einer digitalen Identität versehen werden und mit digitalen Governance-Formen experimentiert wird.

Forschungsprogramme und -projekte werden mit Hilfe digitaler Technik anders angelegt, durchgeführt und verwertet als ohne digitale Technik. z. B. wird die Feststellung des Standes der Forschung zu einem Umweltthema durch Text Mining, also dem Schürfen von Informationen aus großen digitalen Textbeständen,

1 Digitalagenda | BMUV

2 Unsere Förderinitiative „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“ | BMUV

3 vgl. für Forschung: u. a. Erdmann und Schirmmeister (2016) und für Governance: u. a. Rosa et al. (2021)

4 vgl. für Forschung: u. a. Hessels et al. (2021) und für Governance: u. a. Opiela et al. (2019)

bereichert. In das Agenda-Setting von Umweltforschungsprogrammen fließen über digitale Konsultationsformate breitere und diversere Vorstellungen ein, als dies es ohne digitale Plattformen möglich wäre.

Auch die Umweltgovernance macht von den wachsenden Möglichkeiten der digitalen Technik Gebrauch, so z. B. zur Kontrolle der Einhaltung von Vorschriften des umweltrechtlichen Instrumentariums. Das Umweltressort hat einige digitale Entwicklungsmöglichkeiten bereits aufgegriffen, darunter in einem Forschungsvorhaben „Erprobung und Implementierung von Machine Learning Methoden in Fachverfahren des UBA“ und „E-Government weiterdenken – Strategie und Erprobung für das zukünftige Verwaltungshandeln in der Umweltpolitik nach dem Jahr 2023, einschließlich Prozessgestaltung für die mittelfristige Organisationsentwicklung des Umweltbundesamtes (UBA digitalis)“.

Die Umweltforschung und -governance verändern sich also im digitalen Zeitalter und könnten sich als Schlüssel für die große Transformation erweisen. Hier knüpft das Vorhaben „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter an.

## 1.2 Horizon Scanning

Im Vorhaben „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ wurde ein Horizon Scanning durchgeführt, um die sich am Horizont abzeichnenden neu aufkommenden Veränderungen mit Relevanz auf die Umweltforschung und -governance zu erkennen und für das Umweltressort zu übergeordneten Zukunftsthemen zu verdichten. Im Horizon Scanning werden strategisch wichtige Themen identifiziert und mögliche Vertiefungen angestoßen. Mit diesem Bericht zu den Ergebnissen des Horizon Scannings liegt die erste Monographie zu Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter vor.

Kennzeichnend für das Horizon Scanning sind die systematische Suche und Aufbereitung von Signalen für Ereignisse, Entwicklungen und Themenkomplexe. Solche Signale können schwach oder stark, verdeckt oder bekannt sein. Das Hauptinteresse im Horizon Scanning liegt auf der frühzeitigen Identifizierung schwacher Signale (z. B. Aufkommen neuer Eigentumsformen) und der Offenlegung verdeckter Signale

(z. B. eine bislang nicht bekannte gesellschaftliche Kluft). Mehrere solcher Signale für Trends,<sup>5</sup> Ereignisse und Herausforderungen werden im Horizon Scanning zu Zukunftsthemen mit möglichen Auswirkungen, Chancen und Risiken gebündelt.

Im Vorhaben „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ wird mit Hilfe eines Horizon Scanning nach Veränderungen durch Digitalisierung gesucht (vgl. die ausführlichere Beschreibung der Methodik in Anhang A).

Dabei waren zwei Leitfragen von besonderem Interesse:

1. Welche gerade aufkommenden digitalen Entwicklungen und Trends gibt es in der (Umwelt-) Forschung und (Umwelt-)Governance?
2. Wie verändert sich das Umfeld des Umweltressorts durch Digitalisierung und welche Rückwirkungen könnte das in Zukunft auf Umweltforschung und -governance haben?

Es handelt sich um ein themenspezifisches Horizon Scanning Verfahren, das Entwicklungen nur in diesem Kontext identifizieren, analysieren und bewerten soll, anders als beim themenoffenen Horizon Scanning des Umweltressorts (Jetzke et al. 2021), in denen nach neuen Entwicklungen und Themen gescannt wird, die ganz allgemein aus Umweltsicht relevant sein könnten. Dennoch überschreitet die strukturierte Suche nach Signalen für Veränderungen von Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter den Umweltbereich im engeren Sinne.

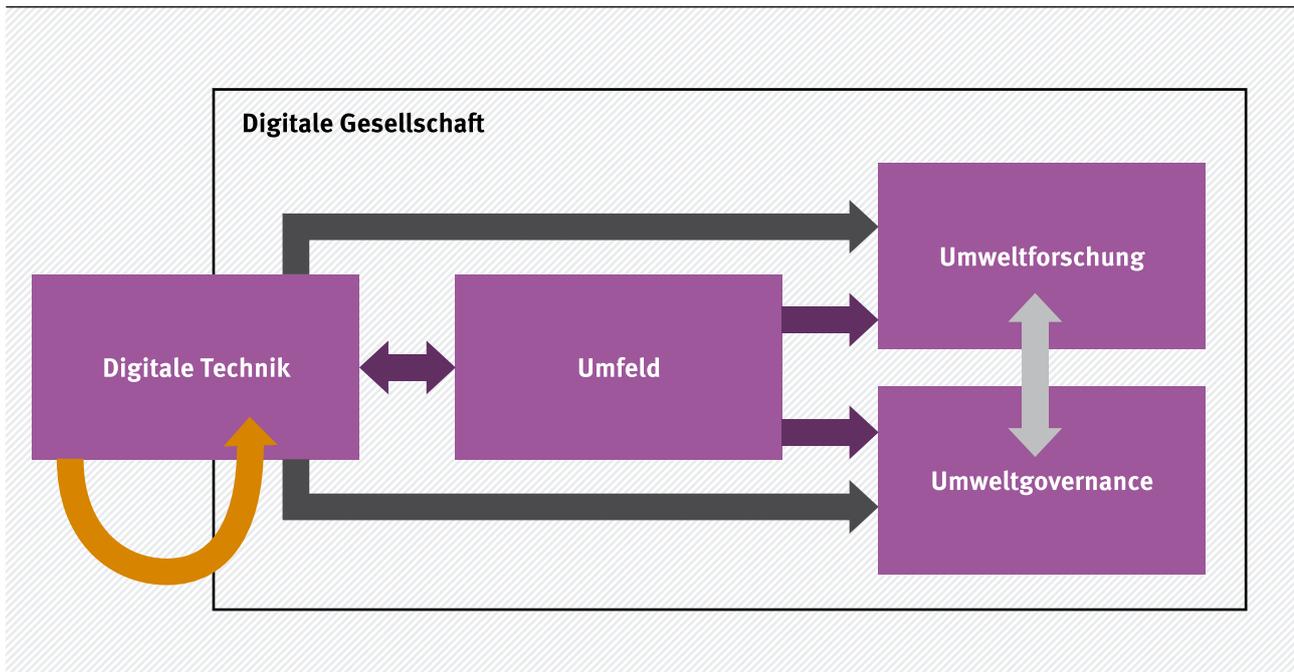
Die Suche nach Signalen wurde anhand von übergeordneten Untersuchungsdimensionen und konkreteren Scanfeldern strukturiert.

Die grundlegenden Beziehungen der vier Hauptdimensionen Digitalisierung, Umweltforschung, Umweltgovernance und Umfeld von Umweltforschung und -governance sind in Abbildung 01 illustriert und werden anschließend erläutert.

<sup>5</sup> Verstetigen sich Signale für Entwicklungen im Zeitverlauf, können sie einen mittel- bis langfristigen Trend (z. B. Deep Fake, also tiefe Täuschung, im Internet) oder Megatrend begründen (z. B. Digitalisierung).

Abbildung 01

**Die vier Untersuchungsdimensionen des Horizon Scanning**



Anmerkungen: graue Pfeile: direkte Wirkungen der Digitalisierung auf Umweltforschung und -governance, violette Pfeile: indirekte Wirkungen der Digitalisierung auf Umweltforschung und -governance; orangener Pfeil: Veränderung der Digitalisierung selbst; hellgrauer Pfeil: Evidenzproduktion und -erwartung zwischen Umweltforschung und -governance.

Quelle: Fraunhofer ISI

Die Veränderbarkeit von Umweltgovernance und Umweltforschung durch Digitalisierung steht im Zentrum des Erkenntnisinteresses. Die Digitalisierung kann dabei direkt auf (Umwelt-) Governance bzw. (Umwelt-) Forschung wirken, oder indirekt über die Digitalisierung des Umfeldes von Umweltgovernance und Umweltforschung (d. h. z. B. von Wirtschaft und Gesellschaft). Die Digitalisierung ist in die Gesellschaft eingebettet und unterliegt selbst Veränderungen (u. a. Quantencomputing, Kopplung mit Biotechnologien).

Folgende Systematik an Scanfeldern liegt der Suche nach Signalen zugrunde (Abbildung 02).

Die digitale Technik ist als eigenes Scanfeld gefasst, um die Veränderung der digitalne Technik selbst mit in den Blick zu nehmen.

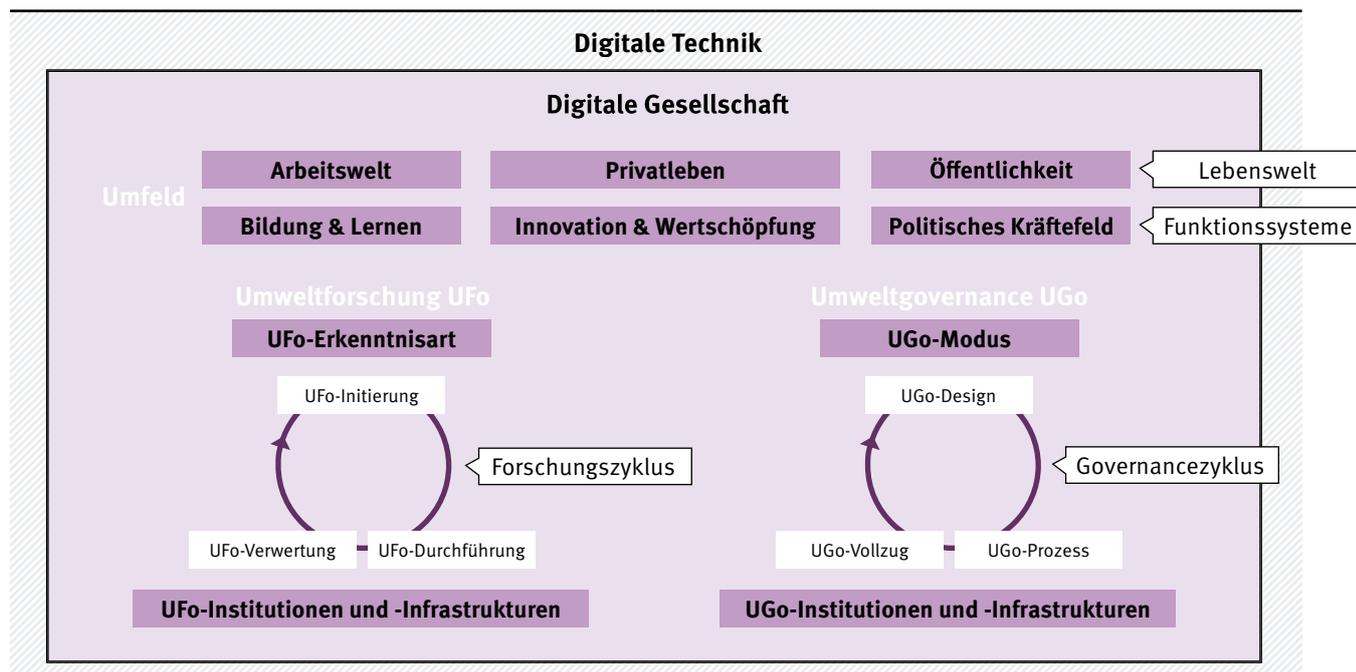
Das Umfeld schließt die Lebenswelt (Arbeitswelt, Privatleben, Öffentlichkeit) und die für Umweltforschung und -governance als vorrangig angesehene gesellschaftliche Funktionssysteme (Bildung & Lernen, Innovation & Wertschöpfung, Politisches Kräftefeld) ein, die sich durch Digitalisierung verändern.

Die Anordnung der Scanfelder für Umweltforschung und -governance folgt einer vergleichbaren Systematik. Umweltforschung wird zunächst über ein Scanfeld erfasst, das nach der Art der Erkenntnis (z. B. datenbasierte Evidenz) fragt. Im Zentrum der Umweltforschung steht der Forschungszyklus von der Initiierung über die Durchführung zur Verwertung sowohl auf der Ebene von Forschungsprogrammen (z. B. Agenda-Setting, Programmmanagement, Programmevaluation) als auch von Forschungsprojekten. Der Forschungszyklus und die Art der Erkenntnis beruhen auf einem langlebigen und stabilen Fundament, den Forschungsinstitutionen und -infrastrukturen (z. B. Forschungsdatenökosysteme).

In ähnlicher Weise wie die Umweltforschung ist auch die Umweltgovernance gefasst. Umweltgovernance wird zunächst über ein Scanfeld qualitativ spezifiziert, das nach dem Politikmodus (z. B. reflexive, bedarfsorientierte Governance) fragt. Im Zentrum der Umweltgovernance steht der Politikzyklus vom Design über den Prozess zum Vollzug sowohl auf der Ebene von Policies (z. B. Aushandlung von Policies, Gesetzgebung, operative Umsetzung) als auch auf der Ebene von Verwaltung. Auch der Politikzyklus und

Abbildung 02

**Die 20 Scanfelder für das Horizon Scanning**



Anmerkungen: Jeder Kasten bezeichnet ein Scanfeld. UFO – Umweltforschung, UGO – Umweltgovernance

Quelle: Fraunhofer ISI

der Politikmodus basieren auf einem langlebigen und stabilen Fundament, den Governance-Institutionen und -Infrastrukturen (z. B. digitale Steuersysteme).

Im Horizon Scanning wurden für diese 20 Scanfelder insgesamt 69 Signale für digitale Veränderungen durch (teil-)automatisiertes Scanning, Haupt- und Randquellenanalyse, explorative Zukunftsinterviews und eine validierende Internetrecherche identifiziert (vgl. ausführlichere Beschreibung der Methodik in Anhang A).

Manche Signale bewirken Veränderungen in mehreren Dimensionen, also digitale Technik, digitale Gesellschaft (Umfeld), Umweltforschung und Umweltgovernance, oder sie können den Dimensionen nicht trennscharf zugeordnet werden.<sup>6</sup> Zur vereinfachten Orientierung ist im Folgenden jedes einzelne Signal mit seinem Kurztitel<sup>7</sup> derjenigen Dimension, zugeordnet, die vermutlich die stärkste Veränderung erfährt (vgl. Abbildung 03).

Anhang B enthält eine tabellarische Übersicht von den 69 Signalen.

Die 69 Signale für Veränderungen von Umweltforschung und -governance durch Digitalisierung sind jeweils mit mehreren Quellen belegt und mit einer Kurzbeschreibung versehen worden. In einem interaktiven Clusterings-Workshop mit Teilnehmenden aus dem Umweltressort (vgl. Anhang C2) wurden die Signale miteinander zu Vorschlägen für Zukunftsthemen verbunden. In einem weiteren Zukunftsworkshop mit einem breiteren Teilnehmendenkreis aus Forschung und Governance sowie Foresight (vgl. Anhang C3), wurden zehn Zukunftsthemen mit ihren jeweiligen Emerging Issues – also neu aufkommenden Themen und Fragestellungen –, für die Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter exploriert. Diese zehn Zukunftsthemen stellen den Kern dieses Berichts dar.

<sup>6</sup> Beispielsweise werden Basistechnologien wie Quantentechnologien in einem Anwendungskontext wie Wettersimulationen eingesetzt und Umweltforschung kann Bestandteil einer evidenzbasierten Umweltgovernance sein.

<sup>7</sup> Die Titel der Signale sind für diesen Bericht im Vergleich zur Verwendung im Horizon Scanning Prozess teilweise leicht verändert worden, um es zu ermöglichen, den Verwendungskontext der Signale vom Umweltbereich auf andere Bereiche zu erweitern.

Abbildung 03

69 Signale aus dem Horizon Scanning



Anmerkungen: Die vier Dimensionen digitale Technik und digitale Gesellschaft, Umweltgovernance und Umweltforschung gehen ineinander über. Die weiße Unterlegung bezieht sich auf Signale für den Kern des Erkenntnisinteresses, die Umweltforschung und -governance, die blaue Unterlegung auf das technische und gesellschaftliche Umfeld.

**Wirtschaft**

Digitale Assetierung (DS13)      Deep Tech Innovation (DS19)

Militär als Pionier digitaler Umwelterschließung (DS20)

Digitale Bildung in der digitalen Welt (DS14)

Polarisierung der Macht (DS21)

Verfügbarkeit von Online-Nutzer:innen (DS15)

Social Scoring: auch in Deutschland? (DS22)

Digitales Storytelling (DS16)

Entrhythmisierung durch Digitalisierung (DS23)

Digitale Lernumgebungen (DS17)

Experimentelle Industrie 4.0 (DS18)

Wandel der Ortsbindung durch Digitalisierung (DS24)

**Umweltgovernance**

Crowd Law (DG3)      Neue Plattformen (DG4)

Cybernetic Citizenship (DG6)      Crowdsourcing, Citizen Science, Reallabore (DG5)

KI für das Personalmanagement (DG9)      KI für die Öffentliche Beschaffung (DG10)

Evidenzbasierter Politikstil (DG12)      Governance-Evaluation mit KI (DG13)

Digitale Technologiesouveränität (DG15)      Daseinsvorsorge in der Plattformökonomie (DG16)

Beschleunigung von Prozessen: digitale, nachhaltige oder Twin Transition? (DG18)

Digitale Innovationen (DG19)      Intensive Datensammlung und ungenutzte Potenziale (DG20)

Konvergenz menschlicher und künstlicher Intelligenz (DF14)      Prognosemärkte (DF15)

Epistemische Opazität (DF11)      Radikal neue Erkenntnisse durch KI? (DF12)

Automatisierte Erschließung des Internets (DF7)      „Gut genug“-Paradigma (DF8)

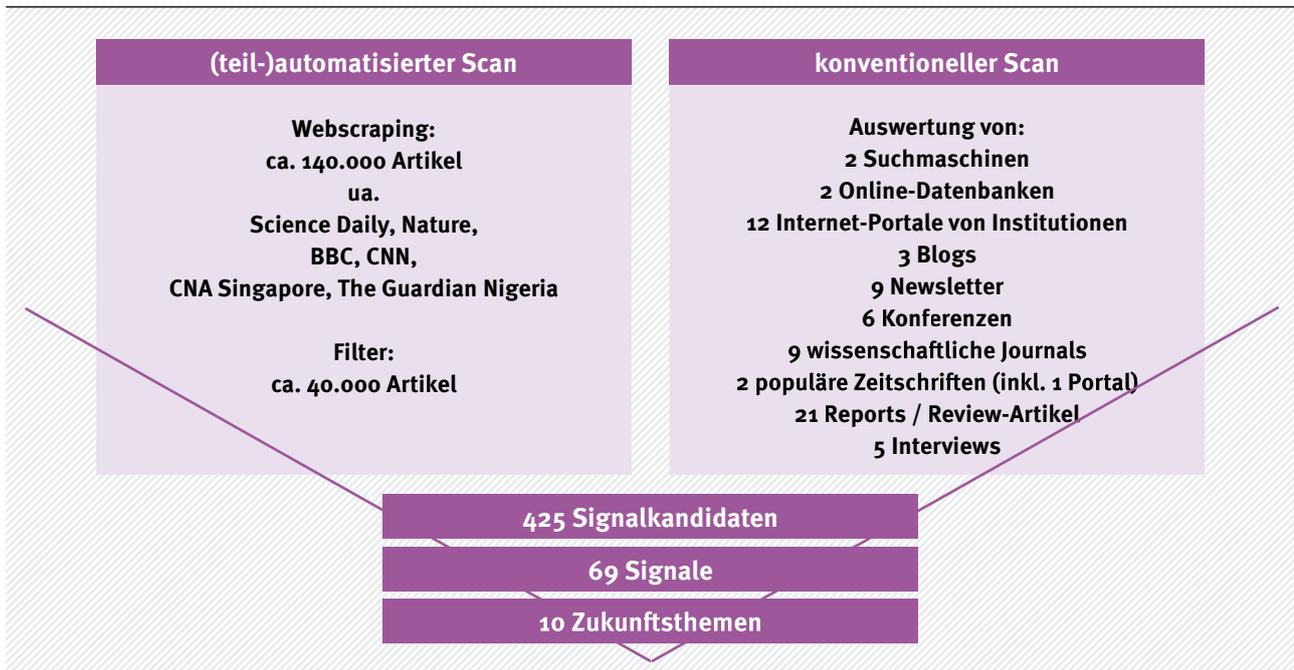
Digitale digitale Forschungsinfrastrukturen (DF4)      Nationale Forschungsdateninfrastruktur (DF5)

**Umweltforschung**

Digitale Forschung zum Anthropozän (DF2)

Abbildung 04

**Der Horizon Scanning Prozess**



Anmerkungen: Das Webscraping und die Filterung wurden zwei Mal durchgeführt. Die Zahlen für das Webscraping und die Filterung beziehen sich nur auf den ersten Zeitraum und repräsentieren damit einen unteren Wert.

Quelle: Fraunhofer ISI

Abbildung 04 veranschaulicht den Scanning-Prozess von der Grundgesamtheit der Quellen über die Signalkandidaten und schließlich ausformulierten Signale bis hin zu den daraus erarbeiteten Zukunftsthemen.

**1.3 Der Scanreport**

Der Scanreport richtet sich an die interessierte Fachöffentlichkeit. Die Befunde sind nicht nur für das Umweltressort und die eng mit ihnen verbundenen Akteure auf Bundesebene aufschlussreich. Viele der dargestellten digitalen Entwicklungen und Themen können auch anderen Akteuren aus Forschung (z. B. Forschungsförderung, Forschungsinstitute, Transformative Forschung) und Governance (z. B. Länder, Kommunen, NGOs, IT-Unternehmen, Bürger\*innen) dazu dienen, die Sichtweise auf ihr jeweiliges Aufgabengebiet unter den Bedingungen der Digitalisierung neu zu reflektieren und ihre Aktivitäten neu zu justieren.

Der Scanreport ist schwerpunktmäßig in der zweiten Jahreshälfte 2022 erstellt worden. Das eigentliche

Horizon Scanning fand dabei in einem bestimmten geschichtlichen Zeitraum statt. Die Signale für Veränderungen wurden vorwiegend im Zeitraum von März bis Juli 2021 identifiziert. Der Sense-Making Workshop fand im September 2021 und der Zukunftsworkshop im Januar 2022 statt. Im Zeitraum von Frühling 2021 bis Sommer 2022 wurde eine neue Bundesregierung gewählt, die russische Armee hat die Ukraine angegriffen und setzt diese Angriffe bis heute fort, und es kamen neue Signale für Entwicklungen in der Digitalisierung sowie Umweltforschung und -governance auf. Sofern thematisch angemessen sind die aktuellen Entwicklungen punktuell in diesen Bericht mit eingeflossen.

In den Zeitraum des Vorhabens „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ fallen auch andere Forschungsprojekte, die in engem Zusammenhang mit der Thematik stehen. Besonders hervorzuheben sind das vom Umweltressort geförderte Projekt CO:DINA<sup>8</sup> sowie verschiedene Foresight-Aktivitäten des Fraunhofer ISI, darunter insbesondere Foresight

8 Forschung – CO:DINA (codina-transformation.de) Forschungslinien: Sozial-ökologische Staatskunst, Digitale Souveränität und Nachhaltigkeit, Systemdesign nachhaltiger Digitalisierung, Transparente Wertschöpfungsketten, Digitalisierung und Wachstums(un)abhängigkeit, Zukunftsfähige Daseinsvorsorge.

on Demand: Ecosystem Performance im Auftrag der Europäischen Kommission (DG RTD)<sup>9</sup> und European Topic Center for Sustainability Transitions (ETC-ST) im Auftrag der Europäischen Umweltagentur (EEA)<sup>10</sup>. Sofern passend sind vorläufige Erkenntnisse aus diesen Projekten mit in diesen Bericht eingeflossen, auch wenn diese noch nicht in veröffentlichter Form vorlagen.

Die wesentlichen Strukturierungsleistungen dieses Vorhabens sind aus unserer Sicht aktuell und werden es voraussichtlich auch noch eine Zeit lang bleiben.

Der Scan-Report ist wie folgt aufgebaut:

- ▶ Kapitel 2 dokumentiert die zehn Zukunftsthemen mit ihren jeweiligen Emerging Issues aus dem Horizon Scanning Prozess.
- ▶ Kapitel 3 nimmt einen Ausblick auf die Themen Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter vor.

Der Anhang ergänzt diesen Bericht um vertiefende Informationen für Interessierte, die mehr über die Hintergründe des Horizon Scanning (Anhang A), die 69 Signale (Anhang B) und die eingebundenen Personen (Anhang C) erfahren wollen.

---

<sup>9</sup> S&T&I 2050 | Futures4Europe

<sup>10</sup> ETC Sustainability Transitions (ETC ST) – Eionet Portal (europa.eu)

# 2

## Zukunftsthemen



## 2 Zukunftsthemen

Zukunftsthemen bündeln mehrere miteinander verbundene digitale Entwicklungen zu einem größeren Thema. Diese Zukunftsthemen, beziehungsweise einzelne Teilgebiete, sind für das Umweltressort neu und relevant in Bezug auf die Art und Weise, wie Umweltforschung und -governance in Zukunft im digitalen Zeitalter praktiziert wird.

Der Umfang und Zuschnitt der Zukunftsthemen sind das Resultat aus mehreren interaktiven Workshops mit Teilnehmenden aus dem Umweltressort und anderen externen Einrichtungen (vgl. Anhang C). Sie

spiegeln die Perspektiven der konsultierten Personen, der Fachbegleitung und der Autor\*innen auf das Thema Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter wider.

Die Zukunftsthemen sind nicht trennscharf voneinander abzugrenzen, sondern stellen mehrere alternative Zugänge zu Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter dar. Einige Themen werden eher aus Perspektive der Digitalisierung (digitale Technik und digitale Gesellschaft), andere Themen eher aus Forschungs- oder Governance-Perspektive beleuchtet.

### Die zehn Zukunftsthemen

Am Anfang steht das übergeordnete Zukunftsthema „Das Digitalisierungsparadigma“, das Digitalisierung als die treibende Kraft der spätmodernen Gesellschaft versteht und kritisch hinterfragt. Aufkommende Kontroversen über die Reichweite der Digitalisierung und ihre möglichen Ausgestaltungsrichtungen werden skizziert. Auch die Umweltforschung und -governance werden sich diesbezüglich positionieren müssen.

Darauf folgen drei Zukunftsthemen, die die Digitalisierung der Welt mit unmittelbaren Bezügen zum Umweltschutz zum Gegenstand haben: „Digitale Erdtechnologien“, „Digitale Alltagsumgebungen“ und „Das Internet der nächsten Generation“. Die Umweltforschung und -governance muss dabei sich verändernden Informations- und Verhaltensregimes Rechnung tragen.

Die staatliche Gewalt ist in Demokratien auf die gesetzgebende (legislative), die ausführende (exekutive) und die Recht sprechende (judikative) Gewalt aufgeteilt. Die drei Zukunftsthemen „Digitale Staatskunst“, „Automatisierte Verwaltungsprozesse“ und „Legal Tech“ befassen sich mit dem sich ändernden Verhältnis von Bürger\*innen zu staatlichen Einrichtungen. Unter „Digitale Staatskunst“ wird die Einbindung von Bürger\*innen in den Politikprozess behandelt, insbesondere durch „Crowd Law“ (Legislative). Das Zukunftsthema „Automatisierte Verwaltungsprozesse“ fokussiert auf digitale Entwicklungen im Vollzug von Recht (Exekutive) und „Legal Tech“ befasst sich mit digitalen Technologien in der Rechtsprechung (Judikative).

Die beiden Zukunftsthemen „Digitales Geld“ und „Digitale Gemeingüter“ loten das Spannungsfeld zwischen privatwirtschaftlichen und öffentlichen Interessen aus. Scheinbar thematisch weit von Umweltforschung und -governance entfernt ist die Aushandlung des Öffentlichen und des Privaten ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die Art und Weise, wie sich Forschungs- und Governance-Praktiken entwickeln werden.

Das Zukunftsthema „Digitale Evidenz“ liegt gewissermaßen quer zu allen Themen, indem es die aufkommende Datenökonomie und -kultur, einschließlich digitale Algorithmen und digitale Werkzeuge, in Forschung und Governance hinsichtlich der Art der Erkenntnis und der Rolle von digitaler Evidenz in politischen Entscheidungen exploriert.

Angesichts des durchdringenden, allgegenwärtigen und vernetzenden Charakters digitaler Technologien ist die Verwobenheit der Themen nicht verwunderlich.

Die zehn Zukunftsthemen werden nacheinander präsentiert.

Jedes Zukunftsthema hat einen Titel und ist in einer einheitlichen Form charakterisiert. Den Auftakt macht ein Kurzprofil für eilige Leser\*innen. Dann wird der Gegenstand erläutert und der Untersuchungsrahmen abgesteckt, gefolgt von drei Unterkapiteln:

- ▶ **Treiber und Trends:** Welche Treiber bringen das Zukunftsthema hervor und welche Trends, die das Zukunftsthema charakterisieren, lassen sich beobachten?
- ▶ **Emerging Issues:** Welche neuen Themen und Fragestellungen tauchen auf und gewinnen für dieses Zukunftsthema besonders an Bedeutung?<sup>11</sup>
- ▶ **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance:** Was könnten die Emerging Issues konkret für die Umweltforschung und -governance seitens des Umweltressorts bedeuten?

In Kapitel 3 erfolgt schließlich eine Synthese der Emerging Issues und möglicher Aufgaben für die Umweltforschung und -governance über alle zehn Zukunftsthemen hinweg.

---

<sup>11</sup> Allgemeine bekannte Themen der Digitalisierung sind unter anderem der Schutz der Privatsphäre, Cybersecurity und Interoperabilität. Diese allgemeinen Themen werden nur aufgeführt, wenn sie im spezifischen Zukunftsthema eine besondere Rolle spielen.

## 2.1 Das Digitalisierungsparadigma – Digitalisierung als die treibende Kraft der spätmodernen Gesellschaft

**Trend:** Die Digitalisierung dringt in immer mehr gesellschaftliche Bereiche tiefer ein und treibt damit die Entwicklung der spätmodernen Gesellschaften, einschließlich ihrer Umweltforschung und -governance an.

### Emerging Issues:

- ▶ Wandel von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen im digitalen Zeitalter
- ▶ Reichweite und Grenzen der Digitalisierung aus Digitaler-Humanismus- und Mitweltperspektive
- ▶ Die Twin Transition als Gestaltungsauftrag

### In Kürze:

- ▶ Die Entwicklungen von digitaler Technik und digitaler Gesellschaft sind eng miteinander verzahnt. Die digitalen Fortschrittsnarrative in den spätmodernen Gesellschaften sind so mächtig, dass von einem Digitalisierungsparadigma gesprochen werden kann. Die Umweltforschung und -governance sind keine Ausnahme: auch sie folgen dem Digitalisierungsparadigma.

- ▶ Digitale Technik wird als allgegenwärtige, erkennende und handelnde Instanz (Agency) in der Welt etabliert. Das Leitbild des digitalen Humanismus strebt jedoch danach, den Menschen in den Mittelpunkt des Handelns zu stellen und die digitalen Logiken dem Menschen unterzuordnen. In analoger Lesart könnte ein Leitbild für einen „digitalen Mitweltschutz“ entwickelt werden. Die Mitwelt schließt die belebte und unbelebte Umgebung des Menschen mit ein, einschließlich digital durchdrungener Natur, betont aber im Gegensatz zur Umwelt die Anhängigkeit des Menschen von seiner Mitwelt.

- ▶ Konkret stellt sich die Frage nach der Reichweite und den Grenzen der Digitalisierung aus einer Umweltschutzperspektive, einschließlich für die Umweltforschung und -governance. Die Twin Transition, also die doppelte digitale und nachhaltige Transformation, schafft hierfür einen Handlungsrahmen, der in der Arbeit des Umweltressorts programmatisch und operativ ausgefüllt werden kann.

### Hintergrund: Um was es geht

Digitale Technik durchdringt nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche wie Bildung, Forschung, Wirtschaft und Politik, die Lebenswelt der Menschen, einschließlich ihrer privaten und öffentlichen Bereiche, und die menschlich veränderte Umwelt im Anthropozän.

Die Digitalisierung ist in vielen Ländern der Welt – darunter auch Deutschland – das vorherrschende Thema, wenn es um die Modernisierung des Landes, Wachstum, Wohlstand und teilweise auch um den Umweltschutz geht. Zwar wird die Digitalisierung mit ihren Chancen und Risiken punktuell kritisiert, sie wird aber an und für sich nicht in Frage gestellt. Die Digitalisierung wird als nahezu zwangsläufige Entwicklung hingenommen, begrüßt oder befördert. Die Allgegenwart der Digitalisierung hat eine solche Wirkmächtigkeit, dass sie schleichend von uns Besitz ergreift.

Digitalisierung wird als Megatrend, als mächtiges Narrativ, als Leitbild, als Paradigma, als strategische Aufgabe und unter einigen anderen Blickwinkeln gefasst. Die faktische Digitalisierung und der Diskurs über die Digitalisierung haben das Potenzial, die gesamte Gesellschaft mit ihren wesentlichen Teilsystemen und Lebensbereichen neu zu „formatieren“ (wie zuvor beispielweise der Kapitalismus oder das Christentum). Im aktuellen öffentlichen Diskurs werden oftmals die Herausforderungen der Digitalisierung als Ganzes vernachlässigt. In diesem Kapitel geht es darum, die Bezüge der Digitalisierung als treibende Kraft der Spätmoderne zu Umweltforschung und -governance zu schärfen. Dementsprechend ist die „Flughöhe“ über diesem ersten Zukunftsthema höher als bei den nachfolgenden Zukunftsthemen.

### Treiber und Trends

Die Digitalisierung wird in einem Wechselspiel von technischer Entwicklung und gesellschaftlich passfähigen Anwendungen entwickelt. Technische Treiber sind u. a. die Miniaturisierung und Einbettung digitaler Technik, die Diversifizierung von Funktionalitäten, die Erhöhung der Rechenleistung, die Entwicklung von Algorithmen und Software für Anwendungen und die Vernetzung von digitalen Komponenten. Zu den aktuellen technischen Trends gehören beispielsweise Quantencomputing, Big Data,

Künstliche Intelligenz, Internet of Everything, Extended Reality (Augmented, virtuell und mixed), Autonome Systeme, Mobilfunk der 5. und 6. Generation (5G bzw. 6G), und Cybersecurity.

Technische Trends und Treiber haben alleine nicht die Kraft, die Menschen in der spätmodernen Gesellschaft auf den Digitalisierungspfad zu setzen. Hierzu ist vielmehr auch die Nachfrage nach effizienten Anwendungen, Komplexitätsbewältigung, nach digitalen Lebensgefährten oder spielerischem Umgang mit Information und Interaktionsmöglichkeiten erforderlich, die durch digitale Dienste befriedigt werden kann. Digitale technische Möglichkeiten werden mit individuellen, organisationalen und gesellschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten zu einem Fortschrittsnarrativ verwoben. Durch die massenhafte Verbreitung und Förderung dieses Narratives entsteht ein breitenwirksames Digitalisierungsparadigma, das auch die Forschung und Governance durchzieht.

Die Digitalisierung ist für gesellschaftliche Akteure ein Gelegenheitsfenster, um Machtpositionen neu abzustecken und Einfluss auf Regulierungen zu nehmen (Erdmann et al. 2022). Die Digitalisierung greift auch strukturelle Muster der vorhersehbaren Interaktion von Menschen auf, wie z. B. das Vorherrschen des Besonderen (Reckwitz 2020) – also die immerwährende Jagd nach dem Einzigartigen, dem „Authentischen, den Individualismus – oder die weltweiten Operationen der Wirtschaft (Nassehi 2015) und verstärkt damit gesellschaftliche Entwicklungen.

### Emerging Issues

Die Digitalisierung dringt breiter und tiefer in die Gesellschaft ein und wirft dabei grundsätzliche Fragen zur Verfasstheit der spätmodernen Gesellschaft auf. Die Umweltforschung und -governance muss sich in den kommenden Jahren, im reiferen digitalen Zeitalter, wesentlichen Veränderungen und aufkommenden Gestaltungsbedarfen neu stellen.

### *Wandel von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen im digitalen Zeitalter*

Durch die Digitalisierung der Gesellschaft wird das Leben „künstlicher“.<sup>12</sup> Die vormals nur über die menschlichen Sinne vermittelte Wahrnehmung der natürlichen und anthropogenen Lebenswelt wird

12 vgl. zu dieser und weiteren grundlegenden Veränderungen der Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen vgl. auch der Überblick in Erdmann et al. (2022) und ein kompakter Essay von Erdmann und Röß (2020)



zunehmend medial vermittelt oder durch rein digital erzeugte Reiz-Reaktions-Schemata ersetzt. Digitale Artefakte handeln scheinbar eigenständig, was Menschen dazu veranlasst diese wie andere Menschen zu behandeln. Hierzu zählen die mediale Darstellung von Realitäten in Life Hacks, Fiktionen, Fakten oder Deep Fake, ebenso wie Avatare von lebenden oder verstorbenen Personen. Diese digitalen Lebensgefährten weisen zunehmend äußere menschliche Merkmale und Verhaltensweisen auf. So bilden sich stärkere Mensch-Maschine-Beziehungen aus, die das Gefühl der Einsamkeit oder Verbundenheit verringern oder verstärken können.

“Natürliche Künstlichkeit“ (Plessner 2003) bedeutet im Zeitalter der Digitalisierung, dass die „Umweltvergessenheit“ (Kahn 2011) im Alltagshandeln zunimmt und dass die Umwelt meist nur als medial vermittelte Krisen oder idealisierter unberührter Raum (z. B. in Tierfilmen, Fantasy) wieder ins Bewusstsein gebracht wird. Die digitale Lebenswelt ist dann eine eigenständige Lebenswelt, die zum einen die natürliche und anthropogene Lebenswelt vermittelt und zum anderen einzigartige eigene Eigenschaften aufweist. Konkretere Veränderungen der

Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen werden in den Zukunftsthemen „Digitale Erdtechnologien“, „Digitale Lebenswelt“ und „Metaversum“ ausgeführt.

Der Einzug von Menschen ins Digitale und die sinnliche Entkopplung von der natürlichen und anthropogenen Lebenswelt erfordern eine neue Ethik im Sinne des digitalen Humanismus.

### *Reichweite und Grenzen der Digitalisierung aus Digitaler-Humanismus- und aus Mitweltperspektive*

Im Zeitalter der Digitalisierung wird das von Industrieverbänden, Regierungen und Umweltbehörden<sup>13</sup> propagierte digitale Fortschrittsnarrativ immer wieder kritisch hinterfragt werden. Aktuelle Gesellschaftsdiagnosen, wie die eines „digitalen Überwachungskapitalismus“ (Zuboff 2019) und „Infokratie“ (Han 2021), deuten auf die gravierenden Umbrüche, wie im digitalen Zeitalter Macht ausgeübt wird hin. Ungeachtet dessen, welche Position man dabei vertritt, werden die Reichweite und Grenzen der Digitalisierung als gesellschaftliches Thema an Brisanz zunehmen. Das Leitbild des digitalen Humanismus strebt danach, den Menschen in den Mittelpunkt des Handelns zu stellen und die digitalen Logiken dem Menschen unterzuordnen (Nida-Rümelin 2019). In analoger Lesart könnte das Umweltressort ein Leitbild für einen „digitalen Mitweltschutz“ entwickeln, das die Mitwelt in den Mittelpunkt des Handels stellt und die digitalen Logiken dieser Mitwelt des Menschen unterordnet. Der Begriff der Mitwelt schließt die belebte und unbelebte Umgebung des Menschen mit ein, einschließlich digital durchdrungener Natur, betont aber im Gegensatz zur Umwelt die Anhänglichkeit des Menschen von seiner Mitwelt.

Die Umweltressorts von Regierungen werden sich fortwährend neu zur Digitalisierung als gesellschaftliche Realität positionieren müssen. Umweltressorts haben den Auftrag, die Digitalisierung, wie andere gesellschaftliche Realitäten auch, an ihrem Auftrag des Umweltschutzes und der Förderung von Nachhaltigkeitstransformationen zu messen: Welche direkten Umwelteffekte hat die Digitalisierung mit ihrer Hardware und mit ihren Anwendungen? Welches konkrete Umweltproblem löst welche digitale Anwendung? Dies ist keineswegs trivial, wie man es an andere gesellschaftlichen Realitäten beispielhaft festmachen

<sup>13</sup> Die Europäische Umweltagentur ruft in ihrer Strategie 2030 (Ziel 4) dazu auf, die Digitalisierung willkommen zu heißen und ihre Möglichkeiten für den Umwelt- und Klimaschutz vollumfänglich zu nutzen (EEA 2021).

kann: Die derzeitige Anerkennung und Adressierung der Macht global agierender Finanzakteure (Jakobs 2016) oder die massive Verteidigung der wohlhabenden Mittelschicht ihres Lebensstils (Blühdorn et al. 2020) spiegeln nicht die Bedeutung dieser gesellschaftlichen Realitäten für Transformationen wieder.

Umweltressorts werden sich zunehmend damit befassen müssen, welche Bereiche aus Umweltsicht von der Digitalisierung unberührt bleiben sollten (z. B. die Naturerfahrung, Naturschutzgebiete, etc.) beziehungsweise wie die Digitalisierung ausgestaltet sein müsste, um dem Umweltschutz wirksam zu dienen und Dynamiken für Nachhaltigkeitstransformationen auszulösen. Gleichzeitig müssen Umweltressorts die eigentlichen Hemmnisse für Nachhaltigkeitstransformationen wie ökonomische und politische Macht prioritär behandeln und nach dem Beitrag fragen, den Digitalisierung zur Überwindung dieser Hemmnisse leisten kann.

#### *Die Twin Transition als Gestaltungsauftrag*

Die Digitalisierung wird von gesellschaftlichen Akteuren in unterschiedlicher Form für die eigene Agenda nutzbar gemacht. Zum Beispiel soll Digitalisierung die Effizienz der Produktion erhöhen, damit die Kosten senken und den Gewinn von Unternehmen erhöhen. Die Effizienzversprechen der Digitalisierung und die derzeitigen Geschäftsmodelle der dominierenden digitalen Plattformen deuten auf eine Fortführung des bisherigen nicht-nachhaltigen Gesellschaftspfades hin.

Digitalisierung kann aber auch der Navigation durch Komplexität dienen, wie es beispielsweise bei Transformationsprozessen von Nöten ist, z. B. für wesentliche gesellschaftliche Teilsysteme wie Energie, Ernährung, Gebäude und Mobilität. Angesichts des aufstrebenden Digitalisierungsparadigmas gibt es Versuche in demokratischen Ländern, die Produktivität und Möglichkeiten der Digitalisierung auch für Transformationsprozesse zu nutzen (Messner et al. 2019; Münch et al. 2022). Das Joint Research Center sieht starke Synergien zwischen der grünen und digitalen Transformation. So könnten digitale Technologien eine Schlüsselrolle beim Erreichen von Klimaneutralität, der Verringerung von Umweltverschmutzung und der Wiederherstellung von Biodiversität spielen (Münch et al. 2022).

Auf programmatischer Ebene und auf praktischer Ebene stellen sich neue Fragen, wie die Twin Transition (digitaler Wandel und grüne Transformation) zusammengedacht werden können. Angesichts der Dominanz und Vagheit der Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsagenden und der unterschiedlichen Wissensqualitäten stellt sich die Frage nach Schnittstellen, sich widersprechenden Zielsystemen und der Steuerbarkeit der Umwelteffekte des gesellschaftlichen Stoffwechsels unter den Bedingungen des Digitalisierungsparadigmas. Auch stellt sich die Frage nach einer Analyse möglicher Twin Transition Szenarien und des Gestaltungsspielraums für eine integrierte digitale Umweltgovernance.

Im globalen Maßstab nimmt die Anzahl von Menschen, die in autokratischen Systemen oder Diktaturen im Vergleich zu demokratischen Systemen zu. Länder wie China haben mit ihren Tech-Unternehmen digitale Überwachungssysteme aufgebaut, die anhand der Überwachung und Kontrolle von Minderheiten wie den Uiguren massenhaft erprobt, weiterentwickelt und in ihrer Wirksamkeit optimiert werden. Solche Technologien werden in andere autokratische Länder wie zum Beispiel Zimbabwe ebenfalls zur effektiven Überwachung und Kontrolle (von Teilen) der Bevölkerung exportiert. Von den mächtigsten autokratischen und diktatorischen Ländern und Diktaturen wird mit der Digitalisierung primär die Durchsetzung eines autokratischen Regierungsstils angestrebt. Autokratische Länder wie China setzen die Digitalisierung zwar auch teilweise für grüne Transformationen ein (zum Beispiel in neu errichteten Ökostädten), aber konterkarieren die positiven Effekte durch einen massenhaften Zubau an Kohlekraftwerken. Die Einflussmöglichkeiten von Ländern mit demokratischen Systemen auf Länder mit autokratischen Systemen sind auch hinsichtlich der Twin Transition gering.

#### **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance**

Die Emerging Issues infolge des Digitalisierungsparadigmas stellen die Umweltforschung und -governance vor neue Aufgaben:

- ▶ Digitalisierung verändert die Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen grundlegend. Die Forschungsprogrammatisierung muss systematisch überprüft werden, ob die darin enthaltenen impliziten Annahmen zum Menschenbild, zu seinen Beziehungen zur Umwelt und zu seinen Beziehungen

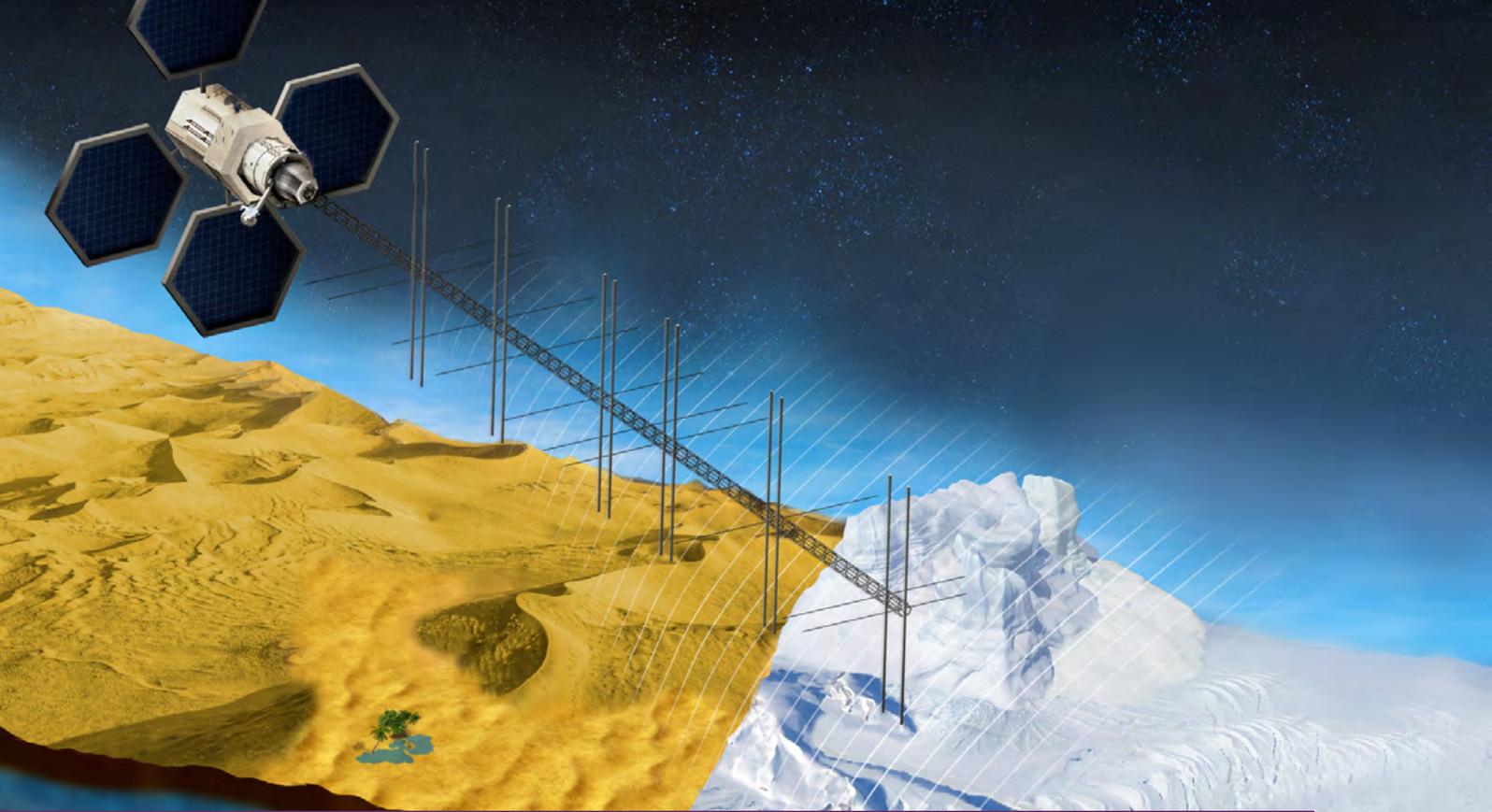
zur Technik zu halten sind und einer Überprüfung unterzogen werden müssten.

- ▶ Aus den grundlegenden Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen durch Digitalisierung lässt sich für die Umweltgovernance ein Gestaltungsauftrag ableiten. Die Umweltgovernance muss sich den veränderten Lebensrealitäten (z. B. remote work & education, digitale Lebensgefährten) stellen, neue Konzepte für Umweltgovernance entwickeln und ihre Wirksamkeit evaluieren. Die Umweltgovernance steht zudem vor der Aufgabe, ihren möglichen Beitrag zur Bestimmung von Lebens- und Arbeitsbereichen, die nicht digitalisiert werden sollen zu prüfen und bei der Ausarbeitung einer Ethik im Sinne des digitalen Humanismus im Anthropozän mitzuwirken.
- ▶ Die Digitalisierung und Nachhaltigkeit als rahmengebendes Leitbild müssen so miteinander verknüpft werden, dass Digitalisierung stärker in den Dienst der Nachhaltigkeit gestellt wird. Hierzu wären auf verschiedenen Governance-Ebenen, einschließlich der globalen Ebene, beide Communities für die Aushandlung eines integrierten Leitbilds zu mobilisieren. In auf solchen Leitbildern

aufbauenden Forschungsprogramm werden die inter- und transdisziplinäre Begleitforschung und die Implikationsforschung von Twin Transitions, wozu Modellsynthesen, integrierte Simulationen und Vorausschau gehören, wichtiger.

Die Umweltforschung steht vor der Aufgabe, die Umwelteffekte der Digitalisierung auf gesamtsystemischer Ebene („netto“) abzubilden, um damit die Grundlagen für ihre Steuerung durch die Umweltgovernance zu schaffen. Das Digitalisierungsparadigma treibt den Ausbau der Datenübertragungsinfrastruktur voran (u. a. Umbau von 4G auf 5G und 6G) und dieser bedeutet wiederum einen Quantensprung für die Digitalisierung. Es besteht Entwicklungsbedarf hinsichtlich der Methoden zur Erfassung bestimmter Effekte (z. B. neuartige Aktivitäten im Metaversum), hinsichtlich der Entwicklung von Zukunftsbildern für eine nachhaltige digitale Gesellschaft und hinsichtlich der Verifizierung von Zukunftsprojektionen (Gibt es zum Beispiel Hinweise auf das Einschlagen bestimmter Szenario-Pfade?).





## 2.2 Digitale Erdtechnologien – die Vermessung und Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän

**Trend:** Mit der Entwicklung und Verbreitung digitaler Erdtechnologien ergeben sich neue Möglichkeiten für die Vermessung und Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän.

### Emerging Issues:

- ▶ Wissen für die Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän
- ▶ Governance von digitalen Erdtechnologien
- ▶ Reichweite und Grenzen von digitalen Erdtechnologien

### In Kürze:

- ▶ Mit der Entsendung von Satelliten mit neuen Fernerkundungsfunktionen in ihre Erdumlaufbahnen, der Ausweitung der Umweltbeobachtung auf der Erde und der Durchdringung der vom Menschen geschaffenen Welt mit digital vernetzter Messtechnik verbreitert sich die Datenlage so, dass eine Erkennung und Steuerung des Stoffwechsels auf der Erde mit Hilfe dieser Daten in Reichweite zu kommen scheint.
- ▶ Verschiedene Forschungsgruppen arbeiten an der Entwicklung eines digitalen Zwillings der Erde, der anhand der sich durch digitale

Messtechnik verbesserten Datenlage die Kopplung des natürlichen Stoffwechsels mit dem anthropogenen Stoffwechsel abbilden soll. Gelingt dies ausreichend genau, könnten unter Erfüllung weiterer Voraussetzungen die Auswirkungen von Interventionen simuliert und optimiert werden.

- ▶ Die Governance von digitalen Erdtechnologien wirft zahlreiche Fragen auf, von der Finanzierung des Betriebs von Fernerkundungssatelliten über die Governance der Daten aus unterschiedlichen Quellen bis hin zur Sicherstellung der Funktionalität und der Regulierung des Zugangs zu digitalen Zwillingen der Erde.

### Hintergrund: Um was es geht

Digitale Erdtechnologien dienen der Erfassung, Simulation und Steuerung umweltrelevanter Parameter auf der ganzen Erde. Digitale Erdtechnologien verbessern das Umweltmonitoring durch eine Kombination von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), konventioneller Monitoring-Technologien (z. B. Fernerkundung) und Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) Anwendungen (z. B. Umweltsensornetze) (Bakker und Ritts 2018).

Durch digitale Erdtechnologien können Terabytes an Umweltdaten erfasst werden von terrestrischen, aquatischen und atmosphärischen Sensoren, von Satelliten und Überwachungsgeräten, die auf einer Menge sich stark diversifizierender Quellen beruhen, einschließlich Wearables, biotelemetrische Technologien für Menschen, Tiere, Insekten und Pflanzen (Ferrer 2022) sowie mobile Sensoren und Apps. Cloud-basierte Internetplattformen ermöglichen die Analyse, Aggregation und Echtzeitdarstellung dieser Datenströme (Bakker und Ritts 2018).

Modelle zum gesellschaftlichen Stoffwechsel und zum natürlichen Stoffwechsel werden miteinander kombiniert, um die wechselseitigen Folgen von Veränderungen in einem der beiden Systeme auf das andere System abschätzen zu können. Die Umweltgovernance kann durch diese Digitalen Erdtechnologien möglicherweise signifikant transformiert werden. Zu den derzeitigen Hauptthemen zählen Daten, Vorhersage, Echtzeitregulierung, Open Source und Bürgerforschung und -messung (Bakker und Ritts 2018).

### Treiber und Trends

Zu den kritischen globalen Herausforderungen zählen der Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Naturkatastrophen, Migration, zunehmende geopolitische Instabilität und Sicherheitsrisiken. Die weltweite Messung von Daten zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen ist eine große Aufgabe. Gesellschaftliche Treiber für Digitale Erdtechnologien sind die weit verbreitete Wahrnehmung von umweltbezogenen Veränderungen und Verwerfungen und die daran gekoppelte Erkenntnis, im Anthropozän zu leben. Technische Treiber sind u. a. die Durchdringung der Natur mit Messtechnik und autonomen Systemen, die Erfassung von immer mehr Parametern mittels Fernerkundung und Erdbeobachtung, die Entwicklung eines digitalen Zwillinges der Erde und eine florierende Raumfahrt.

Die Informations- und Kommunikationstechnik mit preisgünstiger, immer leistungsfähigerer und miniaturisierter Umweltmesstechnik, verbreitet sich überall – in Smart Cities, in der Landwirtschaft und in schwer zugänglichen Regionen mit Hilfe von vor Ort installierten, sowie mobilen Sensoren (z. B. Drohnen) (ubiquitous sensing) (van Genderen et al. 2020). Die

zunehmend vom Menschen gestaltete, aber in die Natur integrierte Informationsverarbeitung führt zu einer Konvergenz von digitaler Technik und lebenden Organismen. Bei der Informationsgewinnung spielen die zunehmende Rechenleistungen von Computersystemen, deren effektiverer Einsatz per Cloud- und Edge Computing sowie die Entwicklung neuer Auswertungsalgorithmen und der Einsatz von künstlicher Intelligenz bei der Datenverarbeitung eine wichtige Rolle (GISGeography 2022).

Der florierende Raumfahrtsektor mit seinen geostrategischen Zielen und ökonomischen Potenzialen ermöglicht und entfacht Dual Use Aktivitäten im Weltraum (z. B. militärisch und umweltbezogen). Hierzu gehört der Upstream-Bereich u. a. mit der Forschung, der Herstellung von Satelliten und Bodenstationen und der Downstream-Bereich mit dem Angebot von Dienstleistungen und Produkten für terrestrische Nutzungen, die auf weltraumbasierten Daten und Services beruhen (ESA 2022). Die Erfassung von Geodaten mit Hilfe von Satelliten wird bereits seit langem praktiziert und auch Simulationsmodelle zu Umweltphänomenen sind seit geraumer Zeit im Einsatz. Neue Generationen von Satelliten, die durch die zunehmende Kommerzialisierung der Raumfahrt immer günstiger platziert werden können, erlauben darüber hinaus Aufnahmen in weit höherer Auflösung und die Gewinnung von neuen Informationen per Fernerkundung<sup>14</sup>.

Die Möglichkeiten der Technologien entwickeln sich jedoch stetig weiter, sodass gänzlich neue Anwendungen möglich werden. Insbesondere die Erschaffung eines präzisen digitalen Abbildes der Erde als zusammenhängendes System gilt dabei als ein nächster großer Meilenstein, der von verschiedenen Akteuren verfolgt wird. So ist z. B. im März 2022 der Startschuss für die Initiative „Destination Earth“ der europäischen Kommission gefallen, die innerhalb der nächsten zehn Jahre einen solchen digitalen Zwilling unseres Planeten erschaffen soll<sup>15</sup>.

### Emerging Issues

Digitale Erdtechnologien sind ein Element unter vielen, um Umweltveränderungen ganzheitlich abzubilden, den Einfluss des Menschen dabei zu erfassen und so angemessene Umweltschutzmaßnahmen in die Wege zu leiten, um die Einhaltung planetarer Grenzen

<sup>14</sup> BMWK – Deutscher Umweltsatellit ins All gestartet

<sup>15</sup> Destination Earth – ein neuer digitaler Zwilling der Erde (europa.eu)

zu gewährleisten. Daraus ergeben sich jedoch auch Herausforderungen. Dazu zählt u. a. die Abwägung der Rolle digitaler Erdtechnologien gegenüber anderen Strategien zum Umweltmonitoring und Umweltschutz, die gegebenenfalls effektiver und ressourcenschonender sein können. Dies geht einher mit der Frage nach der Priorisierung bei Finanzierung, Kompetenzaufbau und „Wahrheitsgehalt“. Ebenso rücken Machtfragen in den Vordergrund: wer hat Zugang zu und Deutungshoheit über die gesammelten Daten? Wer leitet geeignete Strategien auf deren Grundlage ab und setzt diese durch? Nicht zuletzt bedeuten digitale Erdtechnologien eine Veränderung in der Art und Weise, wie wir Umweltwissen generieren und Nutzen, mit entsprechenden Auswirkungen auf andere Formen des Erkenntnisgewinns.

### *Wissen für die Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän*

Ein umfassendes digitales Abbild der Erde, das auf globalen Messdaten beruht, kann einen neuen Bezugsrahmen für die Umweltforschung setzen, der klassische Ansätze ablöst, bei denen zumeist kleinteilig kontrollierte Systeme untersucht und Erkenntnisse extrapoliert werden. Integrierte Simulationen erlauben es so, Wechselwirkungen besser abzubilden, gehen jedoch einher mit einer geringeren Nachvollziehbarkeit der Berechnungen (black box). Unklar ist, inwieweit ein solcher Paradigmenwechsel zum Verlust von nicht datifiziertem Wissen führen kann und so eine zunehmende Abhängigkeit von digitalen

Erdtechnologien entsteht. Wenn sich diese Treiber und Trends fortsetzen, wird die integrierte Simulation des gesellschaftlichen und natürlichen Stoffwechsels möglicherweise so realistisch, dass sie als Grundlage für die Antizipation der Wirkungen von Interventionen dienen könnte. Digitale Erdtechnologien haben das Potenzial wesentlich zu einem verbesserten Verständnis von Mensch-Umwelt-Beziehungen im Anthropozän beizutragen indem der sozioökonomische Metabolismus mit den vormals natürlichen Systemen phänomenologisch, statistisch oder kausal gekoppelt wird. Der Digitale Zwilling als Modellierungsgrundlage bringt hier eine bestimmte technische Rationalität zur Geltung mit Rückwirkungen auf den Umgang mit sonstigem Weltwissen. Das betrifft andere, für die kulturelle Entwicklung wesentliche Wissensformen (wie z. B. Religion), aber auch klassische empirische Forschungsansätze, die durch ein übergeordnetes digitales Abbild herausgefordert werden. Durch die Verrechnung unterschiedlicher Teilaspekte in einem übergeordneten Modell kann es zu Ergebnissen kommen, die den Erkenntnissen bisheriger Forschungsparadigmen nicht entsprechen, bzw. sogar zuwiderlaufen. Aufgrund der epistemischen Undurchschaubarkeit von Simulationsmodellen (Pedro 2021), d. h. der Unmöglichkeit diese vollständig nachzuvollziehen, ergibt sich hier ein Spannungsfeld der unterschiedlichen Erkenntnisarten.

Umweltsatelliten werden mit immer höher räumlich und zeitlich auflösender Sensorik für immer mehr



Parameter ausgestattet.<sup>16</sup> Das durch Digitale Erdtechnologien erzeugte Wissen kann für den Umweltschutz verwendet werden, aber auch für umweltzerstörende Aktivitäten (Oliveira und Siqueira 2022). Insgesamt fehlt es an Vorstellungskraft und Konzepten, wie Digitale Erdtechnologien eine transformative Umweltgovernance effektiv unterstützen könnten und welche Rahmenbedingungen dafür erforderlich wären.

Beim Aufbau von Kompetenzen, die für die Erschaffung, Optimierung und Nutzung eines digitalen Zwillings notwendig sind, gilt es daher zu bedenken, dass andere Kompetenzen, insb. „klassische“ Formen der Wissensgenerierung entwertet werden und verloren gehen können. Dies kann zum einen zu einem Verlust von Autonomiegefühl und Misstrauen gegenüber entsprechender Systeme führen – nicht zuletzt in Anbetracht eines „digital divide“. Zum anderen entsteht eine zunehmende Abhängigkeit gegenüber digitalen Systemen.

#### *Governance von digitalen Erdtechnologien*

Die Erforschung, Realisierung und Instandhaltung eines aufeinander abgestimmten Sets von digitalen Erdtechnologien zur Messung und Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän, von Fernerkundungssatelliten über Sensoren im Internet der Dinge bis hin zu einem voll funktionsfähigen digitalen Zwilling unseres Planeten bedarf weiterhin erheblicher Investitionen, die zum jetzigen Zeitpunkt, vor dem Hintergrund eines mit Unsicherheit behafteten Nutzen, getätigt werden und anderen Strategien zum Umweltschutz nicht zur Verfügung stehen. Darüber hinaus ist der Ressourcenaufwand in Form von Material, Energie und Knowhow, der für die Systeme und deren (digitaler) Infrastruktur notwendig ist, in den Blick zu nehmen (van Genderen et al. 2020).

Eine vorausschauende Governance digitaler Erdtechnologien greift ethische Fragestellungen und Risiken proaktiv auf, die mit dem Ausbau von digitalen Erdtechnologien einhergehen. Wem gehört ein solches, digitales Abbild der Erde? Und wie sind Zugang, Deutungshoheit und Nutzungsmöglichkeiten von Daten verteilt? Während die von digitalen Erdtechnologien erfassten Daten zunächst wertneutral sind

(unter Einbezug von Datensicherheit, -verfügbarkeit und -verlässlichkeit), ist dies für deren Interpretation und die Ableitung von Lösungsansätzen nicht der Fall. Hier müssen unterschiedliche Aspekte gewichtet und schließlich eine Zielrichtung formuliert werden. Damit wird der Zugang zu den Systemen und die Transparenz bei deren Nutzung zur Machtfrage. Die Komplexität des Betrachtungsgegenstands und die unterschiedlichen Möglichkeiten „wünschenswerte“ Entwicklungen zu gewichten, können dabei zur Rechtfertigung unterschiedlicher Vorgehensweisen genutzt werden (Oliveira und Siqueira 2022). Dies kann auch zu Misstrauen hinsichtlich des Erkenntniswertes von digitalen Erdtechnologien beitragen.

Bei einem Ausbau von digitalen Erdtechnologien steigt auch die Abhängigkeit von deren Funktionsfähigkeit. Deshalb stellt sich die Frage nach erforderlichen Kompetenzen, nach der technischen Funktionalität, Sicherheit und Resilienz der Systeme, bzw. der ihr zugrundeliegenden Infrastruktur, gegenüber Manipulationen.

#### *Reichweite und Grenzen von digitalen Erdtechnologien*

Umweltforschung und -governance basieren ihrer Art nach seit langem auf umfangreichen Daten. Mit der Explosion an Daten im Zuge der Verbreitung digitaler Erdtechnologien stellen sich neue Anforderungen an die potenziellen Nutzer\*innen: Welche Datenbestände gibt es (nicht nur Umweltdaten, sondern auch Daten aus anderen Themenbereichen und Erhebungsformen) und wie können sie für die jeweiligen Forschungs- und Governancethemen genutzt werden?

Es existieren bereits jetzt zahlreiche Geschäftsmodelle, die auf den von digitalen Erdtechnologien generierten Daten beruhen. Die Weiterentwicklung und der Ausbau dieser Technologien ist daher auch mit ökonomischen Interessen verbunden, die nicht zwangsläufig mit Umwelt- und Klimaschutz einhergehen, bzw. diesen sogar zuwiderlaufen können, zum Beispiel die Nutzung von Fernerkundungsdaten zur effektiveren Ausbeutung von natürlichen Ressourcen wie Holz. Daher besteht eine Herausforderung für die Umweltforschung und -governance darin, sicherzustellen, dass keine falschen Hoffnungen in Bezug auf

<sup>16</sup> Der Umweltsatellit EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program) umkreist die Erde in einer niedrigen Umlaufbahn und macht dabei in mehr als 250 Teilbereichen des sichtbaren und infraroten Lichts gleichzeitig Aufnahmen der Erdoberfläche. Alle vier Tage wird ein vollständiges Bild über den Zustand und Veränderungen der Erdoberfläche erstellt, das eine nachhaltige Landnutzung unterstützen soll (Es sei zum Beispiel möglich, mit EnMAP den Gesundheitszustand von Pflanzen und Gewässern zu überwachen), helfen soll den Klimawandel zu charakterisieren und Umweltzerstörung frühzeitig zu erfassen, um ihr entgegenzuwirken. Es wird erwartet, dass EnMAP bislang verborgene Phänomene aufdecken wird (BMWK – Deutscher Umweltsatellit ins All gestartet).

die Möglichkeiten der Technologien entstehen und dass die Investitionen in die Erforschung und Verbreitung von digitalen Erdtechnologien Synergien zwischen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit erzeugen, statt lediglich unter dem Vorwand der Nachhaltigkeit für andere Zwecke verwendet zu werden.

Gerade im Bereich der Digitalen Erdtechnologien wird die Dual Use Problematik immer wichtiger. Die Gleichzeitigkeit der geostrategischen Machtspiele und der globalen Umweltkrisen birgt die Gefahr, dass militärisch-strategische Technologien unter der Flagge des Umweltschutzes segeln, mithin des „Greenwashing“. Augenscheinlich ist dies beispielsweise bei den Aktivitäten zur Erschließung bislang unzugänglicher Gebiete (wie z.B. die Tiefsee) durch autonome Systeme (Erdmann et al. 2022). Eine Analyse der Geldgeber und Forschungsakteure zeigt, dass nicht die in der Öffentlichkeit massenhaft propagierten Motive wie Ökosystemforschung im Vordergrund stehen, sondern handfeste geostrategische, militärische und kommerzielle Interessen, oft auch mit unmittelbar negativen Auswirkungen auf die betroffenen Ökosysteme.

Durch Digitale Erdtechnologien wird die Mensch-Umwelt-Beziehung medial vermittelt. Mit der Verbreitung von digitalen Erdtechnologien zur Vermessung und Steuerung des Stoffwechsels im Anthropozän und die Kommunikation über deren Möglichkeiten werden weite Teile der Bevölkerung die Erde als durch Technik kontrollierbar wahrnehmen. Damit verschiebt sich die Perspektive der Menschheit vom schicksalhaften Sein auf der Erde hin zum Gestaltungsauftrag mit bestimmten Verantwortungszuschreibungen.

In absehbarer Zeit ist nicht damit zu rechnen, dass digitale Erdtechnologien die Erde so genau vermessen und die Steuerung des Stoffwechsels unterstützen können, dass sich Erfolgsmeldungen aneinanderreihen werden. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass die Unkenntnis über den Stoffwechsel weiterhin immens bleiben wird und, dass unerwartete Ereignisse den Glauben an das frühzeitige Erkennen und die Gestaltbarkeit des Stoffwechsels durch digitale Erdtechnologien immer wieder erschüttern werden. Gleichwohl scheint das Erkenntnis- und Steuerungsversprechen für viele Menschen ein attraktives

Narrativ zu sein, dem sie gerne folgen würden. Deshalb ist zukünftig mit einer weiten Verbreitung ambivalenter Einstellungen zur Vermessung und Steuerung des Stoffwechsels der Erde zu rechnen.

### Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance

Digitale Erdtechnologien versprechen großes Potenzial, natürliche Stoffströme zu beobachten, zu simulieren und ggf. auf den so gewonnenen Einblick aufbauend zu Gunsten des Umwelt- und Klimaschutzes zu beeinflussen. Dabei ist zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nicht klar, dass entsprechende Potenziale auch tatsächlich ausgeschöpft werden können und die notwendigen Investitionen sich gegenüber anderen Strategien als kosteneffizient erweisen. Die Bereitstellung von Daten aus Copernicus, einem Programm zum Monitoring der Erde durch die Europäische Umweltagentur hat deren Aufgabenprofil und Arbeitsweise erheblich verändert.<sup>17</sup>

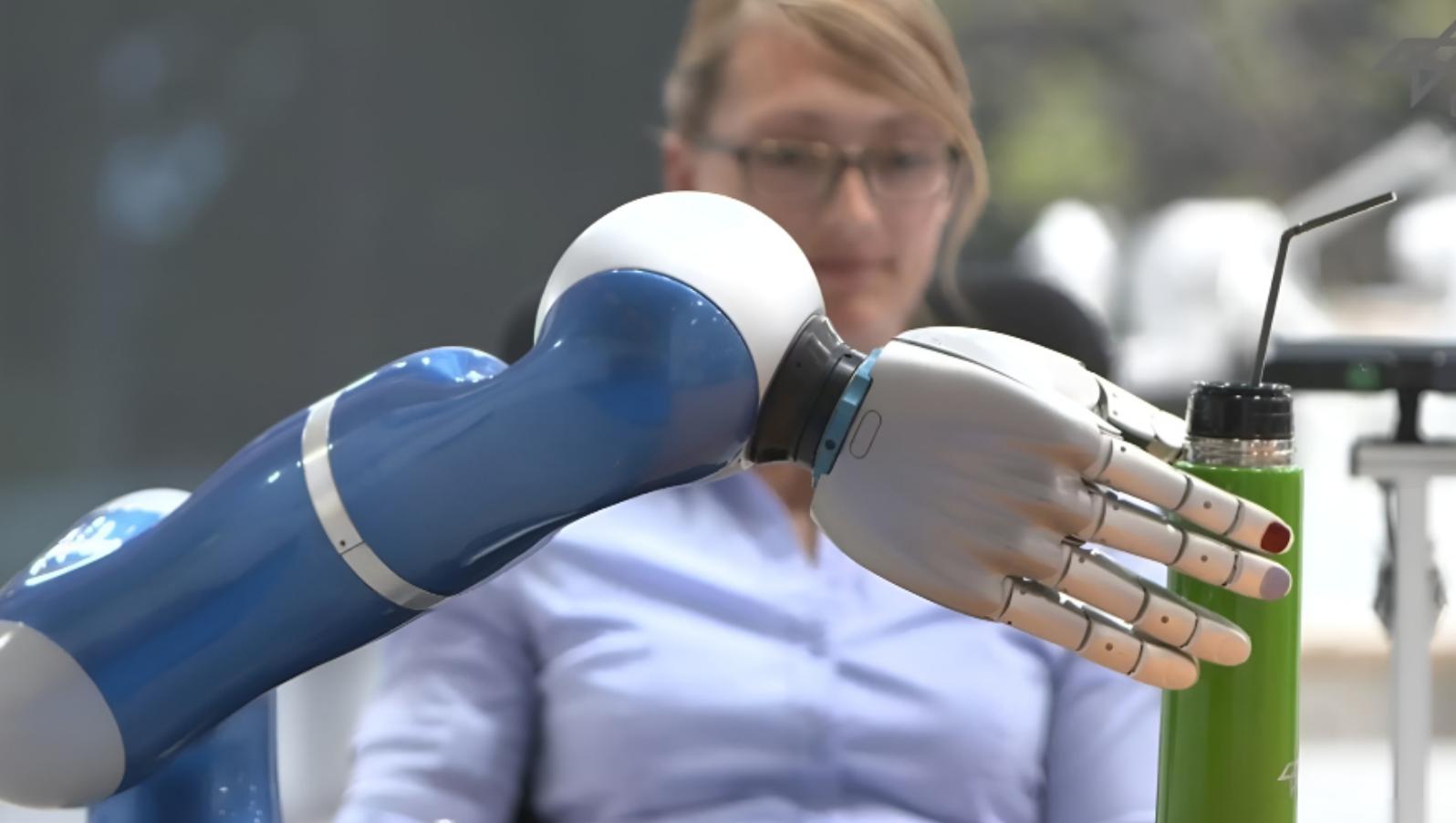
- ▶ Digitale Erdtechnologien eröffnen die Möglichkeit das Verständnis von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen grundlegend zu verbessern, gehen jedoch mit unbekanntem Rückwirkungen auf andere Wissensformen und Umweltbewegungen einher. Analysewerkzeuge bilden Umweltwissen mittels Künstlicher Intelligenz (KI) und Modellen neuartig ab. Die Erkennung tierischer Emotionen könnte den Tierschutz neu begründen, die Produktivkraft der Natur könnte in neuer Form für eine regenerative Nutzung der Natur verwendet werden und unerwartete Einflüsse des Menschen auf die Umwelt könnten neue Umweltthemen auf die Agenda bringen. Hieraus ergibt sich für die Umweltforschung die Notwendigkeit, diese neuen Erkenntnismöglichkeiten systematisch zu ermöglichen sowie ethische Fragen stärker in den Blick zu nehmen und interdisziplinär zu betrachten.
- ▶ Dabei gilt es auch künftig, die Potenziale von digitalen Erdtechnologien mit Blick auf die sich stetig weiterentwickelnden (technischen) Möglichkeiten fortlaufend zu überprüfen und das Versprechen von Selbststeuerung und Einwirkung hinsichtlich eines anthropogenen Stoffwechsels innerhalb der planetaren Grenzen zu beurteilen. Konkret ist der Beitrag Digitaler Erdtechnologien zur Datenerhe-

<sup>17</sup> Copernicus – European Environment Agency (europa.eu)



lung und Messung von Nachhaltigkeitsindikatoren zu beurteilen, insbesondere auch für Länder die über keine leistungsfähige Berichterstattung verfügen.

- ▶ Nicht zuletzt aufgrund des hohen Energiebedarfs von digitalen Erdsystemen und der zugrundeliegenden Infrastruktur, gilt es (Umwelt-)Kosten-Nutzen Aspekte zu berücksichtigen und im Vergleich zu anderen Strategien den „Nettobeitrag“ zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen im Auge zu behalten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die von digitalen Erdtechnologien erhobenen Daten primär oft anderen Zwecken als dem Umwelt- und Klimaschutz dienen, beispielsweise militärischen Zwecken (Dual Use Problematik), und deshalb ein mögliches Greenwashing nicht-nachhaltiger Einsatzgebiete erkannt und vermieden werden muss.
- ▶ Bezüglich der Finanzierung der Systeme gilt es für die Umweltgovernance darüber hinaus eine Synergie zwischen Wirtschaftlichkeit, Zugänglichkeit und Transparenz, Sicherheit und Resilienz sowie Nachhaltigkeit der Systeme herzustellen (Governance of Technology).
- ▶ Digitale Erdtechnologien führen zu Verschiebungen in der Umweltgovernance, verstanden als Gesamtheit an sozialen Akteuren und Institutionen (Normen, Regeln, Standards, Gesetze, Gewohnheiten, etc.) ebenso wie die Datensammlung und Entscheidungsprozesse, die für Umweltentscheidungen maßgeblich sind. Akteure wie die European Space Agency, Sensorhersteller, Rechenzentrenbetreiber, KI-Unternehmen, Internetregulierungsbehörden und Umweltverwaltungen bilden eine neuartige globale Akteurskonstellation, die die bisherigen nationalen und sektoralen Ansätze des Umweltmonitoring und der Umweltgovernance in ihrer Reichweite und Komplexität bei weitem übersteigt.
- ▶ Das Verhältnis von Digitalen Erdtechnologien und den damit verknüpften Steuerungsverständnissen ist in Bezug auf Transformationen bislang wenig ausgearbeitet worden (Governance by Technology). Es fehlt an Konzepten was genau Digital Twins der Erde und Impact Assessments leisten können (z. B. wie Erkenntnisse aus unterschiedlichen Modellen gezielt und systematisch als Informationsgrundlage für Entscheidungen kombiniert werden können, „Confidence Approach“) und dem Umgang mit den damit einhergehenden Unsicherheiten. Und es fehlt an Governance-Szenarien und konkreten Governance-Modellen, die automatisierte Datenanalyse und -vorhersage (z. B. mittels Maschinellem Lernen).



## 2.3 Digitale Durchdringung der Lebenswelt – Wandel von Autonomie und Kontrolle im Alltag

**Trend:** Durchdringung der alltäglichen Lebenswelt mit digitaler Technik

### Emerging Issues:

- ▶ Veränderung von Mensch-Technik-Beziehungen in digitalen Alltagsroutinen
- ▶ Digitale Alltagsumgebungen unter der Lupe für die Umweltforschung
- ▶ Die Verhaltensbeeinflussung im Spannungsfeld verschiedener Interessen
- ▶ Digitale Handlungskompetenz im Alltag
- ▶ Reichweite und Grenzen der digitalen Durchdringung der Lebenswelt

### In Kürze:

- ▶ Unsere alltägliche Lebenswelt wird zunehmend von digitaler Technik durchdrungen. Bei diesem Zukunftsthema geht es um die Interaktion mit Objekten, in denen die digitale Technik im Hintergrund steht. Dazu gehören zweckrationale Beziehungen (z. B. zu automatisierter Haustechnik), parasoziale Beziehungen (z. B. zu anthropomorphen Robotern) und distanzarme Beziehungen (z. B. Chip-Implantate als Teil von uns selbst).

- ▶ Durch das Verschwinden digitaler Technik in den Hintergrund verändert sich das Verhältnis von Menschen zur Technik. Insbesondere werden vormals von Menschen ausgeübte Handlungen immer mehr an digitalisierte Technik delegiert, wodurch die technisch-ökonomischen Eigenheiten des Technik-Designs zulasten der Autonomie der Nutzer\*innen an Bedeutung gewinnt. Herausforderungen sind neuartige Interessenkonstellationen und Kompetenzverschiebungen.
- ▶ Durch die Etablierung digitaler Schnittstellen in der Lebenswelt könnte ein neuer Zugang zur Beobachtung, Erhebung und Beeinflussung des realen Alltagsverhaltens geschaffen werden. Für die Umweltgovernance stellt sich die Frage, in welchem Maße und unter welchen Bedingungen die Option der technisch vermittelten, prä-reflektiven Verhaltensbeeinflussung wünschbar ist und welchen Stellenwert sie im Gefüge aller Maßnahmen für ein umweltgerechteres Alltagsverhalten hat.

### Hintergrund: Um was es geht

Zur Lebenswelt zählen die verschiedenen Umgebungen, in denen wir uns alltäglich aufhalten und bewegen: unsere Wohnung, Verkehrsmittel, Straßen, Wege, Plätze, Schulen, Fabriken, Büros, Läden, Ämter, Freizeiteinrichtungen, soziale Treffpunkte, Restaurants, unsere natürliche Umwelt (vgl. Kapitel 2.2) und vieles mehr. Im erweiterten Sinne zählen auch unsere Kleidung und unser Körper selbst hinzu. Unter den Begriffen Pervasive Computing, Ubiquitous Computing oder Ambient Intelligence wird die allgegenwärtige und weitreichende Durchdringung des Alltags mit Computern bereits seit längerem gefasst.

Digitale Technik unterstützt Routinetätigkeiten und Alltagsentscheidungen bzw. nimmt diese den Personen ab. In Abgrenzung zum „Next Generation Internet“-Ansatz mit dem Metaversum (Kapitel 2.4) geht es bei diesem Zukunftsthema schwerpunktmäßig um die Integration von digitaler Technik in bislang nicht oder kaum digitalisierte Objekte, um digitale Lebensgefährten und um das Tragen von Computern im Körper (Implantate) oder am Körper (Wearables). Hierdurch wandelt sich insbesondere das Verhältnis von Autonomie und Kontrolle im Alltag.

Aktuelle Beispiele für die digitale Durchdringung der Lebenswelt sind smarte Autoinnenspiegel, die uns per Eye-Tracking anzeigen, wenn wir müde werden, Kühlschränke, die uns darauf hinweisen, dass Lebensmittel kurz vor Ablauf des Verfallsdatums stehen und die „Alexa“ mit der nicht nur funktionale, sondern auch emotionale und para-soziale Beziehungen aufgebaut werden. Die Smart Watch misst unseren Puls und weist uns an, unsere körperliche Aktivität zu verändern. Eine bislang kleine Gruppe von Menschen, die Transhumanisten, propagiert ausdrücklich das digitale Enhancement, also die Verbesserung der menschlichen Fähigkeiten über das natürliche Maß hinaus. Viele von Ihnen tragen Computer-Implantate. Angesichts dieser neueren Entwicklungen wird dieses Thema unter dem Blickwinkel der Umweltforschung und -governance auf neue Emerging Issues hin analysiert.

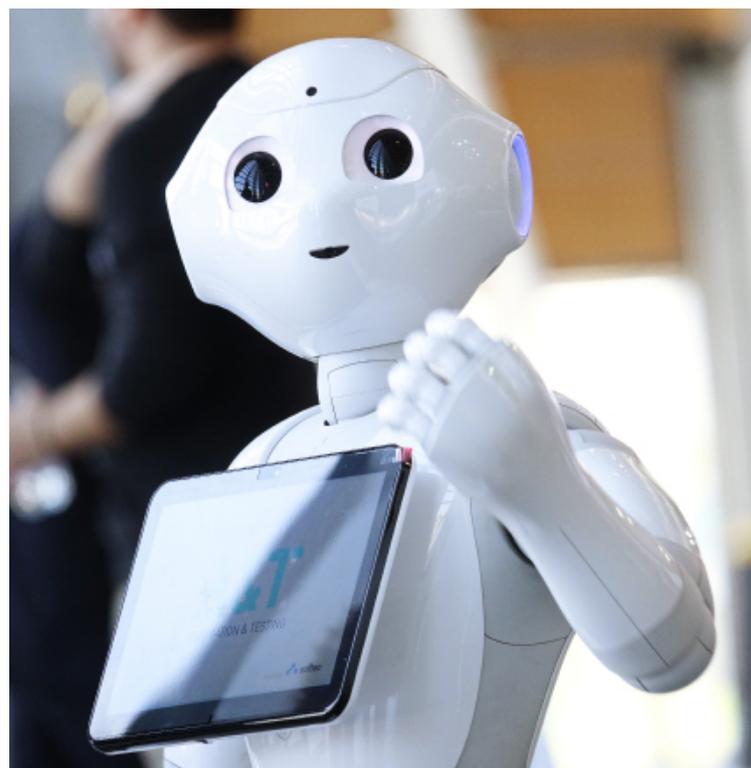
### Treiber und Trends

Wesentliche Treiber der digitalen Durchdringung der Lebenswelt sind die technische Entwicklung der Informationstechnik, der Preisverfall bei Mikroelektronik, neue Geschäftsmodelle und der Ausbau der Marktpositionen kommerzieller Anbieter und auch gesellschaftliche Trends wie tatsächliche oder

empfundene Zeitnot (Delegationsbedürfnis), Selbstoptimierung (Verbesserungsbedürfnis) und Verein-samung beziehungsweise ein nicht ausreichend gestilltes Kommunikationsbedürfnis.

Technische Treiber für die digitale Durchdringung der Lebenswelt sind insbesondere die Miniaturisierung und die Leistungssteigerung von Mikroelektronik. Durch Einbettung der Mikroelektronik, hier insbesondere die Sensorik und Aktorik (Erzeugen von Bewegung oder Verformung), in Gegenstände werden immer mehr Systeme entwickelt, die Aufgaben im Alltag autonom erledigen können. Durch die Vernetzung digitaler Gegenstände entsteht ein Internet der Dinge (IoT). Basistechnologien wie Künstliche Intelligenz (KI) und Edge Computing bilden eine Computer-Architektur, die Datenspeicherung und Rechenprozesse näher an die Datenquelle bringt und angebunden an das Internet eine dezentrale Datenverarbeitung ermöglichen.

Die Forschungslinien Soft Robotics und Affective Computing tragen zur Entwicklung „digitaler Lebensgefährten“ bei. Die Interaktion von Menschen mit Technik im Hintergrund bzw. als „Kooperationspartner“ weitet sich aus und verändert sich in ihrer Qualität. So entstehen visuelle, auditive, z. T. haptische Begegnungen (z. B. mit roboterähnlichen



Geräten), die sich bisweilen zu anthropomorphen, also menschenähnlichen Beziehungen ausgestalten.

Digitale Technik gelangt nicht nur in immer mehr Gegenstände und physische Umgebungen, sondern wird immer öfter am Menschen (u. a. Smart Watch, i-Clothes) getragen und dringt partiell bereits in den Menschen selbst ein, z. B. in Form von implantierten Mikrochips oder Mensch-Gehirn-Schnittstellen (Brain-Computer-Interfaces). Hierbei konvergieren Computer-, Nano-, Bio- und kognitive Technologien. Grundlage für diese neuen Technologien sind auch Fortschritte auf dem Gebiet der Kognitionswissenschaften, der neuronalen Forschung (u. a. Human Brain Project) und der Künstlichen Intelligenz.

### Emerging Issues

Die digitale Durchdringung der Lebenswelt schreitet weiter voran und wird durch die technisch immer besser konstruierbare emotionale Komponente immer subtiler und immersiver. Auch erlangt sie bei Wahrnehmung der Möglichkeiten des Nudging zur Verhaltenssteuerung eine neue Qualität der Beeinflussung von Alltagsverhalten.

### Veränderung der Mensch-Technik-Beziehungen in Digitalen Alltagsroutinen

Die Interaktion von Menschen mit digitalen Objekten im Alltag erfolgt mehr oder weniger bewusst. Das Kennzeichen von Alltagsroutinen ist, dass über sie meist nicht nachgedacht wird, sondern dass sie einfach ausgeführt werden. Mit Blick auf die digitale Lebenswelt scheint es sinnvoll, drei Interaktionsmodi voneinander zu unterscheiden (Erdmann et al. 2022):

- ▶ Zweckrationale Beziehungen zu den „stillen Helfern“ im Hintergrund. Computer sind in Alltagsgegenständen eingebettet, oft miteinander vernetzt, intuitiv ansteuerbar oder sie agieren autonom. Menschen schätzen diese Art von Computern als nützlich; sie erleichtern ihnen den Alltag und benötigen selbst kaum Aufmerksamkeit, so dass die Menschen ihre mehr oder weniger knappe Zeit mit Aktivitäten verbringen, die sie höher gewichten als die Aktivitäten von denen sie durch Computer entlastet werden (z. B. Staubsaugen, Einkaufen gehen, Musik auswählen).
- ▶ Parasoziale Beziehungen zu digitalen Lebensgefährten: Mit den Fortschritten auf den Forschungsgebieten des Affective Computing, der Verarbeit-

ung und Erzeugung natürlicher Sprache (Natural Language Processing – NLP) und der Soft Robotics ziehen zunehmend anthropomorphe Computer in den Alltag ein. Durch das Erkennen und Erzeugen von Emotionen können parasoziale Beziehungen zwischen Menschen und Computern entstehen. Es ist unklar, inwieweit diese parasozialen Beziehungen zwischenmenschliche Beziehungen ergänzen bzw. ersetzen können, beispielsweise um sich weniger einsam zu fühlen. Beispiele für digitale Lebensgefährten im Alltag sind Chatbots wie ChatGPT, Roboter, als vertrauter menschlicher Gegenüber agieren und Roboter in Mensch-Technik-Kooperationen in der Arbeitswelt.

- ▶ Distanzarme Beziehungen zu Computern, die in oder am Körper getragen werden („Verschmelzung“). Hierunter fällt ein breites Spektrum an Artefakten, die sich dahingehend unterscheiden, (1) wie eng und wie reversibel sie mit dem menschlichen Körper verschmolzen sind, (2) ob körperliche, kognitive oder emotionale Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen damit beeinflusst werden sollen, und schließlich (3) inwieweit der Mensch, der die technischen Artefakte verwendet, deren Funktionen selbst steuert bzw. inwieweit seine Aktivitäten gesteuert werden.

Sind zweckrationale Beziehungen zu Computern in unserem Alltag bereits Realität und werden durch das Internet der Dinge weiter verstetigt, so ist der Aufbau parasozialer Beziehungen zu Computern jüngeren Datums.

Wenn Bürger\*innen nicht nur vor dem Computer, sondern auch im Umgang mit ihren digitalen Objekten zunehmend KI-gestützt Entscheidungen treffen bzw. dazu genudgt werden, so hat dies tiefgreifende Auswirkungen auf ihr Verhältnis zur Lebenswelt. Die digitalen Helfer im Hintergrund und die digitalen Lebensgefährten senden Signale und führen Prozesse aus. Signale können den Interessen des Empfängers, des Anbieter und seiner Geschäftspartner oder auch dem Umweltschutz dienen, indem sie Entscheidungen im Sinne des Umweltschutzes beeinflussen bzw. Aktivitäten im Sinne des Umweltschutzes ausführen.

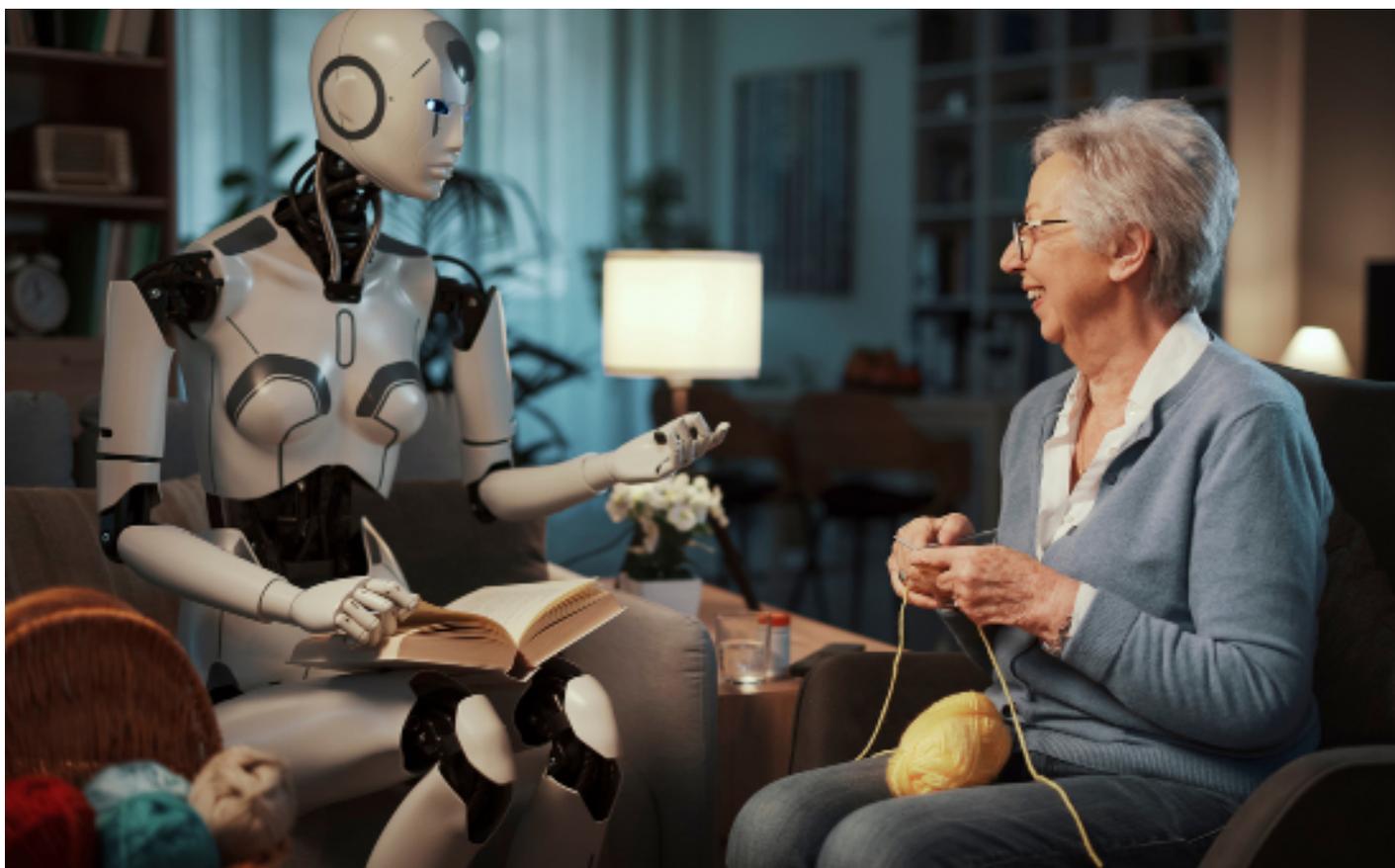
Für die einen Empfänger\*innen bedeuten die digitalen Helfer Hilfe und Erleichterung im Alltag und für die anderen Empfänger\*innen Entmündigung. Die digitalen Helfer verringern durch die Übernahme von

sonst durch Menschen ausgeführte Prozesse die Reflexion über das Alltagshandeln, es sei denn, es sind gezielt Feedback-Mechanismen unter Beibehaltung der Autonomie der Empfänger\*innen vorgesehen. Die potenziellen Auswirkungen des Alltagsverhaltens auf die Umwelt können erlebbar gemacht werden, z. B. durch Anzeige aufbereiteter Daten aus Lebenszyklusanalysen oder sogar immersiv durch erweiterte und virtuelle Realität. Eine verringerte Reflexion des Alltagsverhaltens und seiner Bezüge zur Umwelt kann die intrinsische Motivation, sein Handeln an normativen Maßstäben wie dem Umweltschutz auszurichten und das Verantwortungsgefühl für die eigenen Handlungen unterminieren, kann aber auch – sofern Nachhaltigkeit als Rahmen für sämtliche Handlungen vorgegeben ist – die Handelnden entlasten.

Digitale Assistenten entwickeln sich oft erst im Laufe der Interaktion im Alltag zu digitalen Lebensgefährten. Verstärkt mit humanoiden Merkmalen und sozialen Verhaltensweisen ausgestattet, verleiten sie zu anthropomorphen Projektionen. Die Ergänzung und der Ersatz menschlicher Beziehungen durch Mensch-Technik-Beziehungen hat emotionale Auswirkungen mit Rückwirkungen auf die Alltagsaktivitäten

und den daran gekoppelten Ressourcenverbrauch (u. a. Ressourcenaufwand für digitale Lebensgefährten, veränderte Mobilitätsmuster), vor allem aber können digitale Lebensgefährten für die Umweltkommunikation und Verhaltensbeeinflussung einen neuen Ansatzpunkt liefern.

Wurden Mensch-Computer-Schnittstelle-Technologien ursprünglich für eng begrenzte Fragestellungen in spezifisch regulierten Bereichen in spezialisierten Einrichtungen im Forschungs-, Medizin- und Rehabilitationsbereich entwickelt und eingesetzt, so ermöglichen immer leistungsfähigere, miniaturisierte und portable Geräte mit wachsendem Funktionsumfang die Nutzung für eine steigende Anzahl von Zwecken bis hin zu einer Alltagsanwendung „für jedermann“ (Erdmann et al. 2022). Künftig realisierbar erscheinen Anwendungen des Kognitiven Enhancement bzw. der *Augmented Cognition*, bei denen in die Mensch-Computer-Schnittstelle vorhersagende, beratende und automatisierte Funktionalitäten einschließlich des permanenten Monitorings der Hirnaktivität in Echtzeit integriert und kombiniert werden. (Umweltrelevante) menschliche Verhaltensweisen könnten somit stark beeinflusst beziehungsweise manipuliert werden.



### *Digitale Alltagsumgebungen unter der Lupe für die Umweltforschung*

Digitale Helfer und digitale Lebensgefährten erheben Daten über uns, unsere Lebenswelt und über sich selbst. Damit dringen sie in einer Tiefe in den Alltag der Menschen ein, der auf der Ebene von Mikropraktiken Aufschlüsse über umweltrelevantes Handeln eröffnet. Hierdurch werden Daten einer neuen Qualität erhoben, die digital codiert und verarbeitbar sind, so dass sie der Verhaltens-, Kognitions-, Konsum- und Umweltforschung zur Verfügung gestellt werden können.

Gleichzeitig ist bekannt, dass die digitalen Lebenswelten selbst ressourcenintensiv sind und in einer ganzheitlichen Umweltbetrachtung auch indirekte und systemische Effekte zu berücksichtigen sind. Eine gleichzeitig ganzheitliche und auf digital erfassten Mikropraktiken basierende, hochwertige Bilanzierung des Alltags ist bislang noch nicht unternommen worden, kommt aber mit der zunehmenden Durchdringung der Lebenswelt mit digitaler Technik in Reichweite.

Es ist gut möglich, dass Menschen zunehmend aus eigenem Interesse heraus ihre Alltagssignaturen digital erfassen (zu Hause, im Büro, Essen und Wassernutzung, etc.) mit ihnen spielerisch experimentieren und ihr Verhalten und daran gekoppelte Umweltwirkungen reflektieren oder ihre Daten der Wissenschaft zur Verfügung stellen (Interview 3). Sollte sich die Verwendbarkeit der Daten, die von digitalen Helfern und digitalen Lebensgefährten gewonnen werden, für den Umweltschutz verbessern, so eröffnen sich für die Umweltforschung und -governance neue Möglichkeiten für Umweltscoreing und -nudging.

### *Die Verhaltensbeeinflussung im Spannungsfeld verschiedener Interessen*

Bislang erfolgt die Ausrichtung der digitalen Umgebungen, digitalen Helfer und digitalen Lebensgefährten vorwiegend anhand der Nutzerinteressen und unter kommerziellen Aspekten seitens der Anbieter. Hierbei kommt neben deterministischen Systemen (von den Anbieter oder Nutzer\*innen konfigurierbar) zunehmend auch KI zum Einsatz. Diese kann zur Unterstützung der menschlichen Entscheidungsfindung ausgelegt werden, aber auch vollautonom agieren. Hierbei geht es um die Austarierung des Verhältnisses von Freiheit zu Bevormundung. Noch zugespitzter ist die Lage bei distanzarmen



Mensch-Computer-Beziehungen. Durch Gehirn-Maschine-Schnittstellen werden als typisch menschlich geltende kognitive und affektive Fähigkeiten der externen Beobachtung sowie der Manipulation zugänglich.

Fakt ist, dass Menschen in ihrem Alltag oft nicht rational handeln und sich auch ihre eigentlich vorhandene Umweltmotivation oft nicht in umweltgerechtem Verhalten niederschlägt. Mit Künstlicher Intelligenz kann dieses menschliche Verhalten offengelegt und wiedergespiegelt werden. Scoring und Nudging in der digitalen Lebenswelt stellen die Entscheidungshoheit der Menschen in ihren Alltagsroutinen in Frage und können sie aushebeln. Möglicherweise hätte dies Rückwirkungen auf das Verantwortungsgefühl von Menschen für ihre Handlungen insgesamt. Andererseits kann argumentiert werden, dass Nudging in digitalen Umgebungen oder mittels digitaler Helfer und digitaler Lebensgefährten faktisch immer stattfindet, und ob das im Sinne der Gemeinwohlorientierung ausschließlich eine Domäne der Anbieter und Nutzer\*innen sein soll. Auch kann Künstliche Intelligenz aus den Daten, anhand derer sie sich trainiert hat, falsche Schlüsse ziehen, die durch menschliches Urteil

offengelegt werden können. Die komplementäre Nutzung von menschlicher und künstlicher Intelligenz hat folglich das Potenzial, die jeweiligen Schwachstellen minimieren.

Entscheidend für die Akzeptanz von Scoring und Nudging dürften Faktoren wie Daten- und Entscheidungshoheit, Transparenz der Daten und Algorithmen und die Vertrauenswürdigkeit der Prozesse sein. Die Transparenz des eigenen Konsumverhaltens kann schmerzhaft sein. Womöglich möchten Menschen den eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für ein Scoring-System nicht wissen oder anderen offenbaren wollen. Der Verweis auf das Gemeinwohl könnte den Solidarbegriff als Druckmittel missbrauchen, dass Bürger\*innen sich einem Nudging-System stellen. Vermutlich würde die Abnahme von Alltagsentscheidungen durch staatliche Interventionen auf geringe Akzeptanz und rechtliche Hindernisse stoßen. Der Handlungsspielraum des Staates scheint sich hier auf die Entscheidungsunterstützung zu beschränken. Durch die Verfügung über Daten und die Festlegung von deren Bedeutung wird Definitionsmacht erlangt. Sollte der Staat hier eine Aufgabe für Interventionen im Sinne des Umweltschutzes sehen, so ist zu klären wer was genau festlegt und dies ist im Sinne eines vertrauensvollen Verhältnisses zwischen Bürger\*innen und Staat transparent und nachvollziehbar zu machen.

Der Datenschutz stellt wegen des Eindringens in die private Lebenswelt ein erhebliches Hemmnis für die Umsetzung von Scoring- und Nudging-Systemen dar (einschließlich gemeinwohlorientierter Systeme). Eine Überprüfung der Verwendung solcher Alltagsdaten für Scoring- und Nudging-Systeme könnte eine Debatte über die Eingriffe von Unternehmen in die Privatsphäre und deren Grenzen beflügeln. Womöglich könnte der Staat im Sinne des Umweltschutzes auf Freiwilligkeit (im Sinne von Datenspenden) setzen oder auf datenschutzkonforme Systeme für ein Selbst-Scoring oder Selbst-Nudging. Hier wäre der Staat aber auf Kooperationen mit den Technologieunternehmen angewiesen.

### *Digitale Handlungskompetenz im Alltag*

Jede Delegation von Aktivitäten von Menschen an technische Systeme geht mit dem Gewinn und dem Verlust von bestimmten Kompetenzen und

Fertigkeiten einher. So hat die verbreitete Einführung von Navigationsgeräten die Fähigkeit zum Kartenlesen und zur selbstständigen Orientierung im Raum geschmälert, aber auch die Ausbildung von Fertigkeiten zur Verwendung von Navigationsgeräten gefördert. In diesem Abschnitt geht es um ein Aufzeigen des Kompetenzentwicklungsbedarfs für die verschiedenen Beziehungsformen von Menschen zu den in ihre Lebenswelt integrierten Computern.

Die Digitalisierung der Lebenswelt geht mit Veränderungen im Gefüge der Erwartungen an staatliches Handeln, individuelle Verantwortung und Solidarität einher. Die Unreflektiertheit im Alltagsverhalten selbst heißt nicht, dass dieses nicht punktuell einer Reflexion und Anpassung zugänglich ist. Digitale Handlungskompetenz bedeutet auch, bewusst Beziehungen zu den digital vermittelten Lebenswelten aufzubauen.

Zweckrationale, para-soziale und distanzarme Beziehungen zu Computern und ihre Rückwirkungen auf soziale Beziehungen und das Verhältnis zur Umwelt sollten verstärkt reflektiert werden, die Bedingungen gelungener Beziehungen sollten erforscht und formuliert werden und entsprechende Beziehungskompetenz und -fertigkeiten sollten in der Breite der Bevölkerung durch Sensibilisierung und Bildung verankert und genährt werden. Hierfür sind geeignete Kampagnen und Bildungsformate zu entwickeln.

Parallel zur MINT-Bildung<sup>18</sup> könnten durch KI-Werkzeuge hybride Systeme selbst-regulierenden, fragebasierten Lernens für die menschliche Selbstaktivierung, Kreativität, kritisches Denken und Förderung menschlicher Beziehungen angewendet werden. Solche Handlungskompetenzen sind für sozial-ökologische Transformationsprozesse von elementarer Bedeutung.

### *Reichweite und Grenzen der Digitalisierung der Lebenswelt*

Auch in einem stark digitalisierten Alltag wird es verbleibende analoge Anteile geben. Der Stellenwert, dieser nicht digitalen Anteile der Lebenswelt wird aufgrund seines schwindenden Umfangs womöglich in qualitativer Hinsicht steigen. Die Auslotung und Austarierung von analoger und digital

18 Bildung in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

durchdrungener Lebenswelt bedarf zusätzlich einer ganzheitlichen Bewertung, einschließlich der Umweltwirkungen.

Die ethischen Debatten zum Internet der Dinge, zu Affective Computing und zum Digitalen Enhancement werden in den entsprechenden Arenen bereits geführt. An dieser Stelle können die sozialen, ethischen und rechtlichen Chancen und Risiken der drei Interaktionsmodi von Menschen mit digitaler Technik nicht erörtert werden. Wohl aber sind soziale, ethische und rechtliche Aspekte in strategischen Positionierungen zur Digitalisierung der Lebenswelt aus Umweltsicht flankierend mit in den Blick zu nehmen, um die Realisierung etwaiger Transformationspotenziale nicht durch verkürzte Sichtweisen in der Entwicklung von Handlungsstrategien für den Umweltschutz zu gefährden.

#### **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance**

Die Durchdringung der Lebenswelt mit digitaler Technik verlangt von der Umweltforschung und -governance die Wahrnehmung und Adressierung der veränderten Zugänge zum Wissen und Handeln. Unter dem vorherrschenden Digitalisierungsparadigma besteht die Gefahr, andere effektivere Maßnahmen des Umweltschutzes niedriger zu priorisieren (vgl. Kapitel 2.1). Der Alltag verbindet per Definition alle wichtigen Lebensbereiche miteinander, sodass eine isolierte Erforschung und umweltpolitische Adressierung einzelner Teilbereiche des Alltags als verkürzt erscheinen:

- ▶ Eine praxeologische und ethnographische Erforschung der Durchdringung der gesamten Lebenswelt mit digitaler Technik und des daran gekoppelten Alltagsverhaltens wäre einer Untersuchung der umweltbezogenen Implikationen voranzustellen. Hierbei sind Aufenthaltsorte, Verweildauern, Mikroaktivitäten, soziale und digitale Kontakte zu explorieren und die spezifische Rolle der digitalen Technik herauszuarbeiten. Dadurch kann digital durchdrungene Alltagsverhalten erfasst und für die Umweltforschung und -governance zugänglich gemacht werden.
- ▶ Das Umweltressort sollte untersuchen und klären, ob und wenn ja über welche Schnittstellen die Möglichkeiten der Verhaltenserfassung mit seinen Umweltwirkungen (Datenerfassung und Einspeisung in aggregierende Informationssysteme) und der umweltschutzgerechten Verhaltensbeeinflussung wahrgenommen werden sollen. Zu denken ist hier auch an bislang nicht verfolgte Partnerschaften, wie z. B. mit Kühlschrankherstellern, die umweltrelevante Informationen beispielsweise zum Ablauf der Haltbarkeit von Lebensmitteln oder zum erhöhten Stromverbrauch des Kühlschranks nach Hineinstellen eines warmen Topfes anzeigen lassen könnten. Dieses Ecofeedback führt den Menschen die Folgen ihres Handelns für die Umwelt unmittelbar vor Augen. Vom Footprinting, über das Benchmarking bis hin zum Social Scoring und negativen oder positiven Sozialkreditanreizen (z. B. digitale Auszeichnungen mit Non-Fungible Tokens (NFT), vgl. Kapitel 2.8) gibt es ein breites Spektrum an Interventionsmöglichkeiten in das Alltagsverhalten mit unterschiedlicher Beeinflussungsstärke. Auch können Formen des Nudging erwogen werden, die über Aspekte wie technische Voreinstellungen hinaus emotionale Aspekte stärker berücksichtigen. Hierbei gilt es, das Mögliche vom Erwünschten und vom Erlaubten in Relation zu den damit verbundenen Umwelteffekten zu unterscheiden.
- ▶ Angesichts der hartnäckigen Weigerung weiter Teile der Bevölkerung, Abstriche bei ihrer Freiheit, ihren Werten und ihrem Lebensstil zu machen (Blühdorn et al. 2020), der gleichzeitig hohen Akzeptanz digitaler Technologien und der Dringlichkeit der globalen Umweltprobleme kann die technologische Option für die Umweltgovernance ein wirkungsvoller realisierbarer Hebel für eine vergleichsweise rasche und drastische Reduzierung des Ressourcenverbrauchs im Alltagsverhalten sein. Neben der Beeinflussung des umweltrelevanten Verhaltens durch Nudging ermöglicht eine gezielte Durchdringung der Lebenswelt mit digitaler Technik auch andere Formen der Umweltgovernance wie zum Beispiel die Erhebung von Mikrosteuern beim Betreten von Wäldern. In diesem Sinne ist die Digitalisierung der Lebenswelt trotz aller Vorbehalte hinsichtlich des Datenschutzes und der Beeinflussung von Menschen einer breiten und ganzheitlichen Prüfung und Bewertung zu unterziehen.



## 2.4 Das Internet der nächsten Generation – „Metaversum“, „Web 3.0“ oder „Splinternet“?

**Trend:** Entwicklung des Internets der nächsten Generation, einschließlich eines nahtlosen virtuellen Raums, der die Konvergenz physischer und digitaler Realität einschließt.

### Emerging Issues:

- ▶ Das Metaversum als ein neuer Möglichkeits- und Risikoraum für Nutzer\*innen
- ▶ Veränderung von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen
- ▶ Forschen im und für das Metaversum
- ▶ Governance des Internets der nächsten Generation

### In Kürze:

- ▶ Verschiedene Interessen bestimmen die Ausgestaltung des Internets der nächsten Generation. Große digitale Plattformunternehmen investieren massiv in die Entwicklung des Metaversums, also immersive digital erweiterte Welten (Augmented Reality) und virtuelle Welten (Virtual Reality). Im Metaversum von „Meta Platforms“ geht es um die kommerzielle Nutzung sämtlicher digitaler Plattformen, die der Konzern betreibt, in denen die

Menschen weltweit kommunizieren, spielen, lernen, kreativ sind, arbeiten und konsumieren, reisen, kurz: leben.

- ▶ Immersive Internetwelten wie im Metaversum können die Art und Weise verändern, wie Umweltforschung (z. B. Erhebung von Daten zu umweltrelevantem Verhalten durch Augmented Reality) und Umweltgovernance (z. B. Aktive Präsenz von Umweltbehörden im Metaversum) betrieben werden. Es ergibt sich ein Bedarf, die Nettoeffekte der „Abwanderung“ in immersive Welten mit seinen Rückwirkungen auf die analoge Welt sowie die sich dadurch verändernden Gestaltungsspielräume für den Umweltschutz zu bestimmen.
- ▶ Im Metaversum sollen Menschen große Teile ihres Lebens unter dem Regime der Plattformunternehmen verbringen. Die Governance des Metaversums muss um eine Umweltkomponente ergänzt werden und die Umweltressorts müssen reflektieren, in wie weit sie ihre Governance im Metaversum platzieren und im Hinblick auf dieses medial ausgestalten.

### Hintergrund: Um was es geht

Die allgemeine Entwicklung des Internet-Ökosystems stellt auch für die Umweltforschung und -governance eine zentrale Randbedingung dar, die quasi für „Alles“ mitgedacht werden muss (Renda 2020). Zu den global aktuell besonders diskutierten Entwicklungsrichtungen gehören das Web 3.0, verschiedene stark politisch motivierte alternativ regulierende Konzepte und das sogenannte Metaversum:

- ▶ Die Vision des Web 3.0 stellt den Besitz und die Kontrolle von Daten durch die Nutzer\*innen selbst (anstelle von digitalen Plattformunternehmen) in den Vordergrund.<sup>19</sup>
- ▶ Die Next Generation Internet Initiative der Europäische Kommission fasst das zukünftige Internet als ein interoperables Plattformökosystem, das den Werten der Offenheit (open source), Inklusivität, Transparenz, Privatsphäre, Kooperation und des Datenschutzes genügt.<sup>20</sup>
- ▶ Das sogenannte Metaversum bezeichnet heterogene Visionen, in der das Internet zu einer immersiven, cyberphysikalischen Welt komplementär zum Rest der Welt wird (Peters 2023). Aktuell spricht die Firma Apple in diesem Zusammenhang von Spatial Computing.

Länder unterscheiden sich darin, inwieweit sie nach Internet-Souveränität (u. a. hoheitliche Zugangskontrolle, Inhaltsregulierung), globaler Internet-Regulation oder unregulierter Internetentwicklung trachten; zudem entstehen zunehmend privatwirtschaftlich geschaffene „ummauerte Gärten“ für spezifische Zwecke und algorithmisch forcierte „Informationsblasen“. Plausiblerweise werden in naher Zukunft mehrere konkurrierende Internet-Verständnisse gleichzeitig existieren, was zu einem „Splinternet“, d. h. der Gabelung von Protokollen und Spezifizierungen, die heute noch den globalen Charakter des Internets („World Wide Web“) ausmachen, führen würde. Als Konsequenz entstünden dann wenig miteinander verbundene Internet-Teilbereiche mit verschiedenen Governance-Ansätzen und Kulturen.

Auch wenn noch unklar ist, wie genau das künftige Internet reguliert sein wird und ob es noch ein World Wide Web oder ein „Splinternet“ sein wird, deuten aktuelle Forschungstätigkeiten das Aufkommen eines Metaversums an. Im Fokus dieses Zukunftsthemenprofils steht das Metaversum, da mit dieser Vision neue Themen für die Umweltforschung und -governance auf die Agenda kommen können. In technischer Hinsicht ist das Metaversum ein virtuell erweiterter digitaler Raum. Die Augmented Reality (erweiterte Realität, AR) wird über Schnittstellen zwischen physischem und digitalem Leben erzeugt (optisch, haptisch, akustisch, etc.). Damit zählt die AR auch zur digitalen Durchdringung der Lebenswelt (vgl. Kapitel 2.3). In diesem Kapitel wird sie jedoch als Schlüsselkomponente für das Metaversum behandelt, die es Menschen beispielsweise ermöglicht bei einem Stadtrundgang digitale Informationen zu Gebäuden über die Ansicht eben dieser physischen Gebäude in einer Cyberbrille einzublenden. Im Metaversum sollen verschiedene virtuelle Räume (Virtual Reality, VR) möglichst nahtlos miteinander verknüpft werden, um wie im physischen Leben intuitiv zwischen verschiedenen Umgebungen und Aktivitäten wechseln zu können. Beim Eintauchen in das Metaversum spricht man von Immersion bis hin zur Präsenz, bei der die virtuelle Umgebung als real empfunden und die physische Umgebung nicht mehr wahrgenommen wird.

Der Konzern „Meta Platforms“ hat den Begriff Metaversum im Jahr 2020 im Zuge seiner Neuaufstellung aufgegriffen. Seitdem hat Meta Platforms die Vorstellungen, was das Metaversum sein soll, wesentlich geprägt. Gleichzeitig haben konkurrierende Plattformunternehmen wie Amazon, Microsoft und Google eigene Aktivitäten für ein verschiedene virtuelle Räume umspannendes Metaversum entwickelt. Andere Unternehmen wie Samsung, Nike oder Walmart haben dagegen mit der Schaffung begrenzter digitaler Erlebniswelten reagiert (Best 2021). Investitionen fließen zunehmend auch in die Entwicklung offener Metaversum-Plattformen nach den Prinzipien von Dezentralität und Open-Source.<sup>21</sup> Ob die Ausgestaltung des Metaversums als geschlossene oder offene Plattform mit Zugang für andere kommerzielle Anbieter (Amazon, Google, Microsoft, etc.) oder nicht-kommerzielle Anbieter (z. B. Staat, zivilgesellschaftliche

<sup>19</sup> Web 3.0 – The Next Generation of the Internet (nism.com)

<sup>20</sup> Next Generation Internet initiative | Shaping Europe's digital future (europa.eu)

<sup>21</sup> Das Metaverse ist noch nicht angekommen! (cryptonews.net)



Organisationen, Forschung) erfolgen wird, ist noch unklar.

Im Metaversum wird das heute selbstverständliche Verhalten im Internet auf neue Art und Weise stimuliert. Im Metaversum von „Meta Plattformen“ geht es um die kommerzielle Nutzung sämtlicher privater und öffentlicher Digital-Räume, die der Konzern über seine Plattformen betreibt und in denen die Menschen weltweit kommunizieren, spielen, lernen, kreativ sein, arbeiten und konsumieren, reisen, kurz: leben. Neue Erfahrungen und ökonomische Möglichkeiten sollen das Metaversum attraktiv machen. Beispielsweise wird Einkaufen zu einer Aktivität, die über AR haptisch simulierten Kontakt zur Ware ermöglicht und durch Gamification, also spielerische Elemente, ein individualisiertes Erlebnis vermittelt, das im Internet aktuell so nicht erfahrbar ist. Menschen können sich durch Avatare repräsentieren lassen (VR), die mit Algorithmen zur Ausführung erwünschter Aktivitäten, wie zum Beispiel der Anbahnung von Geschäftsbeziehungen, versehen sind.

Die konkrete Realisierung der Gesamtheit der verschiedenen virtuellen und erweiterten Welten (Extended Reality), ihre Verknüpfung und Überlagerung

zu einer übergreifenden Meta-Welt, sowie die zukünftigen Macht- und Besitzverhältnisse darin werden die Lebensweise der Menschen, ihre Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten, den Zugang zu Wissen und auch ihre Werte und Überzeugungen langfristig prägen. Mit dem hier gewählten Fokus auf das Metaversum wird eine aktuell relevante Entwicklung des Internets der nächsten Generation aufgegriffen, ohne andere aus Gemeinwohlsicht wünschenswertere Entwicklungen auszuschließen.

### Treiber und Trends

Zu den Bausteinen für das Metaversum zählen die sechs Schichten mit ihren jeweiligen technischen Treibern: Infrastruktur (Mikrochips und Prozessoren, Cloud-Computing Infrastruktur, etc.), Zugang/Schnittstellen (Headsets, Augmented Reality/Virtual Reality-Brillen, haptische Anzüge, Natural Language Processing etc.), Virtualisierungswerkzeuge (3D-Design-Tools, Avatar-Entwicklung, etc.), zentralisierte und dezentralisierte virtuelle Welten, ökonomische Infrastruktur (digitale Zahlungssysteme, NFT Marktplätze, etc.) und Erfahrungswelten (Spiele, virtuelle Immobilien/Landschaften, Krypto-Wallets zur Aufbewahrung von digitalen Vermögen, etc.).<sup>22</sup> Basistechnologien wie Künstliche Intelligenz und Blockchain sind übergreifende technische Treiber der Entwicklung von Anwendungen im Metaversum. Wichtige unterstützende Dienstleistungen für das Funktionieren des Metaversums sind das Monitoring des Nutzerverhaltens und die Gewährleistung von Cybersecurity.<sup>23</sup>

Mit Non-Fungible Tokens (NFT), also nicht austauschbaren digitalen Objekten und Vermögenswerten, (s. auch Zukunftsthema 2.8. Digitales Geld) werden unter Einsatz von Blockchain echte Unikate digitalisiert und vermarktet oder digitale Unikate geschaffen und registriert (Best 2021). Bislang werden NFTs vorwiegend für Sammlerstücke, Kunst und Gaming aber auch bereits in virtuellen Erlebnis- und Verkaufsräumen (z. B. exklusive Markenangebote z. B. von Prada, McDonalds und Adidas) eingesetzt. Anwendungen von NFT im Metaversum gibt es bereits für den Handel mit virtuellem Land (Decentraland, The Sandbox). Mit NFT entstehen neue Geschäftsmodelle für das Metaversum, die beispielsweise die authentische Einzigartigkeit vermarkten oder kommerziell ausbeutbare Anreize im Gaming schaffen (Decker 2022).

<sup>22</sup> The metaverse could be tech's next trillion-dollar opportunity: These are the companies making it a reality – CB Insights Research.

<sup>23</sup> Metaverse – mehr als nur Second Life 2.0? | Bitkom Akademie (bitkom-akademie.de)

Allerdings wird das Versprechen einer verbesserten virtuellen Erfahrung und eines Mehrwertes bislang nur punktuell eingelöst. Stattdessen wird der Alltag mit seiner Lebensqualität oft als monetarisiert empfunden. Beispielsweise sind die Dynamiken beim Gaming so designed, dass sie die Ausgaben treiben („pay to win“).

Sozioökonomisch wird diese Entwicklung bislang durch privatwirtschaftlich betriebene Social Media-Plattformen getrieben. Sie dienen als Massenmedium für die öffentliche und private Information und Kommunikation und erfüllen Funktionen wie das Agenda Setting wichtiger aktueller Themen, das Erreichen weiter Teile der Bevölkerung, den Austausch von Wissen und Waren, die Pflege sozialer Beziehungen und Entwicklung sozialer Normen. Die Geschäftsmodelle der wenigen großen Plattformunternehmen beruhen auf Daten über das Nutzungsverhalten, die sie mit anderen Daten kombinieren und mittels Maschinellem Lernen auswerten und daraus beispielsweise personalisierte Inhalte, Preismodelle oder Werbung generieren. In einer aktuellen Befragung gaben 10 % der Befragten in Deutschland an, sich vorstellen zu können, ihr Leben komplett ins Metaversum zu verlagern, 64 % konnte sich dies immerhin teilweise vorstellen und 27 % würden eine Verlagerung auch nur von Teilen ihres Lebens ins Metaversum nicht akzeptieren (Duwe et al. 2022).

„Meta Platforms“ hat einige Piloten implementiert, die auf einen explorativen und reflexiven Aufbau des Metaversums schließen lassen. In den Ende 2021 eröffneten „Horizon Worlds“ können Erwachsene kostenlos gemeinsam forschen und sich mit den besten Entwicklungstools ihre eigene Meta-Welt schaffen. Mit den „Horizon Workrooms“ wurde eine virtuelle Arbeitsumgebung geschaffen, in der Nutzer\*innen beispielsweise mit ihrem Avatar an einer Sitzung teilnehmen können. Ob die Menschen die vorgesehenen Aktivitäten im Metaversum massenhaft für interessant und relevant halten werden, und ob sie ihr Leben im Metaversum leicht meistern können, ist noch nicht ausgemacht. Das Metaversum muss, um Erfolg zu haben, einen klaren Mehrwert gegenüber anderen Online-Plattformen wie Microsoft Teams und analogen Formaten wie das Treffen von Menschen im echten Leben erweisen.

Im Hype Cycle Modell der Unternehmensberatung Gartner lag das Metaversum im August 2022 im Bereich der stark ansteigenden Erwartungen. Das Plateau der produktiven Nutzung soll aber erst in mehr als zehn Jahren erreicht sein.<sup>24</sup> Der Aktienkurs der Firma Meta ist vor kurzem eingebrochen,<sup>25</sup> was aber nicht heißt, dass die Verbreitung des Metaversums zukünftig nicht wieder Fahrt aufnehmen kann.

Das Metaversum wird voraussichtlich die bekannte Machtverteilung im Internet fortschreiben und gar auf noch weniger und noch machtvollere kommerzielle Akteure zuspitzen: „Das erfolgreichste Unternehmen hat die einmalige Möglichkeit, gleichzeitig das Apple, Facebook und Amazon der Zukunft zu werden.“ (Duwe et al. 2022). Bevor es zur Ausbildung eines einzigen Gewinners kommt, wird wahrscheinlich um die Ausgestaltung des Metaversums als geschlossene oder offene Plattform mit Zugang für andere kommerzielle oder nicht-kommerzielle Akteure gerungen. Die das Metaversum bildenden Unternehmen übernehmen für die Nutzenden quasi eine Infrastrukturfunktion zur Anbahnung von Kontakten, zur Inspiration, zur Abwicklung ihres Alltags und Verschaffung von Erlebnissen ein.

### Emerging Issues

Mächtige Betreiber\*innen von Internet-Plattformen, wenige global agierende und miteinander konkurrierende Konzerne, haben ein Interesse daran, die Verschränkung und Überlagerung der unterschiedlichen virtuellen Räume voranzutreiben. Das Versprechen an die Nutzer\*innen lautet, sich mit nur einem integrierten Nutzerprofil frei im Metaversum, also über nahtlos miteinander verbundene virtuelle Räume hinweg, bewegen zu können. Die dominierenden Betreiber\*innen der Internet-Plattformen haben ein großes Interesse daran, die große Menge an generierten Daten aus unterschiedlichen Anwendungen und Funktionen miteinander zu verknüpfen und diese kommerziell zu nutzen.

Die Entwicklung des Metaversums verbindet Individuen, Unternehmen und Regierungen durch digitale Werkzeuge und Plattformkonvergenz enger miteinander. Durch die Verlagerung von immer mehr Aktivitäten, sowohl private als auch öffentliche, wirtschaftliche, oder staatliche, in Internet-Plattformen steht

<sup>24</sup> Gartner's latest hype cycle rates metaverse as 10 year+ journey – Ledger Insights – blockchain for enterprise

<sup>25</sup> Meta Stock Crash Steepens As Facebook Parent Grapples With Recession Fears (forbes.com)

das Metaversum auch für die nächste Stufe der Digitalgesellschaft, für neue Formen des Orts- und Zeitverständnisses, der Meinungsbildung, der Entscheidungsfindung und des sozialen Verhaltens.

Die Fortführung der Entwicklung des Internets unter der Führung eines mächtigen Technologieunternehmens bedeutet, dass einige bereits bekannte Emerging Issues an Brisanz gewinnen werden. Die Diskussionen über Regulierung, Schutz der Privatsphäre und Anfälligkeit gegenüber Cyberattacken finden auf Ebene von Regierungen, Industrie und Gesellschaft bereits statt, aber das Metaversum entsteht möglicherweise, ohne dass alle Risiken angemessen adressiert werden.<sup>26</sup>

Welche gesellschaftlichen Veränderungen werden mit der Verlagerung des Alltagslebens ins Metaversum einhergehen? Wie wird das Verhältnis der Menschen zu ihrer realen Umwelt davon geprägt sein? Welche Chancen des Metaversums ergeben sich für Umweltforschung und -governance? Auf welche Risiken muss sich das Umweltressort einstellen?

Einige übergeordnete Emerging Issues kristallisieren sich heraus:

#### *Das Metaversum als Möglichkeits- und Risikoraum für Nutzer\*innen*

Die Nahtlosigkeit des Wechsels zwischen virtuellen Räumen bedeutet für Nutzer\*innen, dass die einstigen technischen Brüche das Bewusstsein und die Reflexion über diesen Wechsel zwischen Aktivitäten, z. B. zwischen kreativer Freizeit und kommerziellen Aktivitäten, schwinden lassen. Rationalität, die gerade für kommerzielle Aktivitäten erforderlich ist, erfordert Zeit. Rationale Reflexionen über den Augenblick hinaus sind unter den Bedingungen der digitalen Beeinflussung unterhalb der Bewusstseinschwelle nicht mehr möglich (Han 2021). Nutzende werden sich vermutlich autonom fühlen, aber dennoch faktisch einer ökonomisch motivierten fluiden Aufmerksamkeitssteuerung durch ein Oligopol gewinnorientierter Unternehmen unterliegen. Die physische Welt wird dann vor allem digital vermittelt wahrgenommen und verändert. Durch Immersion in die digital erweiterte physische und in die virtuelle Realität sind die Nutzenden kognitiver Beeinflussbarkeit in hohem Maße ausgesetzt.

Die technischen Entwicklungen im Bereich virtuelle und erweiterte Realität und die bislang weitgehend fehlende sozio-politische Regulierung im internationalen Rahmen, werden digital kompetente Nutzer\*innen dazu verleiten, im Metaversum grenzüberschreitend Einkommen zu generieren. Hierzu werden sie auf Avatare als Repräsentanten ihrer selbst, als Vernetzende, Vermittelnde oder als Vertragspartner\*innen zurückgreifen. Diese Form der beruflichen Selbstständigkeit wird in einer wenig regulierten Pionierzeit Gewinner\*innen und Verlierer\*innen unter den Metaversum-Nutzern zurücklassen und den Regulierungsbedarf deutlich machen. Die Interaktion mit Avataren vermag so verlaufen, als ob diese Menschen wären (Anthropomorphisierung) (Erdmann und Röß 2020).

Die Betreiber\*innen des Metaversums werden mit großer Wahrscheinlichkeit zu den Gewinner\*innen zählen, ohne dass sich die Nutzer\*innen in ihren nahtlos wechselnden Aktivitäten darüber im Klaren sind. Im Metaversum können Daten in Echtzeit analysiert und zu Interventionen im Metaverse – wiederum in Echtzeit – verwendet werden. Für Business Analytics öffnen sich hier große Einsatzpotenziale und Wachstumschancen für Künstliche Intelligenz (KI). Es ist zu klären, welche Akteure auf welche Daten zu welchen Zwecken zugreifen können sollen, wer darüber entscheidet und die Einhaltung kontrolliert.<sup>27</sup>

Das Metaversum wird zu einem nennenswerten Anteil auf Maschinellern Lernen beruhen. Menschen nehmen die Welt verzerrt wahr und auch Algorithmen sind Biases eingeschrieben. Die Algorithmen des Maschinellen Lernens können zum De-biasing menschlicher Handlungen beitragen, aber transportieren auch eigene diskriminierende Biases. Mit der massenhaften Verlagerung von Aktivitäten ins Metaversum werden auch Handlungen an Algorithmen delegiert, weshalb Biases durch Algorithmen im Metaversum eine zentrale Herausforderung werden wird.

Im Metaversum können sich Personen und Avatare nahtlos zwischen den verschiedenen virtuellen Räumen bewegen, womit Datenverknüpfungen aus den vormals getrennten physischen und virtuellen Räumen möglich werden, die über die heutigen Kombinationen von Datensätzen zu Big Data quantitativ und

<sup>26</sup> 3 global risk areas that demand cosmic action in 2022: Space, the metaverse and Planet Earth | World Economic Forum (weforum.org)

<sup>27</sup> Metaverse – mehr als nur Second Life 2.0? | Bitkom Akademie (bitkom-akademie.de)

qualitativ weit hinausgehen. Die Herausforderungen der Kontrolle und Steuerung von Prozessen durch den Menschen, mithin die Selbstbestimmung – in Bezug auf Information, Datenschutz, freie Meinungsäußerung und Entscheidungen sind in den Blick zu nehmen. Dies wird umso wichtiger, wenn mit dem Aufbau des Metaversums die Konvergenz menschlicher und künstlicher Intelligenz und die Augmentation des Menschen durch Technik voranschreitet. Die kognitiven und affektiven Fähigkeiten der Menschen werden dann noch stärker der externen Beobachtung sowie der Manipulation zugänglich. Ethische und rechtliche Risiken sind zu erörtern, um Folgen und Wünschbarkeit eines Zugriffs auf persönliche Daten und Informationen über individuelle Meinungen und Entscheidungen zu verstehen und zu regulieren.

Der Zugang zum Metaversum muss grundsätzlich für alle gewährleistet sein. Es wird große Unterschiede bei den Fähigkeiten geben, sich im Metaversum zu rechtzufinden und von Angeboten zu profitieren. An der Selbstentfaltung im Metaversum können sich Nutzer\*innen „eine blutige Nase holen“, weshalb über die übliche Medienkompetenz hinaus eine spezielle Metaversum-Kompetenz an Bedeutung gewinnen wird.

Gleichzeitig ruft die angestrebte Verlagerung von immer mehr Aktivitäten ins Metaversum und die Navigation unter einem einzigen integrierten Nutzerprofil, einen Bedarf nach außerordentlich hoher Cybersecurity, Schutz der Nutzerdaten und Schutz von manipulativer Einflussnahme hervor. Allgemein bedarf es einer orientierenden Landkarte, ob es im Metaversum im Vergleich zum heutigen Internet, Big Data und KI qualitativ neuartige Risiken und Gefahren gibt, die im öffentlichen Interesse adressiert werden müssen. Falschinformationen über Klima- und Umweltfragen und zielgruppenspezifische Umweltkommunikation sind bekannte Herausforderungen im Internet.

Für die im Metaversum treibenden Nutzer\*innen bleibt es verborgen, wie viele und welche virtuelle Welten über die Cloud miteinander verbunden sind oder eben nicht einbezogen sind. Die Cloud selbst reflektiert diese Grenze der Inklusion/Exklusion ebenfalls nicht, lediglich die kommerziellen Interessen der Betreiber des Metaversums scheinen dafür maßgeblich zu sein (Interview 1).



### Die Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen im Metaversum

Eine technisch generierte und vermittelte (Um-)Welt im Metaversum verändert die Verbindung des Menschen zur Natur, das Konsum- und Umweltverhalten und hat damit vielschichtige Bezüge zu nachhaltiger Entwicklung. Vier Bereiche ragen hervor, Bildung und Forschung, (Privat-)Leben, Arbeits- und Geschäftswelt sowie Meinungsbildung:

Im Bereich „Bildung und Forschung“ könnte das Metaversum beispielsweise durch die Verknüpfung einzelner virtueller Anwendungen, verbesserten Zugang zu Daten über die Umwelt, Informationen über das Mensch-Umwelt-Verhältnis und die Messung der Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Umwelt neue Möglichkeiten eröffnen. Immer mehr digitale Schnittstellen in und mit der Umwelt entstehen und werden miteinander verbunden, die für die Erkenntnisgewinnung über sie genutzt werden können, aber auch Einfallstore für Missbrauch schaffen. Hierbei stellt sich die Frage, wie weit über AR die anthropogene und natürliche Umwelt des Menschen in das Metaversum einbezogen werden soll. Beispielsweise könnten Tiere an das Metaversum angebunden sein und sich digital unterstützt Verständigung mit Menschen verständigen. Menschen im Metaversum nehmen ihre Umwelt, physisch und digital, anders wahr als in der analogen Welt. Hieraus ergeben sich neue Chancen und Risiken für die (Umwelt-)Bildung. Durch die langfristige Integration bisher getrennter Datenräume ergeben sich Chancen, die anonymisierten Daten sehr unterschiedlicher Wissenschaftsfelder zusammenzuführen, zu standardisieren und für unterschiedliche Dienste auswertbar zu machen.

Die derzeitige kommerzielle Ausrichtung des Metaversums lässt kaum gemeinwohlorientierte Akzente zur Bildung und Forschung für Nachhaltigkeit erkennen. Das Metaversum wird für kommerzielle Akteure zukünftig voraussichtlich eine entscheidende Datenquelle und eine entscheidende Arena zur Verhaltensbeeinflussung im Sinne ihrer kommerziellen Interessen sein. Wie kann auch der gemeinwohlorientierten Forschung, der Grundlagenforschung und der Nachhaltigkeitsforschung ein geeigneter Zugang zum Metaversum ermöglicht werden? Wie werden Forschungsprozesse im öffentlichen Interesse im

Metaversum initiiert, organisiert, durchgeführt und ausgewertet? Sind dafür eigenständige Forschungsinfrastrukturen erforderlich und wie könnten diese beschaffen sein?

Im Handlungsfeld „(Privat-)Leben“ sind durch das Metaversum weitreichende Veränderungen zu erwarten, insbesondere die weitere Verlagerung physischer Aktivitäten in den virtuellen Raum (z. B. Arbeiten, Einkaufen, Unterhaltung). Gleichzeitig werden durch erweiterter Realität mit den entsprechenden Schnittstellen neue digitale Bedeutungsebenen über die analoge Welt gelegt.<sup>28</sup> Deshalb sind nicht nur physische und virtuelle Äquivalente miteinander aus Umweltsicht zu vergleichen, sondern qualitative Veränderungen und Neuheiten des Alltags und des Lebensstils in seiner Gesamtheit zu erfassen (u. a. Wohnen, Konsummuster, Schlafen).

Hierbei sind auch grundlegende Veränderungen der Umweltwahrnehmung in Bezug auf Ort und Zeit mit einzubeziehen. Die Digitalisierung verändert das Gefühl der Menschen für den Raum und ihre Bindung zu Orten wie es sich in der Umnutzung von Räumen im Zuge der COVID-19 Pandemie zeigte (Die Küche als Umgebung für virtuelles Lernen, das Schlafzimmer als Umgebung für virtuelles Arbeiten, etc.). Durch die Umnutzung für neue Tätigkeiten werden die Orte zu Transiträumen, d. h. zu Orten, zu denen eine neue Art von Bindung (Büro als Treffpunkt und Kreativraum), manchmal aber auch gar keine Bindung mehr aufgebaut wird (flexible Büroarbeitsplätze). Die Verlagerung von verschiedenen Aktivitäten in virtuelle Räume lässt diese über den einen digitalen Zugang alle gleichzeitig präsent sein, wodurch die Zuteilung von Zeit zu Aktivitäten gravierend erschwert werden. Im Metaversum verändert sich die Zeitwahrnehmung von Menschen und damit auch deren Verhältnis zum Biorhythmus (Circadian). Im Metaversum könnte die funktionale Umnutzung von Orten und die Fragmentierung von Zeit auf die Spitze getrieben werden.

Das Handlungsfeld „Arbeits- und Geschäftswelt“ stellt sich, angesichts der weitreichenden Migration von Aktivitäten ins Internet im Zuge der COVID-19 Pandemie, die Frage nach den spezifischen Veränderungen durch das Metaversum. Diese Frage ist beim derzeitigen Reifegrad des Metaversums nur schwer

<sup>28</sup> Die Digitalisierung von Alltagsgegenständen und -umgebungen ist Gegenstand von Kapitel 2.4.

zu beantworten. Je nach Ausgestaltung als Domäne von „Meta Platforms“, der Regelung des Zugangs anderer Technologiekonzerne, Offenheit gegenüber Geschäftsmodellen und von unten kreierten virtuellen Räume, wird die Arbeits- und Geschäftswelt im Metaversum zukünftig unterschiedlich aussehen. Dies gilt in gewissem Umfang auch für die mit diesen Aktivitäten verknüpften Umwelteffekte.

Welche Arbeitsaufgaben und wirtschaftlichen Aktivitäten werden durch das Metaversum zusätzlich in den virtuellen Raum verlagert? Welche entstehen wo neu und welche werden weiterhin physisch umgesetzt, z. B. im Handwerk oder Baugewerbe? Wie erfolgen informatorische, monetäre und physische Transaktionen über das Metaversum? Welche Organisationsformen nehmen Unternehmen und Märkte im Metaversum an?

Im Handlungsfeld „Meinungsbildung“ stellt sich die Frage, wie sich die Meinungsbildung durch die Verknüpfung bisher getrennter Datenplattformen durch das Metaversum verändert. Hierbei sind verschiedene Modelle möglich von der gezielten Beeinflussung der Meinungsbildung im gesamten Metaversum bis hin zu fragmentierten Meinungsbildungsinseln, die einen fundamentalen Meinungsrelativismus begründen könnten. Informationen über Einstellungen und Verhaltensweisen können anonymisiert ausgewertet und Rückmeldungen über individuelle wie kollektive Folgen von Verhalten gegeben werden. Algorithmen haben bezüglich der Meinungsbildung ein ambivalentes Potenzial, je nachdem ob sie das Biasing oder De-biasing von Menschen bei der Informationssuche, Navigation, Argumentation und Meinungsbildung unterstützen.

Da Empathie eine wichtige Voraussetzung zur Erzeugung öffentlicher Aufmerksamkeit und Mobilisierung von Ressourcen ist (u. a. Spenden für Umweltschutz, Unterzeichnung von Petitionen) ist auch die Umweltkommunikation im Metaverse ein wichtiger Aspekt für das Umweltressort. Zu den Herausforderungen der Kommunikation gehört die Übermittlung nicht verbaler Kommunikationsanteile. Virtual Reality (VR)-Technologie in Verbindung mit Affective Computing könnte durch Erkennung von Gesten-,

Blicken- und Gesichtsausdruck die Immersion verstärken und damit auch bisherige Kommunikationsdefizite verringern.

### *Forschen im und für das Metaversum*

„Meta Platforms“ unternimmt Schritte zum Aufbau der Metaverse Academy in Frankreich. Studierende sollen erlernen wie das Metaversum funktioniert und weiterentwickelt werden kann, räumt aber auch ein, dass die wenigsten in Zukunft erforderlichen Berufe bereits erfunden sind.<sup>29</sup> „Meta Platforms“ gibt an, die unabhängige Forschung zu den Chancen und Risiken des Metaversums mit 2,5 Millionen Euro zu fördern<sup>30</sup> und hat den Aufbau eines Forschungszentrums für das Metaversum in Europa angekündigt. Die europäischen Forschungsgovernance-Akteure sollten hierzu Position beziehen und versuchen, auf die Forschungsagenda im öffentlichen Interesse Einfluss zu nehmen. Digitale Forschungsinfrastrukturen wie die Open Science Cloud der EU (EOSC) und die Nationalen Forschungsinfrastruktur (NFDI) sich gegenüber der Metaversum-Forschung positionieren. Für die „Ernte“ von Daten aller privaten und öffentlichen Akteure der Forschung und Entwicklung braucht es Interoperabilität der Systeme und Schnittstellen zu ihrer Verarbeitung.

Ein wichtiges Forschungsfeld wird der direkte Energie- und Ressourcenverbrauch des Metaversums. Parallel zum Ausbau des Metaversums ist ein massiver Ausbau der digitalen Infrastruktur für die Bewältigung der durch das Metaversum anfallenden Datenmengen zu bewerkstelligen. „Meta Platforms“, früher Facebook, ist ein global führendes Unternehmen in Bezug auf Investitionen in digitale terrestrische und Unterwasser-Infrastruktur.<sup>31</sup> Für den Aufbau, den Betrieb und die in weiterer Zukunft liegende Abwicklung des Metaversums mit seinen Rechenzentren, Übertragungsstationen, Endgeräten und peripheren Bauteilen ist ein immenser Energie und Ressourcenbedarf zu veranschlagen und zu minimieren.

Angesichts der heute noch unklaren Verlagerungen von Aktivitäten ins Metaversum und unbekannter Rückwirkungen auf die analoge Welt können zu den indirekten und systemischen Umwelteffekten derzeit keine sinnvollen allgemeinen Richtungsaussagen

29 Meta startet die Metaverse Academy in Frankreich (contentmanager.de)  
30 Supporting Independent Metaverse Research Across Europe | Meta (fb.com)  
31 (21) Environmental Manager | Meta | LinkedIn



getroffen werden. Hierbei gilt es die Besonderheiten des Metaversums zu berücksichtigen, nämlich die nahtlose Verbindung von erweiterter und virtueller Realität und das Navigieren mit einem integrierten Nutzerprofil und das Metaversum deutlich vom heutigen Internet mit den bekannten Themen wie veränderte Mobilitäts- und Konsummuster durch Online-Handel abzugrenzen. Wesentliche Änderungspotenziale liegen beispielsweise in den Verschiebungen von Aktivitäten mit ihrem jeweiligen Umweltfußabdruck, sinkenden Transaktionskosten für die Suche nach Umweltinformationen und der Etablierung nachhaltiger oder nicht-nachhaltiger Anwendungsfelder, z. B. den Bezug von (3D-gedruckten) Ersatzteilen.

#### *Die Governance des Metaversums*

Die zukünftige Governance des Metaversums ist hochgradig unsicher. Mächtige Betreiber\*innen digitaler Plattformen ringen um die Ausgestaltung und deren Governance in ihrem Sinne. Auch wenn „Meta Platforms“ derzeit die treibende Kraft ist, könnten mittelfristig auch andere Akteure ökonomische Macht in anderen funktional ähnlichen Metaversen erlangen, die diejenige von „Meta Platforms“ übersteigt und diese Akteure die Governance, wie Interessen umgesetzt und verhandelt werden, auf neue Art und

Weise bestimmen lassen. Auch ist zu fragen, welche Rolle staatliche Governance in der Entstehung der Metaverse-Wirtschaft spielen kann.

Wenn sich das Metaversum vorrangig als ermöglichende Plattform entpuppen sollte, dann könnten dort mittelfristig neu konfigurierte gesellschaftliche Teilsysteme entstehen (zum Beispiel digitales Vermögen oder Forschung & Entwicklung), die eigenen, von „Meta Platforms“ mitbestimmten Logiken folgen. Es könnte ein Mosaik verschiedener Eigenlogiken und Governance-Typen im Metaversum entstehen, für die unterschiedlicher Regulierungsbedarf besteht.

In übergeordneter Sichtweise stellt sich die Frage, inwieweit das aus kommerziellen Interessen heraus entstehende Metaversum mit seinem ermöglichenden Charakter für die Governance von Teilsystemen einer demokratischen Meta-Governance zugänglich sein wird. Je nach Sitz der dominierenden Institution werden Ansatzpunkte für eine demokratische Governance in Deutschland und der EU mehr oder weniger zur Verfügung stehen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, frühzeitig die Entwicklung internationaler Governance-Strukturen und -Prozesse für ein nachhaltiges Metaversum anzustoßen und zu verfolgen, z. B. auf europäischer Ebene. In dieser Hinsicht wird um das Metaversum als privatwirtschaftliche beziehungsweise öffentliche Domäne gerungen werden (vgl. Kapitel 2.9).

#### **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance**

Über die isolierte Analyse von Einzelentwicklungen auf verschiedenen Internetebenen hinaus (Erhöhung der Rechen- und Übertragungsleistung, das Internet der Dinge, verteiltes Rechnen, die Ausbreitung künstlicher Intelligenz, Blockchain, etc.) wird es zukünftig darum gehen, alle Bereiche des Internet-Ökosystems (Internet der jetzigen Generation mit seinen offenen und geschlossenen Teilbereichen, Darknet, Metaversum, etc.) im Auge zu behalten, um das volle Potenzial dieser neuen Welt – auch für die Umweltforschung und -governance – zu erschließen.

Mögliche Auswirkungen des Metaversums auf Umweltforschung und -governance sind auf aufgrund der Anbindung der physischen Welt an die virtuelle Welt (AR) und der Verlagerung von wesentlichen Teilen aller Lebensbereiche in eine einzige, dauerhaft entstehende virtuelle Welt (VR) in sämtlichen

Handlungsfeldern des Umweltressorts zu untersuchen.

- ▶ Für das Umweltressort stellt sich einerseits die Frage, ob sich die bekannten Internet-Herausforderungen (u. a. Machtkonzentration bei wenigen Plattformunternehmen, Cybersecurity) durch das Metaversum verändern, ob sich neue Herausforderungen durch die Anbindung der physischen Welt an die virtuelle Welt und die Vernetzung virtueller Räume, die Akteurskonstellationen und Agency der Nutzer\*innen im Metaversum ergeben. Auf der anderen Seite kann das Metaversum auch die Art und Weise verändern, wie im Metaversum Umweltforschung (z. B. Erhebung von Daten zu umweltrelevantem Verhalten durch Augmented Reality) und -governance (z. B. Aktive Präsenz von Umweltbehörden im Metaversum) betrieben werden.
- ▶ Für die Umweltressorts in Deutschland und der EU stellt sich die Frage nach der Formulierung von Anforderungen und möglichen Formen der Governance und Regulation im Metaversum insbesondere aus Umweltsicht. Dabei sind auch die Möglichkeiten und Spielräume einer Partnerschaft des Umweltressorts mit Plattformunternehmen zur Erreichung umweltpolitischer Ziele neu auszuloten. Möglichkeiten der Art und Funktion von Bürgerbeteiligung und von Kooperationen in einer Umweltgovernance durch das Metaversum sind zu sondieren. Das Metaversum muss perspektivisch auch als Forschungszugang und als Forschungsgegenstand verstanden werden.
- ▶ Aus Umweltsicht ergibt sich ein Bedarf, die Nettoeffekte der „Abwanderung“ ins Metaversum mit seinen Rückwirkungen auf die analoge Welt sowie die sich dadurch verändernden Gestaltungsspielräume für den Umweltschutz zu bestimmen. Die Umwelteffekte des Metaversums können anhand der Strukturierung in direkte, indirekte und systemische Effekte gefasst werden:
  - Durch den Aufbau und den Betrieb der Technik für das Metaversum und die infolge der Ausweitung an Bewegtbildern explodierenden Datenströme sind erhebliche direkte Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch und die Umwelt zu erwarten (u. a. Energieverbrauch von Rechenzentren, Bedarf nach umweltrelevanten Rohstoffen, dissipative Verwendung strategischer Rohstoffe). Die direkten Umwelteffekte sind per Definition negativ.
  - Im Hinblick auf die Bestimmung der indirekten Auswirkungen des Metaversums auf den Ressourcenverbrauch und die Umwelt sind in einem ersten Schritt, die Art und das Ausmaß der Abwanderung von Lebensbereichen ins Metaversum zu bestimmen und in einem zweiten Schritt, die veränderten Aktivitätsmuster mit ihren Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch und die Umwelt zu bestimmen. Die indirekten Umwelteffekte können positiv (z. B. vergleichsweise ressourcenarme Freizeit im Metaversum anstelle von Freizeitverkehr) oder negativ sein (z. B. Blockchain-basierte Transaktionen von digitalem Geld anstelle von konventionellem Online-Banking). Avatare können nicht nur zur Ausübung kommerzieller Aktivitäten im Metaversum ausgesendet werden, sondern auch mit einer Nachhaltigkeitsagenda versehen werden.
  - Zu den systemischen Effekten einzelner Aktivitäten im Metaversums gehören unter anderem monetäre und zeitliche Reboundeffekte, d. h. dass „eingesparte“ Geld- bzw. Zeitbudgets wieder für andere Aktivitäten aufgewendet werden. Die systemischen Rückwirkungen der Anbindung von Lebensbereichen aus der physischen Welt an die virtuelle Welt und der Verknüpfung virtueller Räume auf die entsprechenden Lebensbereiche im herkömmlichen Internet, in alternativen zukünftigen Strukturen und in der physischen Welt sind zu analysieren und im Hinblick auf die Umwelt zu bewerten.
- ▶ Für die Umweltgovernance geht es darum, nachhaltige Verhaltensmuster im Metaversum zu fördern. Hierzu müssten die Potenziale von Social Media im Metaversum für die Bereitstellung und Nutzung von wissenschaftlichen Daten aus der Umweltforschung und für die Förderung von nachhaltigen Verhaltensmustern erkannt und effektiv genutzt werden. Wenn die Digitalisierung der Gesellschaft sich weiter zum Metaversum entwickelt, braucht es neue Narrative für Nachhaltigkeit und Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen sowie neue VR und AR-taugliche Formate des multimedialen Storytelling für zielgruppengerechte Ansprachen im Metaversum.



## 2.5 Digitale Staatskunst – Revitalisierung der Demokratie und Katalysator für eine sozial-ökologische Transformation?

**Trend:** Der steigende Bedarf nach „Staatskunst“ trifft auf die Erweiterung der Möglichkeiten digitalen und digital unterstützen Handelns.

### Emerging Issues:

- ▶ Meinungs- und Willensbildung, Engagement und Mitwirkung in der digitalen Öffentlichkeit
- ▶ Crowd Law
- ▶ Der digitale Staat als neues technisches Regime

### In Kürze:

- ▶ Mit dem Aufstieg der sozialen Medien und durch die Digitalisierung ausgelöste Veränderungen der konventionellen Medien entsteht eine neue Form von Öffentlichkeit, in der die Meinungs- und Willensbildung maßgeblich durch die Logiken der digitalen Aufmerksamkeitsökonomie beeinflusst wird. Die Meinungs- und Willensbildung wird durch präflexiv wirkende Kommunikation beschleunigt und kann manipuliert werden, gleichzeitig sinkt aber auch die Schwelle für Partizipation und Repräsentation.

- ▶ Für den Staat kann die durch die Digitalisierung veränderte Öffentlichkeit bedeuten, Bürger\*innen systemisch und dynamisch in öffentliche (Staats)Angelegenheiten einzubinden (Cybernetic Citizenship). Digitale Tools ermöglichen es Bürger\*innen sich häufiger, breiter und effektiver in Prozesse zum Erkennen von Bedarfen bis hin zu Gesetzgebungsverfahren (Crowd Law) einzubringen. Hierdurch könnte ein Beitrag zur Revitalisierung der Demokratie geleistet werden, der sich auch in verbesserten Prozessen für eine sozial-ökologische Transformation niederschlägt.

- ▶ Mit der Ausbildung von Digitaler Staatskunst würde ein neues technisches Regime entstehen, das das strategische und operative Handeln des Staates unter Ungewissheit unterstützt. Zentrale Aufgabe ist es, für den Staat 4.0 die technischen Lösungen und Regulierungen zu identifizieren und zu implementieren, die personalisierte Bürgerservices, automatisierte Steuerungsprozesse und partizipative Formate der Mitwirkung ermöglichen und zugleich in übergeordnete (ggf. globale) Governance-Strukturen eingebettet sind.

### Hintergrund: Um was es geht

Die Digitalisierung verändert die Spielräume und Grenzen für das staatliche Handeln, indem der Staat und die Bürgerschaft ihre jeweiligen Möglichkeiten erweitern und qualitativ modifizieren. Die „Demokratie in der demokratischen Konstellation“ (Thiel 2020) umfasst drei zentrale Bereiche: die Transformation von Öffentlichkeit, der mit Digitalisierung assoziierte Wandel repräsentativer Demokratie, und die sich wandelnde Ausübung demokratischer Herrschaft. Folglich stellt die Digitalisierung die Politikwissenschaft und Politische Theorie vor die Aufgabe Öffentlichkeit, Partizipation und Repräsentation als auch die Handlungsfähigkeit des Staates unter Ungewissheit (Staatskunst) neu zu denken.

In jüngster Zeit werden unter dem Oberbegriff des Strukturwandels der Öffentlichkeit verschiedentlich die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kommunikation, die Medienlandschaft und den Zusammenhalt der Gesellschaft thematisiert (Habermas 2022). Kommunikation finde demnach zunehmend in gestörten öffentlichen Räumen (disrupted public spheres) statt, die verdeckten kommerziellen Maximen unterliegen, die durch Täuschungen und Manipulationen gekennzeichnet sind und Echokammereffekte hervorrufen. Es ist zwar eine noch diffuse digitale Bürgerlichkeit im Entstehen, die Meinungs- und Willensbildung sowie politisches Campaigning in sozialen Medien einschließt, eine solche digitale Öffentlichkeit unterminiert jedoch die deliberative Politik (Habermas 2022).

Gleichzeitig differenzieren und erweitern sich in der digitalen Gesellschaft die Möglichkeiten der Beteiligung an politischen Prozessen (**Partizipation**). Konzepte wie die digitale Demokratie werben für die Befähigung zur Teilnahme an konstruktiven öffentlichen Debatten im Cyberspace und für die Aktivierung und Teilhabe von Menschen an politischen Prozessen für eine gelebte und lebendige Demokratie (**Repräsentation**) (Indset 2021). Diese bürgerzentrierte Sicht ergänzt das Konzept der digitalen Staatskunst um eine staatszentrierte Sichtweise.

Unter **Digitaler Staatskunst** kann das strategische und operative Agieren eines aktiven und handlungsfähigen Staates verstanden werden, der das kollektive gemeinsame Handeln so organisiert, dass die Transformationskraft der Digitalisierung auf den sozial-ökologischen Wandel ausgerichtet wird (Ramesohl und Losse-Müller 2021). Die Komplexitätssteigerung des Regierungshandelns ist ein wesentlicher Grund für einen gesteigerten Bedarf nach Staatskunst, denn staatlich Entscheidungen bewegen sich zunehmend in Bereich der Ungewissheit und damit begrenzter Rationalität (bounded rationality) (Korte et al. 2022b). Die Ausrichtung der Transformationskraft der Digitalisierung auf den sozial-ökologischen Wandel, ist der eher prozesshaft angelegten digitalen Staatskunst nicht immanent eingeschrieben, aber eine mögliche inhaltliche Ausrichtung.

Im Kern verändert die Digitalisierung das Verhältnis von Bürger\*innen und Staat. Dieses Kapitel entfaltet die beiden Konzepte digitale Staatskunst und digitale Bürgerlichkeit und ihre wechselseitigen Bezüge. Der Blickwinkel liegt auf der Beteiligung an Willensbildung und politischen Prozessen sowie auf der digitalen Responsivität des Staates auf die Bedürfnisse seiner Bürger\*innen (Daseinsvorsorge in Bereichen wie Sicherheit und Gesundheit, Mitwirkung, Nachhaltigkeitstransformation, etc.). Die Themen Automatisierte Verwaltung (Exekutive), einschließlich digitale Daseinsvorsorge, und Legal Tech (Judikative) werden in den darauffolgenden Teilkapiteln behandelt. Datenzentrierte Fragen werden im Teilkapitel „Datenintensive Prozesse in Forschung und Politik“ behandelt.

### Trends und Treiber

Aktuelle Trends sind z. B. steigende digitale Kompetenzen und digitale Ausstattung in Staat und Bürgerschaft, die wachsende Rolle digitaler Technologien in der Kommunikation und Meinungsbildung und in sozialen Beziehungen und auch in staatlich bereitgestellten Informations- und Erlebniswelten<sup>32</sup>.

Die Krise der Demokratie ist nahezu so alt wie die Demokratie selbst. Angesichts von Politikverdrossenheit, sinkenden Mitgliederzahlen der politischen Parteien, sinkendem Vertrauen in staatliche Institutionen in der Langfristperspektive<sup>33</sup> bei gleichzeitiger

<sup>32</sup> vgl. u. a. UNEP Environmental Situation Room: Main page | WESR (unep.org)

<sup>33</sup> Hierbei sind genau genommen soziale Differenzierungen vorzunehmen und die Zeitspanne vor und nach der COVID-19 Pandemie und dem Krieg in der Ukraine zu unterscheiden. Es ist derzeit nicht absehbar, ob sich der Krisenmodus mit einem starken Staat eher fortsetzen oder wieder auf den vorherigen Modus der Infragestellung staatlicher Institutionen eingeschwenkt wird.

Verlagerung des Lebens in digitale Welten wird das Zeitalter der Postdemokratie ausgerufen und es werden Rufe nach einer Revitalisierung der Demokratie laut.

Der Megatrend der Digitalisierung macht auch vor dem Staat und seinen Institutionen nicht halt. Konzepte wie Staat 4.0 (personalisiert, automatisiert, partizipativ) werden bewusst auf einer Stufe mit Industrie 4.0 angesiedelt, wobei jede Stufe in der Entwicklung der Industrie einer Revolution gleichkam. Nüchtern betrachtet ist der Staat bei der Verbreitung zahlreicher digitaler Technologien im Vergleich zur Industrie ein Late Adopter („Faxgeräte in Gesundheitsämtern“), im Bereich der staatlichen Hoheitsaufgaben wie Überwachung der territorialen Integrität und Authentifizierung von Personen oft aber ein First Mover.

In Smart Cities – auch hier ist Deutschland im internationalen Maßstab eher ein Nachzügler – werden über die digitale Vernetzung der Systeme der öffentlichen Daseinsvorsorge (Verkehrsinfrastruktur und Logistik, Energie und Wasserversorgung, Gebäude- und Siedlungsmanagement, Abwasser- und Abfallentsorgung, Gesundheit, etc.) hinaus auch Konzepte der digitalen Einbindung der Bürger\*innen in öffentliche Willensbildungs- und Planungsprozesse verfolgt.



### Emerging Issues

Einige neu aufkommende Themen wie kybernetische Bürgerschaft (Cybernetic Citizenship) – also systemisch und dynamisch in öffentliche (Staats)Angelegenheiten eingebundene Bürger\*innen, Crowd Law oder lebendige Plattformen der Beteiligung und Vernetzung des Staates mit seinen Bürger\*innen stecken in Deutschland in den Kinderschuhen. Trotz der positiven Konnotation von Bürgerbeteiligung soll nicht verschwiegen werden, dass die Regierungen oder einzelne Behörden mit digitalen Technologien auch Dinge unternehmen, die eine Gefahr für die digitale Staatsbürgerlichkeit darstellen, wie z.B. der Einsatz der Software Pegasus um Journalist\*innen auszuspionieren und damit fundamentale Rechte für die Pressefreiheit wie den Schutz von Informant\*innen zu untergraben (Streck 2021).

### *Digitale Staatsbürgerlichkeit – Meinungs- und Willensbildung, Engagement und Mitwirkung*

Im digitalen Raum gibt es neutrale, verzerrte und manipulative und richtige und falsche Informationen, die als solche zwar oft nicht erkennbar sind, aber durch die Rezeption von Bürger\*innen dennoch meinungs- und willensbildend wirken. In sozialen Medien wird die **Meinungs- und Willensbildung** beschleunigt und eine Tendenz zu Mainstream-Narrativen geschaffen, denen man folgen muss, um Teil der Community zu sein (Interview 1).

In digitalen Systemen und sozialen Medien ist die Gefahr der Verfestigung oder Verstärkung von Ungleichheit und diskriminierenden Meinungen durch Biases hoch. Themen wie Nudging, Echokammern, Manipulation durch Social Bots und Deep Fake werden bereits öffentlich problematisiert. Dahinter stehen oft undurchsichtige, ungenaue, oder gar manipulierte Algorithmen oder Desinformationen. Die absichtliche Manipulation der Meinungs- und Willensbildung kann mittlerweile in so großem Maßstab erfolgen, dass demokratische Systeme und Staaten destabilisiert werden können. Algorithmen für die Erfassung und Analyse von Meinungsbildung werden bislang kaum für gemeinwohlorientierte Zwecke verwendet. Eine beschleunigte Willensbildung könnte von Interesse für Transformationsprozesse sein.

Staatliches Umwelthandeln ist in diesen Formaten bislang nicht massenwirksam präsent. Aufkommende Themen sind u. a. digital verbreitete Falschinformationen zur Umwelt, die digitale Erreichbarkeit von

Zielgruppen der Umweltkommunikation und die Veränderungen von sozialen Umweltnormen durch die sich ausweitende Mensch-Technik-Interaktion. Serious Gaming und multimediales Storytelling sind hier mögliche Ansätze, von staatlicher Seite selbst aktiv zu werden.

Es gibt kein klares Bild, inwieweit die digitale Vernetzung der Bürger\*innen eher der Stärkung privater oder öffentlicher Interessen dient. Grundsätzlich birgt eine Vernetzung beispielsweise von Bürgerinitiativen das Potenzial durch Teilen von Problemen, Ideen und Erfahrungen voneinander zu lernen und damit die bürger-zentrierte Komponente in der Gestaltung des öffentlichen Raumes zu stärken. Auf der anderen Seite wird der digitale Raum nach wie vor hauptsächlich kommerziell und zu privaten Konsumzwecken genutzt. Darüber hinaus operieren auch Multi-Stakeholder-Arrangements im digitalen Raum (z. B. städtische Konsument\*innen verbinden sich im Rahmen der solidarischen Landwirtschaft mit dem ländlichen Raum). Für staatliches Handeln bieten sich trotz dieser fortbestehenden Unübersichtlichkeit Ansatzpunkte, die digitale Staatsbürgerlichkeit zu fördern.

Die demokratische **Repräsentanz** von Bürger\*innen im digitalen Raum wird bislang nicht systematisch erfasst und als strategische Aufgabe (plebiszitär/repräsentativ) verstanden. Innovative Bürgerforen und Plattformen der Beteiligung und Vernetzung mit neuen digitalen Möglichkeiten (u. a. Bottom-up Agenda-Setting mit Smart City Dashboards (Marsal-Llacuna 2020) und kollaborative Monitoring-Plattformen für die Klimaneutralität von Städten (City of Helsinki 2019)) könnten einen wichtigen Beitrag für die Akzeptanzsteigerung von Umwelttransformationen leisten. Bürgerinnen artikulieren im digitalen Staat ihre normativen Anforderungen an die Entwicklung künftiger digitaler Anwendungen.

Im Konzept des Cybernetic Citizenship ist ein neues Selbstverständnis der Bürger\*innen über ihren Einfluss auf die Ausgestaltung sozio-technischer Systeme und ihre Umwelteffekte angelegt. Bürger\*innen wirken an der Bereitstellung von Daten (z. B. durch Datenspenden) und Nutzung von Daten (z. B. um ihr Alltagsverhalten sozial-ökologisch auszurichten) aktiv mit. In der Vision eines „real-time smart government“

werden Informationen über Einstellungen und Verhaltensweisen ausgewertet und nahezu in Echtzeit Rückmeldungen über individuelle wie kollektive Folgen von Verhalten gegeben.

Aktive Bürgerschaft profitiert von neuen digitalen Technologien. Bürger\*innen treten als Koproduzent\*innen von Wissen in Forschungsprozessen und partizipativen Agenda-Setting Prozessen für Umweltpolitik in Erscheinung. Die Kenntnis ihrer Motivationen ist hochrelevant für Bürgerforschung und Datenspenden für den Umweltschutz. Dennoch gilt es, realistisch gegenüber dem Engagement, der Open Governance und der Ko-Produktion zu sein (Misuraca et al. 2020). Faktisch kann in fortgeschrittenen Demokratien ein Rückgang bürgerlichen Engagements und eine abnehmende politische Beteiligung empirisch belegt werden. Es ist unwahrscheinlich, dass sich dieser Trend durch IKT-basierte Lösungen und Öffnung jeglicher öffentlichen Daten umkehrt (Misuraca et al. 2020).

Auf Planungsebene könnten Entscheidungen vermehrt mit Hilfe von digitalen Zwillingen und Simulationen unterstützt und nahezu in Echtzeit unter Beteiligung von Bürger\*innen getroffen werden. Dies wird in einigen Kommunen wie Tübingen bereits in Ansätzen praktiziert (Technisches Rathaus). Voraussetzung hierfür ist neben der Auslage von Planungsunterlagen das Vorhandensein einer digitalen Infrastruktur, einschließlich digitaler Geo- und Bebauungsdaten, und digital kompetente Angestellte in der Verwaltung.

Cybernetic Citizenship, Crowdsourcing und Citizen Science sind Vorboten einer Aktivierung von Bürger\*innen für gemeinwohlorientierte Aufgaben, die langfristig in eine kollaborative Reallabor-Gesellschaft mit einer starken bürgerlichen Beteiligung und Verantwortung münden könnte. Die Digital Literacy avanciert zur Grundkompetenz für alle im Sinne der digitalen Teilhabe und digitalen Staatsbürgerlichkeit. Angesichts des zunehmenden Digital Divide auf internationaler Ebene ist die digitale (Kompetenz-) Ungleichheit ein aufkommendes Thema, das die vorausschauende Abfederung von Kompetenzdifferenzen erforderlich macht.<sup>34</sup> Die Zunahme des Lernens in digitalen Umgebungen wirft auch die Frage nach

<sup>34</sup> gemeint ist eine Spaltung der Gesellschaft hinsichtlich der Grundkompetenzen zur Nutzung digitaler Technologien.



niedrigschwelligen digitalen Lernangeboten auf, sich digital an öffentlichen Meinungs- und Willensbildungsprozessen zu beteiligen, um auch benachteiligte Gruppen zu erreichen und für Umweltthemen zu sensibilisieren.

#### *Crowd Law – Das Verhältnis zwischen Bürger\*innen und staatlicher Politik in Gesetzgebungsverfahren*

Die Digitalisierung erfordert ein neues Verständnis von Staatlichkeit als ko-performativen Prozess zwischen Bürger\*innen und staatlichen Einrichtungen. Um die Dichotomie zwischen Staat und Bürger\*innen zu überwinden, bedarf es neuer institutioneller Arrangements begleitet von Diskussionen der Konsequenzen unter Verfassungsgesichtspunkten und der Gewährleistung von bürgerlichen Rechten.

Konkrete Formen der digitalen Partizipation (Konsultation/Entscheidung) müssen zweckbezogen entwickelt und etabliert werden. Für zukünftige Workshops mit Bürger\*innen ist es denkbar, dass aus gesprochenen oder schriftlichen Beiträgen per Knopfdruck über natürliche Sprachverarbeitung (Natural Language Processing, NLP) vernetzte Themen generiert werden (Interview 5), die eine reflexive Auseinandersetzung mit dem Gruppenbefund und eine effektive Weiterbearbeitung unterstützen können. Beispielsweise erfordern Echtzeit-Konsultationen zu Umweltentscheidungen einen erheblichen konzeptionellen und technischen Aufwand, der auch die aktive

Einbindung von Digital Non-Natives in umweltpolitische Konsultationen berücksichtigen muss.

Crowd Law verfolgt die Idee der verbesserten Akzeptanz und demokratischen Legitimation von Gesetzen durch Partizipation.<sup>35</sup> Hintergrund ist, dass die Möglichkeit der Meinungsbildung ein wichtiger Bestandteil von fairen öffentlichen Diskursen ist. Der Einbezug der Öffentlichkeit wird als ein Gegenmittel zur Politikverdrossenheit in der repräsentativen Demokratie gesehen und stellt damit ein mögliches Element einer direkteren Demokratie dar.<sup>36</sup>

Crowd Law umfasst die rechtliche Praxis, mithilfe digitaler Technologien die Intelligenz der Vielen (Schwarm-Intelligenz) über öffentlich zugängliche Plattformen für die Gesetzgebung zu erschließen. Bei Crowd Law geht es nicht darum, dass Bürger\*innen selbst Gesetze schreiben, sondern dass sie stimuliert werden, an den diskursiven und normativen Auseinandersetzungen mit Bezug auf ihre Lebenspraxis in Gesetzgebungsprozessen teilzunehmen. Skeptiker\*innen führen den Aufwand der systematischen Beteiligung von Bürger\*innen ins Feld und sehen eine rechtsverbindliche Beteiligung als wenig praktikabel an. Ob alle Bürger\*innen bei dieser Art der beschleunigten Willensbildungsprozesse fair mitwirken können ist zweifelhaft. Im Gegensatz zu den bislang durch behördliche Vorgaben geregelten Anhörungen und Konsultationen sei die Möglichkeit

<sup>35</sup> CrowdLaw Manifesto

<sup>36</sup> Das bisherige Kernverfahren der Gesetzgebung bezieht die Bürger\*innen über ihre gewählten Vertretungen auf allen Ebenen der Gesetzgebung (Europäisches Recht, Bundesrecht, Landesrecht, kommunales Satzungsrecht) mit ein.



der missbräuchlichen Einflussnahme durch digital organisierte Lobbygruppen und Bürger\*inneninitiativen im Falle erhöht. Als Beispiel wird genannt, dass Crowd Law als neue Form des Lobby-Einflusses genutzt werden kann, z. B. mit starkem Einfluss auf die Umweltgesetzgebung. Allerdings nehmen die genannten Gruppen durch öffentlichkeitswirksame Aktionen beziehungsweise informelle Treffen mit Parlamentarier\*innen auch heute schon mehr oder weniger intransparent Einfluss auf Gesetzgebungsprozesse.

Es ist anzumerken, dass es sowohl in Deutschland als auch auf europäischer Ebene bereits viele Verfahren gibt, die Bürger\*innen in gesetzgebende Verfahren einzubeziehen.<sup>37</sup> Während es für Crowd Law im Sinne einer breiten digital unterstützten Beteiligung in anderen europäischen Ländern bereits zahlreiche Referenzen gibt sind uns in Deutschland davon bislang keine Fälle bekannt. Es scheint wohl eher eine Frage der öffentlichen Kultur, des politischen Willens und der Schaffung von konkreten Voraussetzungen für

eine Beteiligung von Bürger\*innen in Gesetzgebungsverfahren zu sein.

Crowd Law könnte sich ohne sichere Ausgestaltung als Einfallstor für (Demokratie-) feindliche manipulative Akteure entpuppen. Voraussetzung für eine Mitwirkung in Crowd Law Prozessen könnte eine sichere digitale Authentifizierung sein. Digitale Partizipation im Rahmen von Crowd Law muss digitale Biases und unterschiedliche digitale Kompetenzen der Bürger\*innen berücksichtigen. Auch könnte mit digitalen Tools eruiert werden, inwiefern die unterbreiteten Beiträge die Bevölkerung, die vermeintlichen Nutznießer und Betroffenen angemessen repräsentieren (wer soll beteiligt werden?) und welche Verläufe die Meinungsbildungsprozesse nehmen (wie haben sich die kollektiven Meinungen herausgebildet?).

Die Wissensgrundlage über digitale Meinungsbildungsprozesse ist jedoch vergleichsweise dünn, sodass es schwierig sein dürfte auf dieser Grundlage Mindestanforderungen oder Qualitätsmerkmale

<sup>37</sup> Beim Petitionswesen beispielsweise existieren Probleme der Verbindlichkeit: Wer platziert aus welchen Gründen Themen und welche Verpflichtungen sie anzugehen bestehen? Instrumente des Petitionswesens werden auch genutzt, um Druck auf die Politik auszuüben, allerdings ohne direkten Bezug zur Gesetzgebung.

digitaler Diskurse für Crowd Law zu formulieren. Aus diesem Grunde würden solche breiten Konsultationen in naher Zukunft eher flankierenden Charakter in konventionellen Gesetzgebungsverfahren haben, könnten aber langfristig bei verbesserter Wissensgrundlage und digitalen Tools eine stärker normativ bindende Wirkung zugesprochen bekommen.

Wie Menschenmassen durch Simulationen beeinflusst werden, ist ein weites Forschungsfeld (Webster und Amos 2019). Deshalb ist die Erforschung und Förderung der Meinungsbildung in der digitalen Welt eine zentrale Forschungsaufgabe, um die unterschiedlichen Kommunikationspraktiken und -strategien zu erkennen und ihre Folgen abzuschätzen sowie Grundkompetenzen des Einbezugs von Bürger\*innen in gesetzgebende Verfahren zu definieren und aufzubauen.

Der Crowd Law Ansatz birgt Potenziale zur Vermeidung und Verringerung von Konflikten in Transformationsprozessen, weil Bürger\*innen frühzeitig in gesetzgebende Prozesse einbezogen werden. Klare, legitimierte und bindende Instrumente und Prozesswege sind notwendig.

Crowd Law stellt in Deutschland den Föderalismus in Frage, wenn vorwiegend auf bundespolitischer Ebene agiert wird. Auch auf globaler Ebene könnten sich durch Crowd Law langfristig die Bedeutungen verschiedener Governance-Ebenen verändern, indem bestehende vertikale Kooperationen zwischen Institutionen ausgehebelt und eine Art „Weltinnenpolitik“ betrieben würde.<sup>38</sup> Ob die Einführung von Crowd Law in Demokratien Transformationen zuträglich ist, darf bei Beibehaltung autokratischer und diktatorischer Regierungsformen in anderen Ländern bezweifelt werden.

### *Der digitale Staat als neues technisches Regime*

Mit der Digitalisierung des Staates, automatisiert, personalisiert, offen und partizipativ, entsteht ein neues technisches Regime, das Merkmale einer sich verselbstständigenden neuen Instanz aufweist. Während eine Akte geschlossen und ein behördlicher Brief weggelegt werden kann, entsteht mit dem Konzept Staat 4.0 eine neue Form permanenter Staatlichkeit. Eine Art „Open Government“ in gläserner

Form für beide Seiten, Politik und Bürger\*innen, ist mit bestimmten Vor- und Nachteilen verbunden: Zu den Chancen zählen die legitime, responsive und effektive Governance, zu den Risiken die Gefahr des staatlichen Missbrauchs digitaler Systeme zur Kontrolle der Bürger\*innen.<sup>39</sup>

Die Digitalisierung trägt über die beschleunigte Willensbildung und Konsultationsprozesse zur Politisierung von Entscheidungen bei (kollektive Entscheidungen in Echtzeit). Alte und neue NGOs erzeugen auf digitalem Wege politischen Druck auf Entscheidungen und die digitalen Konsultationsformate werden zu Einfallstoren für (Demokratie-) feindliche manipulative Akteure, die sich in digitalen Diskurs- und Diskussionsforen formieren. Unter Umständen können postdemokratische Elemente als eine Erweiterung und kein Ersatz für demokratische Prozesse verstanden werden. Teilhabe und Partizipation müssen im Zeitalter der Digitalisierung neu konzipiert werden.

Welche technischen Lösungen und welche Regulierung braucht ein Staat 4.0, der personalisierte Bürger\*innen-Service, automatisierte Steuerungsprozesse und partizipative Formate der Mitwirkung ermöglicht und der zugleich eingebunden ist in globale Governance-Strukturen? Voraussetzung für eine intensivere digitale Interaktion zwischen Bürger\*innen und Staat ist eine konsolidierte IT-Struktur mit klaren und rechtlich abgesicherten Schnittstellen und kompatiblen Tools für den Datentransfer auch zwischen Akteure, die bislang nicht oder nur kaum kooperiert haben. Mittels Technologien wie Blockchain kann Transparenz und Vertrauen in digitale Prozesse gefördert werden.

Global stellt sich die Frage, wie ein weltweites partizipatives Entscheidungsunterstützungs-System geschaffen werden könnte (Interview 3). Man könnte ein solches, plattformbasiertes System so ausgestalten, dass jeder Einzelne alle politischen Entwicklungen, die ihn betreffen oder interessieren, verfolgen. Dieses System würde Bürger\*innen dabei unterstützen, sich in Entscheidungsprozesse einzubringen und Entscheidungsträger\*innen durch die Stimme der Bürger\*innen zu vermeintlich besseren Entscheidungen im Sinne der Bürger\*innen veranlassen.

<sup>38</sup> In Krisenzeiten wie der COVID-19 Pandemie brachen Institutionen auf und arrangierten sich ad-hoc zu einer Multi-Level-Governance im globalen Maßstab.

<sup>39</sup> Abriegelung ganzer Städte in China wg. COVID-19 mit technischen Instrumenten

Langfristig stellt sich die Frage, ob es mit neuen Technologien wie KI, Blockchain und Quantentechnologie gelingen kann, ein solches Mitbestimmungssystem auf Millionen von Menschen auszuweiten.

### **Bedeutung für die Umweltforschung und -governance**

Die digitale Staatskunst wird vermutlich nur gelingen, wenn der digitale Staat mit digitalen Services öffentlichen Mehrwert generiert (vgl. Zukunftsthema Automatisierte Verwaltungsprozesse), Legitimität und Vertrauen gleichzeitig berücksichtigt und Nutzerbedürfnisse und die digitale Spaltung berücksichtigt (Misuraca et al. 2020). Speziell für die Umweltforschung und -governance lassen sich eine Reihe von Aspekten ableiten, die das Umweltressort aufgreifen könnte:

- ▶ Der Einfluss von Falschinformationen über Klima- und Umweltfragen im Internet wird vermutlich an Brisanz gewinnen (einschließlich Zensur und gezielter Falschinformationen bis hin zu hybrider Kriegsführung): Wie kann die Glaubwürdigkeit von Quellen zuverlässig und zeitnah transparent gemacht werden, die öffentliche Beteiligung an Diskursen und auch die Mitwirkung von Bürger\*innen und anderen Stakeholdern an der Erforschung und Entwicklung von Lösungen und Maßnahmen gestärkt werden? Die Problematik der Diskriminierung durch Algorithmen, auf Basis von Daten oder in Köpfen der Entwickler\*innen vorhandenen Zuschreibungsmustern muss adressiert werden. Das Potenzial für einen Leitmarkt einer menschenzentrierten, vertrauenswürdigen und nichtdiskriminierenden KI in Europa ist zu analysieren.
- ▶ Die Sensibilität für spezifische Zielgruppen der Umweltkommunikation ist wichtig (Informations- und Aktivierungsangebote). Hierbei geht es um das Erreichen von Menschen, die mit herkömmlichen Informations- und Kommunikationsangeboten bislang nur schwer oder überhaupt nicht erreicht werden, beispielsweise durch die Nutzung von Online-Spielen. Digitale Tools ermöglichen eine bessere und verständlichere Darstellung von Umweltkomplexität. Digitales Storytelling ist eine wenig aufgegriffene Möglichkeit der Umweltkommunikation. Die umweltorientierte Digitalweiterbildung ist ein neues Thema.
- ▶ Eine Machbarkeitsstudie könnte für den Bereich der Stadt- und Regionalentwicklung, der überregionalen, nationalen und transnationalen Entwicklung die flächendeckende Verbreitung von digitalen Zwillingen und Simulationen zur Entscheidungsunterstützung und -findung in Echtzeit bei umweltrelevanten Vorhaben untersuchen.
- ▶ Experimente von partizipativer digitaler Governance sind erforderlich. Digitale Quasi-Experimente und Governance-Labs können ein breites Spektrum an Staat-Bürger\*innen-Interaktionen explorieren. Die öffentliche Beteiligung an Diskursen und auch die Mitwirkung von Bürger\*innen und anderen Stakeholdern an der Erforschung und Entwicklung von Lösungen und Maßnahmen sind zu stärken.
- ▶ Vorstellbar sind viele verschiedene Anwendungsbereiche für Crowd Law in Deutschland, z. B. Auseinandersetzung um Standorte für Windenergieanlagen, Zulassungsverfahren für umweltrelevante Produkte oder Anlagen, Nutzung von Flächen, Wasserreservoirs u.v.m. Crowd Law müsste Prozesse und Tools bereitstellen, um Bürger\*innen in Lösungsentwicklungen, Entscheidungsprozesse und die Umsetzung von Lösungen stärker einzubinden. Wie können an Umweltfragen interessierte Bürger\*innen in gesetzgebende Verfahren einbezogen werden? Kann Digitalisierung breite Partizipation in Crowd Law Verfahren ermöglichen und ist sie überhaupt nötig, da in Europa bereits viele Konsultationsverfahren existieren? Eine Analyse der Vor- und Nachteile von Crowd Law ist erforderlich. Wie ändern sich menschliche Sichtweisen auf Umweltprobleme und die dazu gehörige Gesetzgebung, wenn digitale Tools dazwischengeschaltet sind?
- ▶ Es bedarf einer Analyse des Gestaltungsspielraums und möglicher Szenarien in Bezug auf Umweltwirkungen digitaler Governance in der Mehrebenen-Perspektive (Multi-Level Governance, MLG) und einer Ausrichtung der Governance an einer Humanisierung des digitalen Staates. Das bedeutet in der Konsequenz die Frage nach neuen institutionellen Arrangements und Gewährleistungsstrukturen.



## 2.6 Automatisierte Verwaltungsprozesse

**Trend:** Mit der Digitalisierung der Verwaltung, ihrer internen Prozesse und Interaktionen mit Bürger\*innen werden Voraussetzungen für eine Automatisierung der Verwaltungsarbeit geschaffen.

### Emerging Issues:

- ▶ Servicequalität
- ▶ Positionierung zu Social Scoring und zu Sozialkreditsystemen
- ▶ Neuorganisation interner Verwaltungsprozesse
- ▶ Veränderungen des Verhältnisses von Bürger\*innen und Verwaltung
- ▶ Verwaltung für eine große Transformation

### In Kürze:

- ▶ Die Digitalisierung der Verwaltung (eGovernment), Erkenntnisse über die Automatisierung von Managementprozessen in Unternehmen und die Entwicklung von digitalen Anwendungen für Verwaltungsprozesse sind Treiber für die Automatisierung der Verwaltung. Die neue Ära der digitalen administrativen Governance wäre datenzentriert und würde auf veränderten Rollen digitaler Technologien in der Ausübung von Regierungsfunktionen beruhen.
- ▶ Automatisierungslösungen für die Umweltverwaltung reichen von der elektronischen

Akte über KI-unterstütztes Beschaffungs- und Rekrutierungswesen bis hin zur automatisierten Handhabung und Beantwortung von Anfragen. Die im Zuge der Automatisierung neu zu gestaltenden Beziehungen der Verwaltung schließen das Verhältnis zu Bürger\*innen, Unternehmen und NGOs, die Kooperation mit anderen Behörden sowie Kooperationsmodelle mit Plattformbetreibern für eine hochwertige Daseinsvorsorge ein.

- ▶ Aus heutiger Sicht haben (teil-)automatisierte Verwaltungsprozesse vorwiegend Potenziale, die Effizienz und Performance der Verwaltung zu verbessern. Die (Teil-)Automatisierung der Verwaltung wird auch die Interaktionen zwischen Staat und Bürger\*innen neu konfigurieren, indem Sachbearbeiter\*innen mit neuen Tools der operativen Abwicklung von Verwaltungsprozessen und neuen Formen der Entscheidungsunterstützung ausgestattet werden. Die Bezüge (teil-)automatisierter Verwaltungsprozesse zu einem transformativen Verwaltungsverständnis scheinen auf den ersten Blick gering zu sein; automatisierte Verwaltung könnte jedoch auch so ausgelegt werden, dass Silostrukturen technisch aufgelöst werden – möglicherweise eine Schlüsselvoraussetzung für transformatives Verwaltungshandeln.

### Hintergrund: Um was es geht

Die öffentliche Verwaltung wird im Sinne der Gewaltenteilung in Demokratien gemeinhin dahingehend als diejenige behördliche Tätigkeit verstanden, die weder Gesetzgebung noch Rechtsprechung ist.<sup>40</sup> Zu den vier Government-Ressourcen der Verwaltung zählen: Nodalität, Autorität, Vermögen und Organisation, jeweils differenziert nach ihrer Erkennungs- und Bewirkungsdimension (Tan und Cromptvoets 2022). Nodalität bezieht sich auf die Schnittstellenfunktion der Regierung zu den Bürger\*innen für Informationen (Erkennen und Verbreiten von Informationen). Autorität bezieht sich auf die legale und offizielle Gewaltausübung in Form von Ge- und Verboten, Garantien und Entscheidungen wie Urteile. Das Vermögen schließt finanzielle Mittel und zuteilbare Aufwendungen ein, die Regierungen zur Ausweitung ihrer Macht (z. B. Beeinflussung anderer Akteure, Einkauf von Daten und Wissen, u. v. m.) einsetzen können. Organisation bezieht sich auf physische Fähigkeit über die Mitarbeiter\*innen direkt zu handeln.

Wichtige Impulse für die Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung gehen von der betrieblichen Verwaltung aus. Schon seit über zwei Jahrzehnten gibt es das Konzept e-Government, das als die erste Ära der digitalen Governance bezeichnet wird (IKT-zentriert). Daran schließt sich womöglich eine neue Ära der digitalen Governance an (datenzentriert), in der die digitale Governance auf eine andere Art und Weise erfolgt (Tan und Cromptvoets 2022). Hierbei kann für die vier Government-Ressourcen nach dem Erkennen von Informationen und der Wirkung in die Gesellschaft durch Informationen unterschieden werden (Tan und Cromptvoets 2022): Die Verwaltung kann beispielsweise unterstützt durch KI-gestützte Big Data Analysen ihren Wissensvorsprung zu Umweltfragen ausbauen und über Environment Situation Rooms Informationen kommunizieren (Nodalität). Verstöße gegen den Vollzug des Umweltrechts kann die Verwaltung beispielsweise durch Fernerkundung erkennen und die Einhaltung des Umweltrechts durch Blockchain-verschlüsselte Nachverfolgung von Lieferketten sichern (Autorität). Landbesitz kann blockchain-basiert dezentral registriert und Erwerb/Veräußerung öffentlichen Landbesitzes ebenso getätigt werden (Vermögen). Datenanalytik- und Datenschutz-bevollmächtigte führen die Datengovernance so aus,

dass den Stakeholdern laufend aktualisierte und verifizierte Umweltdaten bereitgestellt werden (Organisation).

Diese neue datenzentrierte Ära der digitalen Governance lässt sich an der veränderten Rolle von digitalen Technologien in der Ausübung von Regierungsfunktionen, Generierung von öffentlichem Mehrwert, Human Resources Management und Governance beobachten.

In Abgrenzung zu den Zukunftsthemen Digitale Staatskunst (Kapitel 2.5) und Legal Tech (Kapitel 2.7) geht es hier schwerpunktmäßig um die auf die verwaltungsbezogenen Ressourcen: die Autorität der jeweiligen politischen Institutionen und Personen, deren Vermögen, die Organisation innerer Verwaltungsprozesse sowie behördliche Kooperationen. Die unter Nodalität zu verstehende Ressource der Schnittstellenfunktion der Verwaltung zu den Bürger\*innen wurde in Kapitel 2.5 Digitale Staatskunst untersucht sowie die Ressource der legislativen Gewaltausübung in Kapitel 2.7 Legal Tech.

### Trends und Treiber

Haupttreiber und Voraussetzung für die Automatisierung von Verwaltungsprozessen sind die Digitalisierung der Verwaltung (eGovernment), Erkenntnisse über die Automatisierung von Managementprozessen in Unternehmen und die Entwicklung von digitalen Anwendungen für Verwaltungsprozesse unter Nutzung von digitalen Basistechnologien wie Cloud Computing, Blockchain und Künstlicher Intelligenz. Ausgangspunkt für die Suche nach neuen digitalen Lösungen für die Verwaltung ist die Datenflut mit einem steigenden Bedarf der Bewältigung dieser Datenmengen und -vielfalt auch in der Umweltverwaltung. Grundlage für die neuen Verwaltungsprozesse ist die Digitalisierung von Dokumenten und Prozessen (z. B. „e-file“). Visionen wie Staat 4.0 setzen auf Digitalisierung als Mittel zur Modernisierung der Verwaltung. Immer mehr Verwaltungen bilden ihre internen Prozesse digital ab, kooperieren mit anderen Behörden digital und kommunizieren mit Bürger\*innen, Forschung, Unternehmen, Umweltverbänden und anderen Stakeholdern digital.

<sup>40</sup> Verwaltung – Definition | Gabler Wirtschaftslexikon.



Die zunehmende Nutzung von KI für Entscheidungsunterstützung, einschließlich Entscheidungsautomatisierung, -erweiterung und -findung, wird durch massenhaft vorliegende Daten von Bürger\*innen, KI, Big Data Analytics, Simulationen, kollektive Intelligenzsysteme, partizipative E-Governance-Systeme und das Angebot an Entscheidungs-Cockpits (u. a. Dash-Boards) vorangetrieben, ebenso wie ein tieferes Verständnis der psychologischen Einflussfaktoren bei Entscheidungsprozessen.

Digitale Tech-Firmen mit großer Marktmacht übernehmen zunehmend Aufgaben, die vormals staatlichen Akteuren vorbehalten waren. Grundversorgung und Daseinsvorsorge, darunter Energie- und Wasserversorgung, Verkehrsleistungen, Telekommunikation, Rundfunk, Straßenreinigung sowie Abwasser- und Müllentsorgung, wird durch digitale Services „für alle“ unterstützt beziehungsweise vollumfänglich ersetzt. Hierdurch avancieren digitale Plattformen zu

Infrastrukturen der Grundversorgung, wobei sich auch die Rolle der Verwaltung ändert.

Der Zugriff zu mehr und besseren Daten ist ein wichtiges Mittel für das zentrale Ziel, bürger-zentrierte Dienstleistungen anzubieten, die öffentliche Versorgung zu reorganisieren und die Verwaltung zu digitalisieren (Tan und Cromptvoets 2022). Das Online-Zugangsgesetz (OZG) regelt in Deutschland den Ausbau des Zugangs von Bürger\*innen und Unternehmen zu Dienstleistungen der Verwaltung. Im Juni 2022 waren laut OZG-Dashboard<sup>41</sup> bundesweit nur 80 von insgesamt bis Ende 2022 anvisierten 575 OZG-Leistungen online. Von den insgesamt 1.532 zu digitalisierenden einzelnen Verwaltungsleistungen des Bundes waren bis September 2021 nur 58 vollständig und flächendeckend online umgesetzt. Als Gründe für die schleppende Umsetzung der Digitalisierung von Leistungen der Verwaltung des Bundes werden fehlende Digital-Kapazitäten, falsche Prioritäten oder Desinteresse in den Kommunen genannt. Verwenden Kommunen gleiche Softwarelösungen, so könnte die Software für digitale Leistungen mit geringem Aufwand in allen an ein Online-Verbreitungssystem angeschlossenen Kommunen breit übernommen werden. Dabei könnten Systeme der Künstlichen Intelligenz die Übereinstimmungen bei der Übernahme und notwendige Anpassungen an die kommunalen Gegebenheiten prüfen und dadurch die IT-Expert\*innen in den Gemeinden entlasten.<sup>42</sup>

Das Umweltbundesamt lässt aktuell in seinem Projekt *INNOVA* (Praktische Innovationsansätze und Entwicklungspfade für eine zeitgemäße Politik für nachhaltige Entwicklung) die Treiber und Hemmnisse für transformatives Verwaltungshandeln untersuchen, in dem auch Aspekte der Digitalisierung adressiert werden. Im Ressortforschungsplan von 2021 findet sich die Ausschreibung des Projektes *UBA digitalis: E-Government weiterdenken*<sup>43</sup> und in der Ausgabe von 2022 eine Ausschreibung mit dem Titel „KI zur Verwaltungsautomatisierung und zur Erkennung krimineller Aktivitäten im Emissionshandel“. Folglich unternehmen Behörden wie das Umweltbundesamt indirekte, direkte und konkrete Einzelanstrengungen, um die Digitalisierung der Verwaltung zu erforschen und voranzutreiben.

<sup>41</sup> So digital ist der deutsche Staat noch nicht – INSM

<sup>42</sup> So digital ist der deutsche Staat noch nicht – INSM

<sup>43</sup> E-Government weiterdenken – Strategie und Erprobung für das zukünftige Verwaltungshandeln in der Umweltpolitik nach dem Jahr 2023, einschließlich Prozessgestaltung für die mittelfristige Organisationsentwicklung des Umweltbundesamtes (UBA digitalis).

### Emerging Issues

Zentrale Herausforderungen für die Automatisierung der Verwaltung sind unter anderem die vorhersagende und manipulative Kraft von Datenanalytik und Deep Learning über individuelle Nutzer\*innen und ihr Verhalten, diskriminierende politische Praktiken durch datengetriebene Entscheidungsfindung, hohe Instandhaltungskosten und Versagen automatisierter Systeme, und die öffentlichen Verantwortlichkeit, die mit den großen Datensätzen und Algorithmen des maschinellen Lernens verbunden ist (Tan und Crompton 2022).

Mit der Digitalisierung der öffentlichen Dienstleistungen geht nicht nur eine Transformation der Beziehung zwischen Anbietern öffentlicher Dienstleistungen und Kunden einher, sondern auch eine Transformation der Arbeit in der öffentlichen Verwaltung (Anderson et al. 2022). In einer Fallstudie zur Einführung eines digitalen Automatisierungswerkzeuges durch

eine lokale schwedische Behörde wird die komplexe Konfigurationsarbeit deutlich, die zur Etablierung neuer Praktiken unter Einbezug der Technologie, Materialien, Diskurse, Rollen und Machtstrukturen erforderlich sind. Die Autor\*innen schlussfolgern, dass diese neuen Praktiken erklären, weshalb Digitalisierung die fachliche Autonomie der öffentlichen Verwaltungsangestellten verringern und auch die Service-Qualität verringern kann.

Auch im Hinblick auf die Kooperation zwischen Behörden (horizontal und vertikal) sind die Technik- und Regulierungserfordernisse im Staat 4.0 neu zu bestimmen. Verwaltungsangestellte müssen neue Fertigkeiten und Kompetenzen erwerben, um über IT-Investitionen zu entscheiden und den Einsatz der Automatisierung in Entscheidungs- und Ausführungsprozessen zu organisieren (Tan und Crompton 2022).

### Biometrische Identifikation in Indien

Der „Indian digital identifier“ ist ein Projekt, das bereits seit 2009 läuft. Damit werden biometrische Daten der gesamten indischen Bevölkerung erhoben (Fingerabdrücke aller zehn Finger sowie zwei Iris-Scans pro Person). Bis heute sind bereits 92 % der indischen Bevölkerung erfasst (Interview 3).

Der Identifier wird genutzt, um „welfare benefits“ zu erhalten, d.h. jegliche Förderung ist nur mit einer sauberen Erkennung möglich. Die Herausforderungen sind vor allem technischer Art: Die Erfassung ist nicht sehr präzise, 5 % der Entscheidungen sind falsch. Wenn das System nicht funktioniert, können die Menschen ihre Rechte nicht geltend machen („deprived of their rights“). Sie erhalten dann keinen Zugang zum System, keine „Sozialhilfe“, keine Lebensmittelspenden. Da viele dieser Menschen auf Lebensmittelhilfen angewiesen sind, ist das elementar. Einige Menschen sind bereits gestorben, weil der Identifier nicht funktioniert hat.

Der Identifier ist auch für den Zugang zum Banking oder für Überweisungen notwendig. Das hat große Vorteile in einem Land, in dem Direktüberweisungen nicht funktionieren und es sonst schwierig ist, Geld zu senden. Damit ist der Identifier auch so etwas wie eine „payment address“ (Zahlungsadresse).

Der Identifier wurde von der indischen Regierung in Auftrag gegeben und sie besitzt ihn. Er wurde von Firmen in Indien gemeinsam mit Unternehmen aus den USA und Frankreich entwickelt. Der digital identifier wird nach Afrika (Kenia, Ghana, Marokko usw.) und (Südost-) Asien exportiert. Ziel der Anbieter ist es, die ganze Weltbevölkerung biometrisch zu erfassen. Ziel ist auch eine multinationale Datenbank, die sich über die Zeit entwickeln kann. Sie hat so wie jetzt nur begrenzte Möglichkeiten, Services und Waren sind nicht direkt eingestellt, aber die Möglichkeiten ergeben sich durch „cross data in a wider range“. Damit exportiert man aber auch das Problem der Vertraulichkeit von Daten („confidentiality of data“), immer mit der Gefahr, dass Daten leaked werden.

Folgende weitere Emerging Issues lassen sich voneinander unterscheiden:

### *Servicequalität: Usability und responsive Daseinsvorsorge*

Automatisierte Verwaltung hat Potenziale, bereits heute ausgeführte Verwaltungsprozesse zu vereinfachen und eine responsive Daseinsvorsorge zu unterstützen. Im Zuge der Automatisierung der Verwaltung werden moderne personalisierte Zugänge von Bürger\*innen zu Verwaltungsprozessen geschaffen (Bürgerschnittstelle). Beispielhafte digitale Anwendungen sind die biometrische Identifikation und die Kommunikation mit Chatbots. Zukünftig kommen in der biometrischen Identifikation möglicherweise vermehrt Gesichtserkennung und DNA-Erkennung zum Einsatz. Solche Anwendungen können sehr weitreichend eine Gesellschaft regulieren (vgl. nachstehende Box zur biometrischen Identifikation in Indien).

Verwaltungsprozesse sollen durch Automatisierung mittels Maschinellem Lernen, insbesondere dort, wo Bürger\*innen direkt mit dem Staat in Kontakt kommen, vereinfacht und effizienter werden. Beispiele sind das automatisierte Ausfüllen von Formularen anhand im Vorfeld freigegebener Daten und die Bündelung zusammenhängender Anträge.

Die öffentliche Infrastruktur zählt bislang zu den am wenigsten digitalisierten Systemen (Jahn et al. 2021). Staatliche Einrichtungen müssen den Digitalisierungsrückstand aufholen für die Daseinsvorsorge in Bereichen wie Bildung, Gesundheit, Wasser-, Strom-, oder digitaler Infrastruktur, um auf die Bedürfnisse der Bürger\*innen responsiv eingehen zu können (Responsive Government). Digitale Plattformunternehmen wie Google (Alphabet), Amazon, Facebook („Meta Platforms“) und Apple bzw. Alibaba verfügen über eine Kapitaldeckung, Marktmacht und digitalen Zugang zu Kund\*innen, die sie auch im Bereich der Daseinsvorsorge zu potenziellen Handelspartnern, Investoren oder Anbietern macht.

Mit Hilfe von vorhersagender Analytik (Predictive Analytics), die auf maschinellem Lernen beruht, können Bedarfe frühzeitig und genauer erkannt werden (Misuraca et al. 2020). Beispielhaft sei hier das Unternehmen Cambridge Analytica erwähnt. Einsatzgebiete sind beispielsweise das Predictive Policing, die Vorhersage von Epidemien und die Abschätzung des Heizenergiebedarfs anhand von Wettervorhersagen.



Predictive Analytics kann zu einer effizienteren Nutzung öffentlicher Ressourcen beitragen, Organisationen helfen, Dienstleistungen schneller zu liefern und einen vorbeugenden Ansatz zu verfolgen (Misuraca et al. 2020). Im Falle internationaler Infrastrukturen ist ein nationaler (oder europäischer) Ansatz der responsiven Governance verkürzt.

### *Positionierung zu Social Scoring und zu Sozialkreditsystemen*

Social Scoring bezeichnet ein Verfahren, Bürger\*innen und Unternehmen hinsichtlich ihres Verhaltens zu bewerten (Social Scoring) und daraus negative oder positive Konsequenzen (Social Credits) abzuleiten. Hierbei kann eine automatisierte Verwaltung eine wesentliche Rolle spielen. China hatte bereits 2014 ein Sozialkreditsystem (SKS) zur Kontrolle des Verhaltens aller in China tätigen Unternehmen, Privatpersonen und Organisationen eingeführt. Die Kategorisierung von Unternehmen, Privatpersonen und Organisationen erfolgt anhand von Einträgen in Register und Listen, mit denen das Verhalten belohnt (Redlisting) oder bestraft wird (Blacklisting). Dieses Regulierungsinstrument ist nicht wie geplant bis 2020 landesweit eingeführt worden, denn es funktioniert

## Das Sozialkreditsystem in China aus Sicht bayrischer Unternehmen

Eine Analyse von 170 bayerischen Unternehmen in China ergab, dass diese größtenteils auf roten (positiven) Listen erfasst sind. Fast neun Prozent der Unternehmen haben einen negativen Eintrag in Form einer Verwaltungsstrafe erhalten, der zu einem Eintrag auf einer schwarzen Liste führen kann (Oswald et al. 2022).

Als vorteilhafte Auswirkungen des SKS werden weniger Korruption und potenziell einheitlichere Wettbewerbsbedingungen gesehen, weil das System auch für chinesische Unternehmen gilt. Nachteilhaft wird das Einziehen einer weiteren bürokratischen Ebene und ein Mangel an Informationen über das System sowie seine beständige Weiterentwicklung angesehen (Oswald et al. 2022).

Unternehmen werden von den chinesischen Behörden über das SKS – sowie über mögliche Konsequenzen – nicht informiert und müssen sämtliche Informationen dazu selbst beschaffen. Verwaltungsstrafen werden am häufigsten von den Behörden für Umweltschutz und Arbeitsrecht sowie für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz verhängt (Oswald et al. 2022).

Die positiven Einträge beziehen sich hauptsächlich auf Steuerangelegenheiten, während die Missachtung von Vorschriften in den Bereichen Arbeitssicherheit, Gesundheit und Umwelt den Großteil der Negativeinträge ausmacht.

noch nicht lückenlos und es gibt je nach Provinz unterschiedliche Schwerpunkte (Jehle 2022). Die Beschaffenheit des SKS deutet darauf hin, dass es Teil einer umfassenden Maßnahme der chinesischen Regierung zur Durchsetzung von Regeln und Vorschriften ist (Oswald et al. 2022).

Festgehalten werden kann, dass sich in China ansässige deutsche Unternehmen an ein SKS gewöhnen und sowohl positive als auch negative Aspekte darin sehen. Diese Art von staatlicher Regulierung steht den autonomen Aufsichtsbehörden in Europa gegenüber. Die chinesischen Datenschutzbestimmungen können mit den Anforderungen der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) kollidieren. Die umfassende Datenerfassung und Informationsasymmetrie beim SKS stellen für die Unternehmen eine Herausforderung dar. Angesichts der Konvergenz von Vorschriften im Welthandel kann das SKS in China vergleichbare Compliance wie in den USA oder Europa fördern (Jehle 2022).

In Deutschland betreibt die privatwirtschaftliche Schutzgemeinschaft für allgemeine Kreditsicherung (Schufa)<sup>44</sup> ein Kreditsystem, das es gewerblichen Unternehmen wie Banken, Sparkassen, Versandhäuser, Kaufhäuser, Kreditkarten- und Leasing- und Wohnungsbaugesellschaften ermöglichen soll, die Kreditwürdigkeit von Kund\*innen zu beurteilen. Vertragspartner der Schufa, wie der Einzelhandel und Onlinehandel sowie Strom- und Telekommunikationsanbieter, melden dieser, ob eine finanzielle Forderung nicht pünktlich gezahlt wurde und erhalten dafür selbst Informationen, ob bei der Schufa Zahlungsprobleme bekannt sind. Ein schlechter Score-Wert einer Privatperson kann zur Verweigerung eines Kredits oder des Abschlusses eines Mobilfunkvertrags führen. Privatpersonen sollen im Laufe des Jahres 2023 kostenlos Einblick in ihre persönlichen Schufa-Daten erhalten (Krempf 2022). Es gibt in Deutschland also ein seit langem etabliertes privatwirtschaftliches Kreditsystem, nicht aber ein staatliches soziales Bewertungssystem, das dafür sorgt, dass sich gemeinwohlorientiertes/-schädigendes Verhalten in Form des Erhalts von wirtschaftlichen Privilegien/Nachteilen niederschlägt.

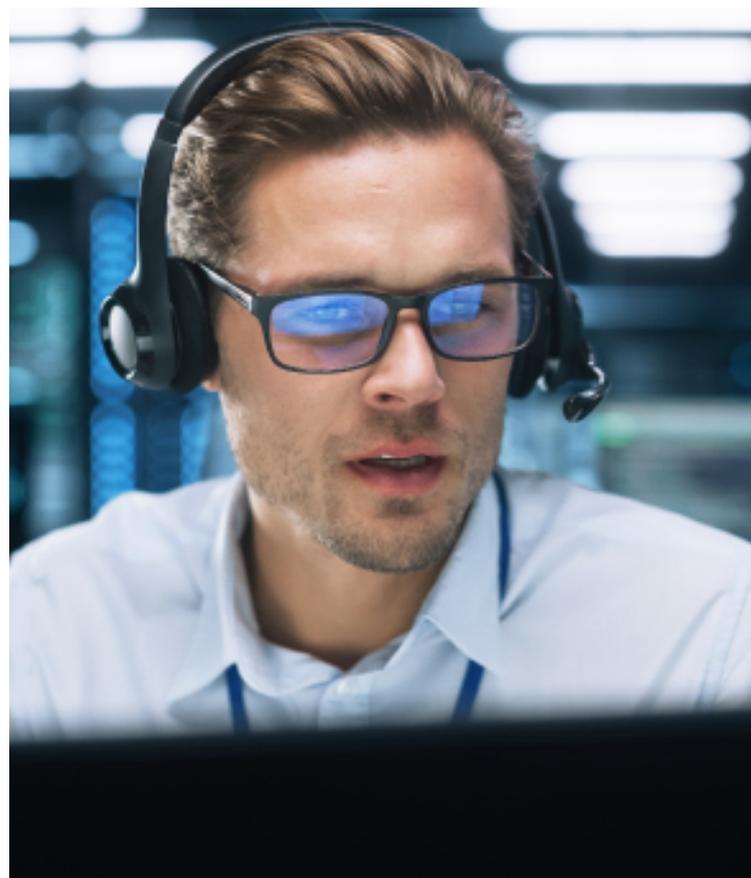
<sup>44</sup> Was tun bei einem Schufa-Eintrag? | Verbraucherzentrale.de

Es ist nicht ausgeschlossen, dass es in Europa vermehrt Diskussionen über abgewandelte Social Scoring und/oder Sozialkreditsysteme (wahrscheinlich unter anderem Namen) zur Erreichung von Klimaschutzziele geben wird, wenn dies mit anderen Maßnahmen nicht gelingt, die Menschen zu einem deutlich klimafreundlicheren Verhalten zu animieren. Die Debatte um den digitalen Impfpass und damit möglicher Bewegungsfreiheit nur für Geimpfte und Genesene zeigt, dass die Kompatibilität von Social Credits mit dem demokratischen Politiksystem sowie Rechtsstaats- und Freiheitswerten ein zentraler Streitpunkt ist. Die Fragen adressieren das unterschiedliche Verständnis von Freiheit und die Angst vor Überwachung der Gesellschaft bzw. der Einzelnen. Eine Reihe ethisch-moralischer sowie rechtlicher Fragen sind bisher unbeantwortet. Gleichwohl sind auch freiwillige Scoring- und Gamingansätze denkbar. Ein Beispiel ist die Selbstbindung eines Ökodorfes in den Niederlanden an das durch Blockchain überwachte Scoring ihres Umweltfußabdrucks.<sup>45</sup>

Überträgt man den Ansatz des Social Scoring und des Social Credits auf Anwendungen im Umweltbereich, z. B. zur Identifizierung von Umweltproblemen und kritischem Verhalten, dann muss mitgedacht werden, dass die dabei zum Einsatz kommenden Algorithmen Risiken der Verzerrung bei der maschinellen Interpretation und Bewertungen der Daten in sich tragen (Digital Biases). Es zeigt sich, dass digitale Biases häufig durch Mustererkennung und unbewusste Übertragung bei der Programmierung verstärkt werden. Zugleich bieten Algorithmen der Mustererkennung das Potenzial, kognitive Biases von Menschen zu enttarnen. Lösungsansätze zielen auf eine sinnvolle Verbindung von kognitiven und algorithmischen Ansätzen ab, z. B. mit Übungen in Form von Serious Games zur Sensibilisierung von Entwickler\*innen und Nutzer\*innen. Für eine menschen-zentrierte Gestaltung von Social-Scoring- und Sozialkreditsystemen ist es zudem entscheidend, wie datenschutzkonform sie gemacht sind, um Missbrauch einzudämmen – nicht nur in Bezug auf die geteilten privaten Daten an sich, sondern auch deren Interpretation mit Biases.

Insgesamt steigt hier die Abhängigkeit der Menschen von digitaler Bewertung und KI-Systemen. Hinzu kommt, dass zwar die Voraussetzung eines Internetzugangs für die Mehrheit der Menschen in Deutschland rein technisch gewährleistet ist, jedoch große Unterschiede bei den digitalen Kompetenzen für den Cyberraum bestehen. Verschiedene Nutzergruppen sind unterschiedlich betroffen von diesem „Digital Literacy Divide“, der häufig durch Desinformation zusätzlich verstärkt wird. In jedem Fall gilt es, einige ethische und rechtliche Fragen zu klären.

Wenn Social-Scoring- und Sozialkreditsysteme effektiv und gerecht, Datenschutz- und Verfassungsrechtskonform ausgestaltet werden, dann könnten sie vielleicht langfristig als eines der äußersten Mittel, das Verhältnis von Verwaltungen zu Bürger\*innen und Unternehmen mitprägen.



<sup>45</sup> RegenVillages oder Wild Community EcoVillages – Regenerating People, Land, Culture and Economy

### *Neuorganisation interner Verwaltungsprozesse: Beschaffung und Personaleinstellung*

Aktuell diskutierte Beispiele für digitale Anwendungen in der Verwaltung sind das Robo-Recruiting im Personalmanagement und das Beschaffungswesen.

Ziel beim Robo-Recruiting ist neben der Effizienzsteigerung die Vermeidung von Diskriminierung bei der Rekrutierung oder bei Personalentscheidungen. Wenn sich durch Robo-Recruiting ein breiterer Talentpool effektiv erschließen lässt, konkurriert das Umweltressort mit anderen Nutzern dieser Technologie. Dann muss sich auch das Umweltressort damit auseinandersetzen, wie es das Robo-Recruiting für die Rekrutierung des eigenen Personals strategisch einsetzen möchte, um weiterhin ausreichend qualifiziertes, motiviertes und engagiertes Personal für sich zu gewinnen. KI eröffnet auch Möglichkeiten zur Vermeidung von Diskriminierungen, bei Rekrutierung und im Umgang mit Beschäftigten und Personalentscheidungen. Bei Systemen, die auf Machine Learning basieren, besteht jedoch die Gefahr, dass bestehende Diskriminierungen lediglich reproduziert werden (O'Neil 2017) oder eigentlich geeignete Bewerber\*innen aufgrund formaler Besonderheiten im Lebenslauf ausgeschlossen werden.

Auch in der öffentlichen Beschaffung bieten sich Potenziale durch Automatisierung und KI, z. B. für die Überprüfung der Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien bei Einkauf oder Verbrauch. Die Potenziale von KI für nachhaltige Beschaffung, sowohl für öffentliche Auftraggeber als auch für die Marktteilnehmenden sowie die Nachhaltigkeitseffekte sind jedoch bislang kaum untersucht worden.

Wenn sich die Leistungsfähigkeit der Algorithmen weiter verbessert, könnten dem Umweltressort für operatives Handeln, nachhaltige Beschaffung oder Personalauswahl neue effektive Werkzeuge zur Verfügung stehen.

### *Veränderungen des Verhältnisses von Bürger\*innen und Verwaltung*

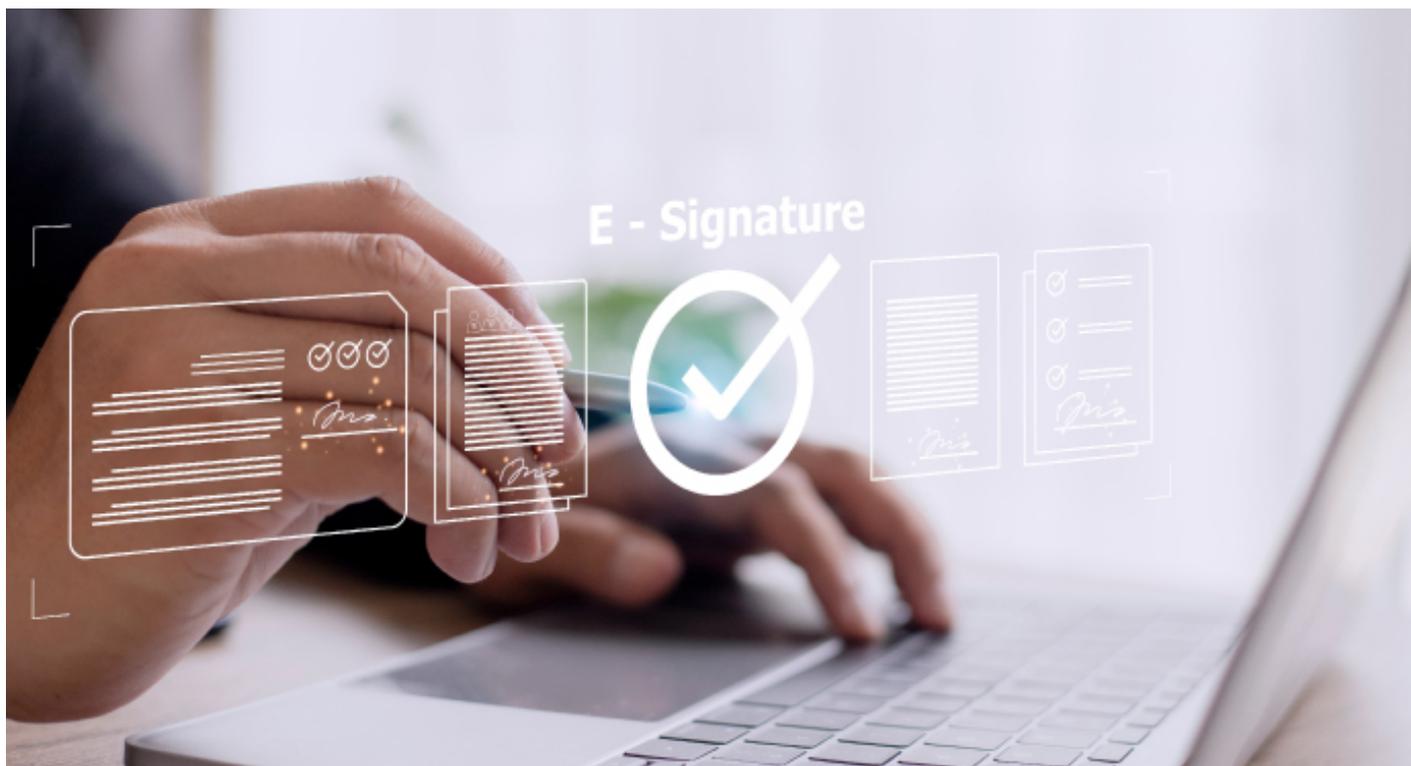
Die Automatisierung des Verwaltungshandelns birgt neben den erwarteten Vorteilen auch Risiken für das Verhältnis von Bürger\*in und Verwaltung.

Digitale Bürgerlichkeit bedeutet auch vermehrte Anfragen nach Daten und Informationen an Behörden, wodurch diese häufiger und qualifizierter mit der Verfügbarmachung von Daten antworten müssen. Spezifisch ausgelegte Anfrageportale und KI-unterstützte Logistik und Textgenerierung können die digitale Beantwortung von Anfragen unterstützen. Die tatsächlichen Datenübertragungsraten und andere technische Begrenzungen lassen einen steigenden Bedarf nach Small Data erwarten.

Verwaltungsprozesse basierend auf Maschinellern funktionieren gut in massenhaft durchgeführten Routineoperationen, nicht aber in der Verarbeitung von Einzelfällen. Die Rechtssicherheit beispielsweise bei der Ausstellung von Strafgeldbescheiden muss auf jeden Fall gewährleistet sein (vgl. auch Kapitel 2.7), so dass hier verantwortliche Menschen in Entscheidungsprozessen erforderlich sind. Mit der Automatisierung steigt das Risiko von Verzerrungen mit Auswirkungen z. B. auf die Bewertung des Umweltverhaltens bestimmter gesellschaftlicher Gruppen.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Verwaltungsentscheidungen sind erforderlich, die aber im Falle statistisch lernender digitaler Systeme nicht gewährleistet werden kann. Der Umgang von Bürger\*innen mit der Verwaltung muss rechtssicher sein. Auch müssen Fehlerquellen in Verwaltungen und Verantwortlichkeiten identifizierbar bleiben, um etwaigen Haftungsfragen nachzukommen. Abfolgen von Blockchain-gesicherten Unterschriftenprozessen und Rechtsvorgängen bietet dagegen Möglichkeiten der rechtlichen Absicherung. Hierbei steht jedoch weniger die Verwaltungseffizienz als vielmehr die Unveränderbarkeit und damit der Schutz vor Manipulation von Verwaltungsprozessen im Vordergrund.

Die Umstellung auf automatisierte Verwaltungsprozesse ist sowohl für die Verwaltungen als auch für die Bürger\*innen eine große Herausforderung, die zunächst zeitaufwändig und fehlerbehaftet sein kann. Nach einer gewissen zeitlichen Einübung mögen Verwaltungsprozesse dann schneller und einfacher ablaufen. Der Schutz privater Daten auch hinsichtlich der Verknüpfung von Datenbeständen miteinander muss auf allen Ebenen und bei allen Zugängen gewährleistet werden. Faktisch muss ein Zugang



für alle Bürger\*innen gewährleistet sein, es darf also nicht zum Ausschluss von Teilen der Bevölkerung kommen.<sup>46</sup>

Menschen müssen bei der Digitalisierung der Verwaltung in jedem Fall „mitgenommen“ werden, sonst droht eine „Entmenschlichung“ der Verwaltung und eine Standardisierung des Menschen. Ungelöst bleibt bei standardisierten Verwaltungsakten beispielsweise, wie Bürger\*innen direkt mit Verwaltungsangestellten interagieren und protestieren können, wenn Prozesse (z. B. Beantragung umweltkritischer Projekte) in Echtzeit ablaufen. Beim Einsatz von Nudging in der Verwaltung wird es „potentiell gefährlich“ (Workshop-Diskussion), denn es ist manipulativ.

In Ergänzung zu Ministerien und nachgeordneten Behörden von Bund und Ländern können derartige automatisierte Verwaltungsprozesse auch in den zahlreichen Kreisen und Gemeinden<sup>47</sup> Einsatz finden, und dabei die unterschiedlichen Datenbanken miteinander verknüpfen und Vorgänge auffindbar machen. Auf jeder der Ebenen finden sich neue Entwicklungen und Möglichkeiten – sowohl die horizontale als auch

die vertikale Vernetzung der Verwaltungseinheiten und ihrer Prozesse ist eine wichtige Aufgabe, um Prozesse zu vereinfachen, effektiver oder effizienter zu machen.

Vorsicht ist allerdings bei unüberlegter Verknüpfung von Verwaltungsdatenbanken geboten, um die Privatsphäre der Bürger\*innen zu schützen und das Vertrauen in die Verwaltung nicht auszuhebeln. Eine Verknüpfung von Datenbanken zu Umweltstraftaten und z. B. Fahrzeugzulassungen oder dem Jugendamt könnten zu nicht gewünschten Automatismen wie Führerscheinentzug, Verlust der Fahrzeugzulassung oder im schlimmsten Fall sogar dem Entzug von Kindern führen (Opiela et al. 2019). Auch ein Kontrollverlust in der Erfassung von Daten oder in der Beschaffung kann vorkommen.

### *Die Struktur der Verwaltung – für eine große Transformation?*

Während in der ersten Ära der digitalen Governance die Umsetzung der öffentlichen Reformverwaltung (New Public Management, NPM), das heißt die Übernahme privatwirtschaftlicher Managementtechniken

<sup>46</sup> geschätzt sind etwa 20 % von fehlenden bis unzureichenden digitalen Ressourcen und Kompetenzen betroffen, insbesondere Personen, die über 60–70 Jahre alt sind.

<sup>47</sup> Ergänzung: mit ihren Aufgaben im Umweltschutz (Selbstverwaltung, übertragene Aufgaben), darunter Daseinsvorsorge, Immissionsschutzrechtliche Genehmigungen, Raum- und Umweltplanung, etc.

in der öffentlichen Verwaltung, im Vordergrund stand, führen die neuen digitalen Technologien in der Verwaltung zu unterschiedlichen digitalen Zukünften, die eine neue Ära des digitalen NPM (Integration digitaler Technologie für mehr Effizienz und Performance, Übernahme öffentlicher Dienste durch privatwirtschaftliche Dienstleister), einen digitalen Neo-Weberianismus (digitale Technologien gestalten die Interaktionen zwischen Staat und Bürger\*innen neu, digitale öffentliche Governance in einem kontrollierten geschlossenen Datenökosystem) oder einen digitalen Kommunitarismus (Selbst- und Co-Governance des öffentlichen Sektors durch Communities, Community-geführte Plattformen für das Management öffentlicher Entscheidungen und Dienste) begründen können (Tan und Cromptvoets 2022).

Die Digitalisierung und Automatisierung verändert die Umweltverwaltung, die gleichzeitig die Aufgabe hat, Transformationen zu unterstützen. In dieser Gemengelage werden Verwaltungen umorganisiert, wobei sich ein Spannungsfeld zwischen Dezentralität der Verwaltung und Standardisierung digitaler Prozesse aufbaut.

Die Transformationswerkstatt ist ein Weiterbildungsformat für Mitarbeitende öffentlicher Verwaltungen, das ihre Kompetenzen bei der Gestaltung gesellschaftlicher Transformationen stärken soll (Jacob et al. 2021). Im Projekt INNOVA werden noch bis Mitte des Jahres 2024 organisationale Erfolgsfaktoren für ein stärker transformatives Verwaltungshandeln herausgearbeitet. Die Organisationen des Umweltressorts möchten sich zukünftig stärker als Gestalter von Nachhaltigkeitstransformationen positionieren, ihre internen Strukturen scheinen derzeit aber nicht auszureichend auf diese Rolle ausgerichtet zu sein. Hierfür können aus jetziger Sicht folgende Gründe genannt werden:<sup>48</sup>

- ▶ Starke Zergliederung der Transformationsthemen in viele kleine Organisationseinheiten
- ▶ Absorption der inhaltlich-strategischen Transformationsarbeit durch das Tagesgeschäft
- ▶ Geringe Einflussmöglichkeiten der unteren Ebenen auf transformative Maßnahmen

- ▶ Fehlende Routinen ressortübergreifender Gestaltung transformativer Politikmaßnahmen
- ▶ Zufriedenheit vieler Mitarbeiter\*innen mit ihrer Rolle als reine Verwalter\*innen
- ▶ Teilweise sind nur Einzelpersonen für die Transformationsarbeit zuständig

Diese Ursachen können in Bezug auf erforderliches Personal, Kommunikationswege und Entscheidungsprozesse in Gestaltungsaufgaben umgemünzt werden, in der teilweise auch die Rolle der Digitalisierung zum Vorschein kommt. Beispielsweise kann die Kollaboration mit anderen Ressorts durch digitale Kollaborationstools und Kreativitätstechniken gefördert werden. Auch die Kommunikation mit Bürger\*innen und Unternehmen für eine bessere Legitimierung von Maßnahmen für die Transformation kann von digitalen Formaten profitieren. Hervorgehoben werden insbesondere die Datenanalysefähigkeiten, die evidenz-informierte und Foresight-informierte Entscheidungen unterstützen, eine stärkere Rationalisierung des öffentlichen Diskurses zu transformativen Maßnahmen mit Hilfe digitaler Anwendungen oder Visualisierungen und die Entwicklung von Transformationspfaden auf Basis komplexer digitaler Daten und Modelle.

Gleichzeitig wird die **Struktur der Verwaltung** durch Digitalisierung verändert und geht dabei mit einem organisationalen Wandel einher: Wie sehr darf sie auf das Digitale konzentriert sein – wie sehr auf den Menschen? Gilt das für alle Ebenen, auch Kommunen und Länder? Was passiert, wenn Digitalisierung und Standardisierung nicht gut gemacht sind („Pseudodigitalisierung“)? Muss dann alles noch einmal „angepackt werden“ (neue Programmierung, neue Datenbanken) mit der Gefahr, dass sich die Organisation am digitalen Setting orientieren muss und nicht die Technik an der bestehenden Organisation bzw. den Verwaltungsabläufen (so wie es derzeit ist)? Oder schafft es die Verwaltung als Vorreiter der Digitalisierung aufzutreten und das neue Modell zu sein? Praktisch wären Lösungen auf EU-Ebene: ein virtuelles Format für alle Mitgliedsländer, aber dies scheint noch in weiter Ferne zu sein. Es bleibt eine Herausforderung, eine dezentrale, resiliente digitale

48 unveröffentlichter interner Zwischenbericht

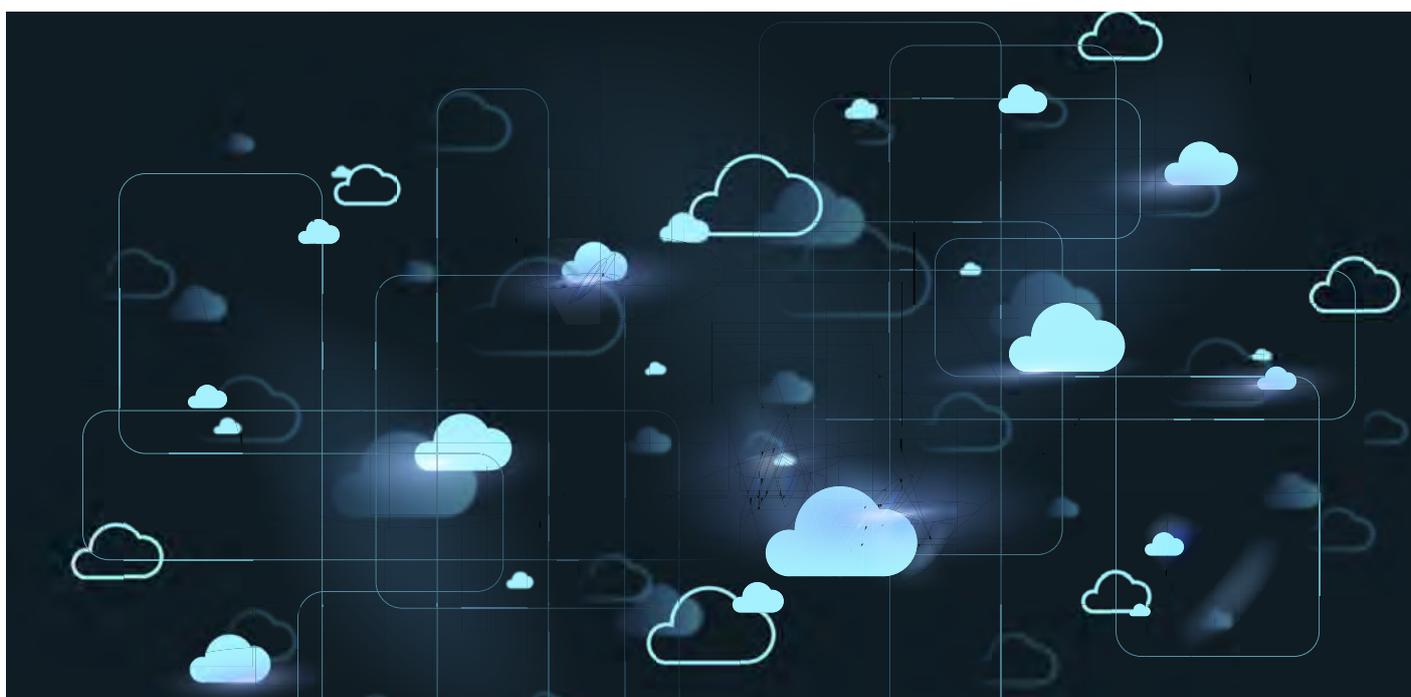
Infrastruktur zu schaffen. Eine dezentrale digitale Struktur ist möglicherweise nicht mit anderen Strukturen kompatibel (siehe EU).

Die Koordination der Governance von Klimazielen erfordert eine digitale Zusammenarbeit verschiedener Behörden. Transformationsprozesse machen die Zusammenarbeit von Behörden verschiedener Ressorts bei Forschungsplanung (Joint Programming) und Lösungen erforderlich. Auf internationaler Ebene sind für die Koordination der Governance der Klimaziele digitale Prozesse und Daten eine Schlüsselvoraussetzung (z. B. auch Umweltdaten, Erdüberwachungs- oder geopolitisch-militärische Daten). Künstliche Intelligenz kann für Services über unterschiedliche Behörden hinweg verwendet werden, allerdings dürfen nicht alle Datenbanken aus Datenschutzgründen verknüpft sein.

Differenzen zwischen Abteilungen und inter-institutioneller Wettbewerb schaffen bürokratische Silos, die die Transformationsgeschwindigkeit senken (Misuraca et al. 2020). Die digital unterstützte Kooperation von Behörden vermag das Silodenken zu verringern, eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen von Transformationen. In der Verwaltung und Politik sind organisatorische Weiterentwicklung und

Umstrukturierungen erforderlich, um digitale Prozesse und Hierarchien im Hinblick auf eine Kultur der digitalen Transformation und Innovation im öffentlichen Sektor anders abzubilden. Wie interagieren Ministerien und Behörden untereinander? Wer erhält Zugriff auf was? Diese Zugriffe und Verknüpfungen finden auf vielen Ebenen statt und müssten rechtlich sicher digital abgebildet werden. In der Verwaltung müssen sich unterschiedliche Stellen untereinander abstimmen, dies geschieht derzeit auf unterschiedlichen Wegen, z. B. im Gespräch, Telefonat, schriftlich etc. Für die unterschiedlichen Abstimmungsprobleme müssten Lösungen gefunden werden (jenseits von Standards), sonst passiert nichts (siehe Verantwortung).

Betrachten wir konkrete Möglichkeiten für Umweltforschung und -governance, so bietet die Digitalisierung und Auswertung über KI mehr Möglichkeiten der Datenbewältigung und -interpretation. Viele Daten, die heute erhoben werden, können aus Kapazitätsgründen nicht ausgewertet und damit nicht genutzt werden. Aber höhere Kosten und Eintrittsbarrieren für die (Umwelt)Forschung stehen dem bisher entgegen.



### Mögliche Bedeutung für die Umweltforschung und -governance

Die Digitalisierung und potentielle (Teil-)Automatisierung einzelner Verwaltungsprozesse ist als strategisches Thema bereits auf der Agenda des Umweltressorts. Folgende Implikationen lassen sich aus den Emerging Issues ableiten:

- ▶ Die Digitalisierung der Verwaltung ist kein Selbstzweck. Als Modernisierungsaufgabe stellt sich sie Frage, ob und in welchen Verhältnissen zueinander ein New Digital Public Management (Integration von digitaler Technik zur Verbesserung von Effizienz und Performance und Delegation von Services an privatwirtschaftliche Akteure), ein Digital Neo-Weberianism (digitale Technik in staatlicher Hand zur Gestaltung neuer Interaktionsformen zwischen Staat und Bürger\*innen) oder ein digitaler Kommunitarismus (digitale Technik in Bürgerhand zu Eigen- oder Co-Governance öffentlicher Aufgaben) bezweckt werden soll.
- ▶ Eine Differenzierung der Unterstützungsarten durch KI für unterschiedliche Fragestellungen in der Umweltverwaltung könnte interessant sein, insbesondere im Hinblick auf strategisch vorausschauende Entscheidungen. Die Herausforderungen und Lösungen für Transformationen sind vorwiegend globaler Natur, Vorausschau und Entscheidungsfindungssysteme auf globaler Ebene jedoch selten (Globale Governance-Systeme halten mit globaler Interdependenz nicht Schritt).
- ▶ Ein digital unterstütztes Management von Umweltanfragen in Behörden könnte die Mitarbeiter\*innen entlasten, konsistente und effektives Außenbeziehungen zu den Nachfragenden etablieren helfen. Die Idee eines „Digitalen Umweltgesetzbuches“, z. B. mit integrierter Vorhabensgenehmigung durch operativ hinterlegte digitale Prozesse und Dokumente, könnte Abläufe in Genehmigungsverfahren vereinfachen und beschleunigen.
- ▶ Sozialkredit- bzw. Scoring-Systeme können direkt für die Steuerung individuellen Verhaltens genutzt werden. Angesichts der totalitären Ausgestaltung der SKS in China dürfte eine öffentliche Debatte um ein SKS in Deutschland schwierig sein. Dies wird bereits anhand der im Verborgenen operierenden Schufa zur Beurteilung der Kreditwürdigkeit deutlich. Für das Umweltressort besteht dennoch die Aufgabe, sich gegenüber Sozialkreditsystemen unter Einbezug von Möglichkeiten und Grenzen für die Förderung umweltgerechten Verhaltens zu positionieren.
- ▶ Die Potenziale und Herausforderungen für die öffentliche Beschaffung durch KI sind bisher weitgehend unbeachtet, insbesondere für nachhaltige Beschaffung. Digitale Tools könnten die öffentliche Beschaffung der Bundes- und Landesregierungen und Kommunen abbilden, Schwachstellen identifizieren helfen und Nachhaltigkeitskriterien in der öffentlichen Beschaffung umsetzen helfen.
- ▶ Das Umweltressort hat einen wachsenden Bedarf nach digitalen Kompetenzen. Gleichzeitig macht das Personalmanagement im Umweltressort bislang von KI-basierten Bewerbungs- und Einstellungsprozessen bislang keinen Gebrauch.
- ▶ Wenn Infrastrukturen und Daten der Daseinsvorsorge von global agierenden Unternehmen angeboten werden, dann ist ein nationaler (oder europäischer) Ansatz der Governance nicht mehr hinreichend. Die Möglichkeiten und Spielräume von Partnerschaften mit Plattformunternehmen zur Erreichung umweltpolitischer Ziele im Bereich der Daseinsvorsorge sind ausloten.



## 2.7 Legal Tech – digitale Technologien für die Streitschlichtung und Rechtsprechung

**Trend:** Legal Tech steht für die zunehmende Digitalisierung der juristischen Arbeit, einschließlich der umweltrechtlichen Aktivitäten.

### Emerging Issues:

- ▶ Wirtschaftlichkeit und Rechtssicherheit von Legal Tech beim Umweltrechtsvollzug
- ▶ Unbeabsichtigte Nebenwirkungen von Legal Tech
- ▶ Legal Tech zur Neukonfiguration des Rechts für Nachhaltigkeitstransformationen

### In Kürze:

- ▶ Immer größere Mengen von umweltrechtlichen Einzelfällen, Urteilen und Urteilsbegründungen sind digital verfügbar und der Bedarf nach massenhafter und vorbeugender Streitschlichtung steigt, während die Anzahl an Jurist\*innen begrenzt ist. Vor diesem Hintergrund werden Legal Tech Anwendungen entwickelt, um die „Klageflut“ zu bewältigen.
- ▶ Nach anfänglicher Euphorie werden Legal Tech Anwendungen unter den Aspekten von Wirtschaftlichkeit und Rechtssicherheit sowie

unerwünschter Nebenfolgen wie beispielsweise Diskriminierung zunehmend kritisch gesehen. Sollten sich die konkreten Einschränkungen jedoch zukünftig regulatorisch und technisch lösen lassen, so könnte Legal Tech auch für den Vollzug des Umweltrechts wieder häufiger auf die Agenda kommen.

- ▶ Für eine sozial-ökologische Transformation könnte Legal Tech bislang weitgehend unerschlossene Potenziale offenlegen, indem sie zur Identifizierung und Auswertung von Streitfällen im Zuge von Transformationen verwendet wird. Eine solche Verwendung von Legal Tech könnte zu einer Neukonfiguration des Rechts für Nachhaltigkeitstransformationen beitragen.

### Hintergrund: Um was es geht

Der Begriff „Legal Tech“ setzt sich aus Legal Services und Technology zusammen und bezeichnet die Digitalisierung der juristischen Arbeit. Legal Tech wird in der Rechtswissenschaft seit längerem in der Teildisziplin Rechtsinformatik beforscht.<sup>49</sup>

<sup>49</sup> Definition: Was ist Legal Tech? – legal-tech.de

Zu Legal Tech gehören digitale Anwendungen, die

- ▶ Anwalt\*innen in ihrer Arbeit unterstützen (z. B. Software zur Dokumentenverwaltung),
- ▶ digitale Technologien, die die Arbeit von Jurist\*innen (teil)automatisieren (z. B. Dokumentenanalyse-Tools, Chatbots),
- ▶ digitale Plattformen, die Anwalt\*innen untereinander und mit ihren Mandant\*innen vernetzen (z. B. Anwalt\*innen-Marktplätze) und
- ▶ digitale Rechtsdienstleistungen, den Zugang für Rechtsuchende zum Recht ermöglichen (u. a. virtuelle digitale Assistenten).

Legal Tech kann alle Teilgebiete betreffen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Die rechtsprechende Gewalt (Judikative) umfasst die Rechtsgebiete Verfassungsrecht, ordentliches Recht (freiwillige Gerichtsbarkeit zur Vorbeugung von Konflikten, Zivil- und die Straferichtsbarkeit) und besonderes Recht (z. B. Verwaltungsrecht, darunter auch Umweltverwaltungsrecht). Für die Rechtsprechung sind in Deutschland die Bundes- und Landesgerichte zuständig. Darüber hinaus gibt es außerstaatliche eigenständige Gerichtsbarkeiten (z. B. die Sports- und die kirchliche

Gerichtsbarkeit). Zahlreiche Rechtstreitigkeiten werden außergerichtlich geklärt. Potenzielle Anwender\*innen von Legal Tech sind insbesondere Kanzleien, Notariate, Rechtsabteilungen, Verwaltungen und Gerichte.

### Treiber und Trends

Zu den Haupttreibern von Legal Tech gehören die Fortschritte auf dem Gebiet digitaler Technologien vor dem Hintergrund eines steigenden juristischen Bedarfs („Klageflut“, „Überlastung der Gerichte“), einer immer größeren Menge digital verfügbarer Einzelfälle, Urteile und Urteilsbegründungen, der begrenzten Anzahl an Jurist\*innen und neuer Erfordernisse im Hinblick auf massenhafte und vorbeugende Streit-schlichtung.

Legal Tech verspricht in der juristischen Arbeit passfähigeres Zusammentreffen von Mandant\*innen und Anwalt\*innen und effektivere anwaltliche Kooperationen und Zeitersparnis.

Legal Tech ist ein potenziell wachsendes Einsatzgebiet für Künstliche Intelligenz auf dem Gebiet der (teil-)automatisierten Rechtsprechung und Online-Streitschlichtung. Besonders bei der Durchsetzung von Verbraucherrechten kommt Legal Tech bereits nennenswert zum Einsatz (Bußgeldklagen,



Fluggastrechte, Datenschutz, etc.). In der Rechtsprechung wird Legal Tech eher eine Assistenzfunktion, denn eine Ersatzfunktion für Richter\*innen beigegeben.<sup>50</sup> In anderen Ländern, wie etwa Singapur, scheinen die Bedenken geringer zu sein (Singapore Ministry of Law 2020).

Künstliche Intelligenz kann menschliche Biases aufdecken, zugleich jedoch über ihre Algorithmen und Trainingsdaten selbst Biases in die Rechtsprechung und Streitschlichtung tragen. In einer kombinierten Form von menschlichem und maschinellen Debiasing könnte Legal Tech ein wichtiger Baustein im Rahmen von Staat 4.0 Konzepten werden.

Das Rechtswesen verändert sich durch einige globale Trends. Der Aufstieg der Tech-Firmen, Handelskriege, der Aufstieg Asiens, die COVID-19 Pandemie und der steigende Wettbewerb im Rechtssektor beeinflussen rechtliche Dienstleistungen. Hierzu gehören unter anderem die Nachfrage nach ununterbrochener Verfügbarkeit („24/7“) von Rechtsdienstleistungen, Kostendruck auf Anwaltskanzleien und der Aufbau von rechtlicher Kompetenz in Techfirmen (Inhaus). Zu den aussichtsreichen technischen Lösungen zur Adressierung dieser Anforderungen gehören (Singapore Ministry of Law 2020):

- ▶ **Enabler Technologien:** insbesondere Dokumentenmanagementsysteme
- ▶ **Back-Office Technologien:** effizientes Management von Prozessen und Praktiken
- ▶ **Front-Office Technologien:** Unterstützung von Anwälten in der Ausübung ihrer Tätigkeiten (u. a. Wissensmanagement Lösungen, Dokumentenzusammenstellungssoftware, Dokumentenauswertungssoftware und sogenannte eDiscovery-Software zum Auffinden digitaler Dokumente jeglicher Art wie zu Beispiel Emails oder Einträge in Datenbanken)
- ▶ **Legal Chatbots** für die Rechtsberatung
- ▶ **Fortschrittliche Legal Tech Lösungen,** die Anwälte entlasten und Ihnen die Konzentration auf ihre Kernaufgaben ermöglichen

- ▶ **Online-Streitschlichtung**
- ▶ **E-Courts:** vollständig digitalisierte Gerichte operieren in einem digitalen Ökosystem mit Sprache-zu-Textwandlung, Anhörungen und Besprechungen mit Videosystemen, KI-informierten oder KI-basierten Entscheidungsprozessen und Systemintegration der verschiedenen digitalen Dienste
- ▶ **Legal Cybersecurity Lösungen** als Voraussetzung für den Erfolg und die Akzeptabilität von rechtlichen Praktiken

Der tatsächliche Einsatz von Legal Tech in der Breite und im Hinblick auf die Tiefe der Entscheidungsbeflussung erfordert ein koordiniertes Handeln der beteiligten Akteure und staatliche Leitplanken beziehungsweise Führung. In autokratischen Staaten wird der Einsatz von Legal Tech bereits sehr weitreichend als Werkzeug in der Rechtsprechung geplant (Singapore Ministry of Law 2020).

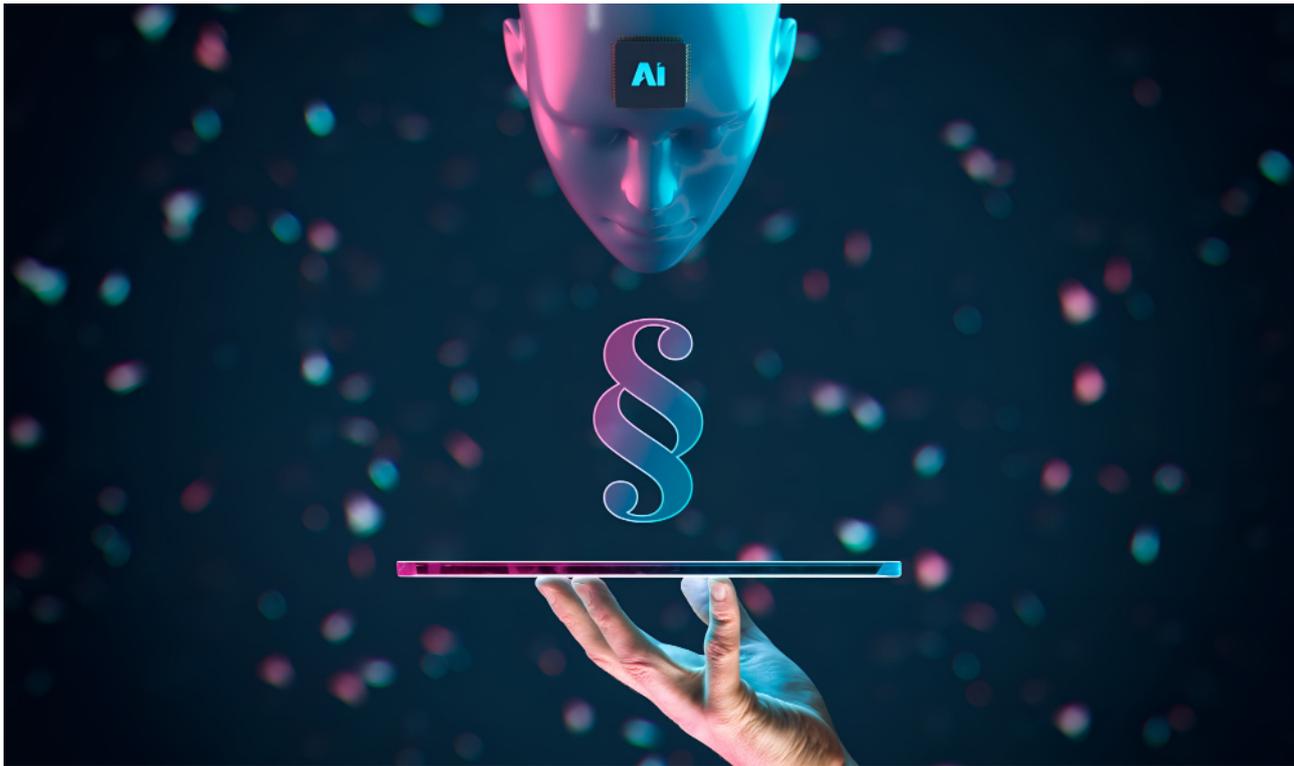
Auch in der Aufdeckung von Umweltkriminalität könnte KI eine Rolle spielen, wenn Sensoren bestimmte Anomalien erfassen (Giftstoffe o.ä.) und automatisiert Abweichungen melden, oder KI zur Überwachung des Online-Handels eingesetzt wird (z. B. Aufdeckung illegalen Artenhandels oder dem Handel mit anderen (umwelt-)rechtswidrigen Produkten).

Legal Tech hängt mit Crowd Law zusammen, bezieht sich jedoch im Gegensatz zu Crowd Law auf die Anwendung von bestehendem Recht und nicht auf die Schaffung von neuem Recht (vgl. Kapitel 2.5).

### Emerging Issues

Das Umweltressort ist mit dem Umweltbundesamt auf einigen Gebieten auch für die Umsetzung des Umweltrechts zuständig, so zum Beispiel die Deutsche Emissionshandelsstelle und die Umsetzung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes. In einigen Rechtsbereichen kann Legal Tech neue Fragen aufwerfen, z. B. insbesondere in Bezug auf den Vollzug des Umwelt- und Verbraucherschutzrechts und die vorbeugende Beilegung von Streitigkeiten in Transformationsprozessen:

<sup>50</sup> Informationstechnologie – Richter: Keine Chance für künstliche Intelligenz in Justiz (t-online.de)



### *Wirtschaftlichkeit und Rechtssicherheit beim Vollzug des Rechts mit Legal Tech*

Die Relevanz und Ausstrahlungskraft von Legal Tech ist für viele Anwendungsbereiche noch zweifelhaft. Künstliche Intelligenz wird im Rechtswesen schon heute zur Unterstützung von Routinetätigkeiten von Anwalt\*innen und Gerichten eingesetzt. Weniger geeignet scheint Legal Tech für die Bewältigung von komplexen Einzelfällen zu sein (Gigerenzer 2022). Zwar sind viele Legal Tech Möglichkeiten noch nicht ausgereizt, aber ihnen stehen oft auch gravierende juristische Bedenken gegenüber.

Vornehmlich hinsichtlich der Compliance mit dem Umweltrecht, könnte Künstliche Intelligenz in Verbindung mit strukturierten Daten (z. B. Nachkommen von Berichtspflichten über Smart Contracts) und unstrukturierten Daten (z. B. Texte aus der Lokalzeitung am Standort der Produktionsstätte), der Umweltverwaltung neue Möglichkeiten der Einhaltung von Umweltrecht eröffnen (siehe Zukunftsthema „(Teil-) Automatisierte Verwaltung“). Dies könnte einer Rechtsprechung vorbeugend zuvorkommen und die Gewichtung der Judikative in Richtung der Exekutive verschieben.

Darüber hinaus stellen sich Fragen zur Wirtschaftlichkeit, wie beispielsweise zu Einsparpotenzialen in der Rechtsprechung oder zur Entwicklung von zukunftsorientierten Arbeitsplätzen für dieses Handlungsfeld.

### *Unbeabsichtigte Nebenwirkungen von Legal Tech*

In der massenhaften Durchsetzung des Verbraucherschutzrechts entfaltet der Einsatz von Legal Tech bereits seine Wirkungen. Aus Umweltschutzsicht geht es bei der massenhaften Durchsetzung von Verbraucherschutzrecht mittels Legal Tech meist um ein juristisches Vorgehen gegen Bußgelder im Straßenverkehr und Flugstreichungen.<sup>51</sup> Unter der Annahme, dass Bußgelder im Straßenverkehr und Flugstreichungen verkehrsreduzierend wirken, würde die Durchsetzung von Verbraucherrechten den umweltschädlichen motorisierten Individual- und Luftverkehr weiter fördern.

Wie bei anderen digital unterstützten Prozessen gilt für Legal Tech bezüglich des Rechtsstaats aber besonders, dass es zu keiner Aneignung beziehungsweise keines Missbrauchs der Informationen und Prozesse durch Unbefugte (z. B. Streitpartner\*innen oder

<sup>51</sup> vgl. die Portale [geblitzt.de](http://geblitzt.de) bzw. [flightright.de](http://flightright.de)

Drittverwertende wie digitale Plattformunternehmen) kommt. Durch die Beschleunigung und (Teil-)Automatisierung von juristischen Arbeiten besteht die Gefahr eines Abbaus von Rechtsstaatlichkeit.

Bürger\*innen gehören bislang nicht zur Anwendungszielgruppe von Legal Tech, wodurch Ihnen ein Zugang zum Verständnis juristischer Prozesse vorenthalten wird. Wenn Legal Tech für sie Konsequenzen hat, wie beispielsweise im Falle der Durchsetzung des Verbraucherschutzrechts, dann muss es Lösungen dafür geben, wie die Beurteilung des Prozessausgangs zustande kommt und wie Bürger\*innen dazu befähigt werden können, sich selbst ein Bild über die Rechtslage zu verschaffen.

#### *Legal Tech zur Unterstützung einer Neukonfiguration des Rechts für Nachhaltigkeitstransformationen*

Die aus Sicht des Klimaschutzes und anderer Nachhaltigkeitsziele erforderlichen Transformationsprozesse werden mit großer Dringlichkeit vorangetrieben. Hierbei gibt es wie bei jeder Veränderung Gewinner\*innen und Verlierer\*innen. Die Entwicklung der rechtlichen Grundlagen für die große Transformation schreitet in großer Geschwindigkeit voran und ruft dabei Konflikte mit anderen Interessen hervor. Am Beispiel der Auseinandersetzungen um Standorte für Windenergieanlagen wird dies deutlich. Legal Tech kann hier auf zwei Arten und Weisen unterstützend wirken.

Aus rechtswissenschaftlicher Sicht kann Legal Tech das informatorische Fundament bereitstellen, um anhand der Auswertung von vielen Fällen um Transformationen im konkreten Streitfall Hypothesen zur Rechtssicherheit und zu erfolgreichen außergerichtlichen Streitschlichtungslösungen aufzustellen. Voraussetzung hierfür ist eine kritische Masse an Fällen. Diese juristische Perspektive steht in starkem Gegensatz zu Grundsatzurteilen, die als Einzelfall auf ähnliche Fälle anzuwenden sind.

Der derzeitige Rechtsrahmen ist aus juristischer Sicht eher handlungseinschränkend und reaktiv in Bezug auf Entwicklungen. Im Hinblick auf das Vorsorgeprinzip und die Abwendung von unbeabsichtigten Folgen ist vielmehr ein ermöglichender Rechtsrahmen unter Einbezug der digitalen Möglichkeiten erforderlich. Hierzu zählen innovative, experimentelle, evaluierende und beschleunigende Elemente. Legal Tech kann durch (teil-)automatisierte Analyse

eines umfassenden Korpus an juristischen und administrativen Dokumenten einen Beitrag für einen ermöglichenden Rechtsrahmen leisten, indem es die rechtlichen Praktiken, Hürden und Verzögerungen in Transformationsprozessen scannt, erkennt und aufbereitet.

#### **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance**

Legal Tech bietet mit seinen vorgerichtlichen Streitschlichtungsmöglichkeiten für Transformationsprozesse und für die Rechtsprechung im Umweltschutz- und Verbraucherschutzrecht Anknüpfungspunkte für die Umweltforschung und -governance:

- ▶ Von Bedeutung für das Umweltressort ist die Frage: Wie kann die Einhaltung der Gesetze mithilfe von Algorithmen nachvollzogen und unterstützt werden? Daraus ergeben sich auch Fragen zur Wirtschaftlichkeit, z. B. Einsparpotenziale in der Gesetzgebung sowie zur Entwicklung von zukunftsorientierten Arbeitsplätzen für dieses Handlungsfeld.
- ▶ Für das Umweltressort ist es wichtig, die Auswirkungen von Legal Tech im Vollzug des Umweltschutz- und Verbraucherschutzrechts zu kennen. Der Inanspruchnahme von Legal Tech durch das Umweltressort sollte eine Analyse unbeabsichtigter Nebenwirkungen und unerwarteter Synergien vorausgehen. Hierzu sind Instrumente der Technikfolgenabschätzung unter starker Berücksichtigung einer rechtswissenschaftlichen Perspektive erforderlich.
- ▶ Aus juristischer Sicht muss sich das Recht zur Unterstützung von Transformationen (Beschleunigung, Ausprobieren, Evaluieren) neu konfigurieren, indem es Anreize schafft, neue Lösungen zu ermöglichen und Weichen neu zu stellen, anstatt einen beschränkenden Rahmen zu setzen und auf bereits ablaufende Entwicklungen zu reagieren.



## 2.8 Digitales Geld – Neue digitale Währungen und Vermögensformen

**Trend:** Die Digitalisierung von Zahlungsprozessen und Vermögen verändert die Finanzsysteme, die als ein zentraler Hebel für Transformationen gelten.

### Emerging Issues:

- ▶ Dezentralisierung und Diversifizierung von Finanzsystemen
- ▶ Governance von Finanzsystemen
- ▶ Governance von natürlichem Kapital und Erprobung lokaler Ökonomien

### In Kürze:

- ▶ Mit der Verbreitung von digitalen Zahlungssystemen eröffnen sich Möglichkeiten, neue digitale Währungen auf den Finanzmärkten einzuführen beziehungsweise gänzlich neue Finanzmärkte einzurichten. Wichtige Entwicklungslinien sind Kryptowährungen und Non-Fungible Tokens (NFT), erstere beruhen auf gleichwertigen monetären Einheiten, letztere auf einzigartigen Vermögenswerten. Diese meist privatwirtschaftlich verwendeten Finanzinstrumente erlauben Zahlungsverkehre jenseits von Banken, die der staatlichen Aufsicht unterstehen.

- ▶ Zentralbanken einiger Länder und der EU sind im Begriff hoheitliche digitale Währungen einzuführen, um für Wirtschaftsakteure Anreize zu schaffen, ihre Zahlungsprozesse und Anlageformen weiterhin mittels hoheitlich kontrollierter Geldformen abzuwickeln.
- ▶ Digitale Währungen sind nicht nur eine zu berücksichtigende Randbedingung für Umweltressorts, sondern bergen auch aktiv erschließbare Potenziale für den Umweltschutz und Transformationen. Die auf NFT basierenden Assetierungstechnologien, also Technologien zum (alternativen) Management von Vermögen, sind bislang noch nicht im Hinblick auf die Governance von natürlichem Kapital beziehungsweise der Global Commons untersucht und bewertet worden. Lokale digitale Währungen können die Exploration alternativer ökonomischer Modelle im Hinblick auf einen nachhaltigen Stoffwechsel unterstützen.

### Hintergrund: Um was es geht

Digitales Geld repräsentiert beliebige Vermögensformen, die digital verwaltet, gespeichert und gehandelt werden können.

Im Zeitalter der Digitalisierung verändern sich klassische Bezahlssysteme und damit auch das Bankenwesen (Ehrenberg-Silies et al. 2022): Digitale Zahlungsmittel ersetzen zunehmend die Bezahlung mit Bargeld, indem sie Zahlungsvorgänge einfacher und schneller und überwiegend auch sicherer machen. In Deutschland sind Internetbezahlverfahren wie PayPal längst etabliert und mobile Bezahlungssysteme wie ApplePay gewinnen an Bedeutung. Zusätzlich zu den etablierten Marktakteuren wie Banken und Geldkartensystemanbieter drängen Unternehmen der FinTech-Branche, also innovative IT-spezialisierte Finanzunternehmen, auf den Finanzmarktmarkt. FinTech-Unternehmen bieten ein breites, sich wandelndes Spektrum an digitalen Anwendungen an, von der Analyse der Finanzsituation von Kund\*innen bis hin zu integrierten IT-Lösungen für Banken und Versicherungen.

Mit der Verbreitung von digitalen Zahlungssystemen eröffnen sich den Finanzmarktteilnehmenden Möglichkeiten, neue digitale Währungen einzuführen. Eine Währung bezeichnet eine finanzielle Einheit wie zum Beispiel ein Bitcoin, der zu festen oder wechselnden Kursen in andere Währungen wie zum Beispiel Euros umgetauscht werden kann. Vor dem Zeitalter der Digitalisierung war Ausgabe von Währungen eine ausschließlich staatliche hoheitliche Aufgabe.

Nun gibt es verschiedene sogenannte Kryptowährungen, mit denen Handelspartner direkt, also ohne über Banken und Geldkartensystemanbieter gehen zu müssen, Zahlungen digital abwickeln können (Best 2021). Viele Kryptowährungen dienen der Zahlungsabwicklung oder Spekulation. Der Wert sogenannter Stablecoins ist durch die Kopplung an Währungen wie den Dollar oder Gold gedeckt (World Economic Forum Digital Currency Governance Consortium 2021).

Die Zentralbanken verschiedener Länder und der EU haben hoheitliche digitale Währungen bereits eingeführt (Central Bank Digital Currency, CBDC), beziehungsweise planen dies, wobei der Wert einer digitalen Einheit der Währung genau dem einer physischen Einheit der Währung entspricht (Prinzip der Gleichwertigkeit). Diese hoheitlichen digitalen Währungen dienen vor allem der Zahlungsabwicklung, nicht aber der Spekulation.

Digitale Währungen können auch die Funktionsweise isolierter oder lokaler Ökonomien mit bestimmten Anreizsystemen unterstützen, die sich von denjenigen der staatlich regulierten Volkswirtschaft unterscheiden können. So plante die Stadt Barcelona, eine digitale Sozialwährung einzuführen, um die lokale Wirtschaft zu stärken und die soziale Gerechtigkeit zu fördern.<sup>52</sup>

Digitales Vermögen kann durch digitale Aktivitäten (z. B. „Clickworking“, Online-Handel oder Gaming), aber auch durch konventionelle Aktivitäten generiert werden. FinTech-Unternehmen haben sogenannte Assetisierungstechnologien entwickelt, die dem Management digital hinterlegter Vermögenswerte/Wertgegenstände von Unternehmen oder Privatpersonen (Digital Assets) dienen.

In diesem Zukunftsthema geht es speziell um digitale Währungen, darunter hoheitliche, von Zentralbanken emittierte Währungen (World Bank Group 2021) und Kryptowährungen, als auch um digitale Anlageformen von Vermögen und digitale lokale Währungen. Kryptowährungen beruhen in der Regel auf der dezentralen Peer-to-Peer Verschlüsselung von Registereinträgen mittels Blockchain-Technologie. In jüngster Zeit entwickelte Assetierungstechnologien beruhen auf Non-fungible Tokens (nicht fungible Token, NFTs),<sup>53</sup> mit deren Hilfe ebenfalls Vermögenswerte sicher dargestellt werden können (eine Art digitale Besitzurkunde), die aber im Gegensatz zu Kryptowährungen (fungible Tokens) nicht eintauschbar sind.

Die Umweltrelevanz digitaler Währungen erstreckt sich auf drei Hauptgebiete: (1) Mit digitalen Währungen können alternative Ökonomien zur Verringerung von Umweltbelastungen in begrenztem Umfang entwickelt und getestet und betrieben werden, (2) Assetierungstechnologien könnten für die Registrierung von verteilten Landbesitztiteln und darauf aufbauen den alternativer Landnutzungsgovernance benutzt werden, und (3) schließlich ist die Umweltforschung und -governance in die volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen eingebettet und somit auch von den allgemeinen Entwicklungen bei digitalen Währungen betroffen.

<sup>52</sup> Digitale Sozialwährung in Barcelona | Z\_punkt (z-punkt.de)

<sup>53</sup> vgl. Standard ERC-721 (Ethereum Request for Comments 721), ein Non-Fungible Token Standard, der eine Anwendungs-Programmierschnittstelle (application programming interface, API) für Token in Smart Contracts umsetzt (ERC-721 Non-Fungible Token Standard | ethereum.org).

### Treiber und Trends

Die Anzahl an Kryptowährungen hat sich in den letzten Jahren sprunghaft erhöht. Insgesamt gibt es über 7.300 Kryptowährungen. Bitcoin verzeichnet den größten Anteil an der Marktkapitalisierung – gefolgt von Ether, Tether, Ripple und Binance Coin.<sup>54</sup> Die Kurssteigerung des Wertes von marktkapitalisierten digitalen Währungen scheint vorüber zu sein. Gemäß dem Gartner Hype Cycle, der Innovationen auf einer Kurve steigender Erwartungen, dem Gipfel inflationärer Erwartungen, dem Tal der Desillusionierung und dem Plateau der realistischen Erwartungen platziert, werden die vormals hochtrabenden Erwartungen von Anlegern digitaler Währungen derzeit eher enttäuscht. Aus diesem Grunde könnte eine Phase realistischer Erwartungen folgen.

Bislang werden Kryptowährungen vor allem für länderübergreifende Käufe und den Erwerb von Luxusgütern verwendet (Best 2021). Firmen wie Tesla akzeptieren Kryptowährungen als Zahlungsmittel, die auch separat als Vermögen und Finanzflüsse in ihren Bilanzen auftauchen. Im Jahr 2021 wurden aufsehenerregend große Käufe mit der digitalen Währung Ether von Tweets, Kolumnen, Avataren und digitaler Kunst getätigt. Zahlungen haben mit derzeit unter 2 % keinen großen Anteil am Finanzvolumen blockchainbasierter Finanzdienstleistungen (unter 2 % des geschlossenen Wertes), die von Leihen, dezentralisiertem Handel (Peer-to-Peer Marktplätze) und Vermögen dominiert werden (Best 2021).<sup>55</sup>

In den Regierungen gibt es unterschiedliche Haltungen hinsichtlich Kryptowährungen. Diese reichen von abwarten oder beobachten bis hin zu Verboten. Die Volatilität von Kryptowährungen vermag ihren Einsatz in der westlichen Welt begrenzen. Große Potenziale liegen dagegen eher in mehreren Ländern Afrikas, Südamerikas und Asiens, da die dortigen analogen Währungen schwach oder ebenfalls volatil sind. El Salvador war im Juni 2021 das erste Land, das Kryptowährungen offiziell als legales Zahlungsmittel einführte und anerkannte.

Nachdem China Kryptowährungen verbot (Best 2021), sank der Anteil an Kryptowährungen an der Rechenleistung auf Landesebene zwischen Mai und August 2021 von 44 % auf 0 %. Des Weiteren wanderte ein Großteil der Blockchain-Mining Operationen in die USA, was zum dortigen Anstieg des Anteils an der Rechenleistung im selben Zeitraum von 17,7 % auf 35,4 % erheblich beitrug. Auch in Kasachstan war währenddessen ein Anstieg des Anteils an der Rechenleistung von 7,4 % auf 18,1 % zu verzeichnen.

Zu den technischen Treibern für digitale Währungen zählen alle Entwicklungen, die auch die Basistechnologie für sämtliche Kryptowährungen und NFTs die Distributed Ledger Technology (DLT/Blockchain)<sup>56</sup> prägen, sowie die Innovationskraft der digitalen Finanztechnologie-Branche. Neu aufkommende Anwendungen sind unter anderem „Assetierungstechnologien“, die auf NFTs beruhen.

Non-Fungible Tokens (NFT) sind im Gegensatz zu Blockchain-basierten Kryptowährungen (fungible Tokens) nicht eintauschbar. Fungibel bedeutet, dass jede Einheit den gleichen Wert besitzt. Nicht fungibel heißt, dass jede Einheit über einen unterschiedlichen Wert verfügt. NFT können als Nachweise für die Originalität oder den Besitz eines verkörperten materiellen oder immateriellen Gutes dienen (Kind 2022). Jedes NFT ist damit ein Unikat. NFT werden durch Blockchain erzeugt, wobei Rechte und Transaktionen in Form von Smart Contracts abgelegt werden quasi als „digitaler Grundbucheintrag“. Darüber hinaus haben NFT in den Bereichen Kunst, Kultur, Sport, Gaming, Mode und perspektivisch auch im Metaversum (siehe Zukunftsthema Metaversum) große Bedeutung.

Assetierungstechnologien dienen dem Management digital hinterlegter Vermögenswerte/Wertgegenstände von Unternehmen oder Privatpersonen (Digital Assets). Sie erlauben es einzelnen Personen, Anteile von Vermögensgegenständen zu kaufen, zu besitzen und wieder zu veräußern, d. h. ein Stück von einem Sammelgegenstand, einem Haus oder auch einem Stück Land. Das „Besitze ein Stück von Allem“ Prinzip öffnet das bislang vorherrschende Vermögensmodell, welches umfasst, dass jeder Vermögensgegenstand

<sup>54</sup> Eine kurze Geschichte digitaler Währungen | Bankstil

<sup>55</sup> Der zusammengenommene Stromverbrauch von Bitcoin and Ether liegt zwischen dem des Vereinigten Königreichs und dem von Italien. Aufgrund des geringen Anteils von digitalen Zahlungen an blockchainbasierten Finanzdienstleistungen, ist das Thema Stromverbrauch in anderen Domänen besser aufgehoben.

<sup>56</sup> Blockchain ist eine bestimmte DLT, so wie 3D-Druck ein bestimmtes Verfahren der additiven Fertigung ist. Oftmals steht dann eine bestimmte Technik für eine erweiterte Technikfamilie als Ganzes.



Besitzer\*innen hat. Formen fragmentierten Besitzes unterscheiden sich wiederum von gemeinschaftlichen Besitzformen.

Im Allgemeinen verändert sich die Akteurslandschaft in digitalen Ökosystemen (Ehrenberg-Silies et al. 2022). Digitale Technologieunternehmen und die FinTech-Branche entwickeln und vermarkten die technischen Lösungen. Des Weiteren werden Dienstleistungen verschiedener Anbieter über offene Schnittstellen miteinander verknüpft (Open Banking). Jedoch haben sich Kryptowährungen zunächst jenseits des unter der Aufsicht von Regierungen stehenden Bank- und Finanzsektors entwickelt.

Staatliche Kryptowährungen werden von den Zentralbanken herausgegeben. Die von der Europäischen Zentralbank geplante Einführung des digitalen Euro ist keine parallele Währung zum bisherigen Euro, sondern gleichwertig. Der digitale Euro ist ein hoheitlich ausgegebenes Zahlungsmittel ebenso wie der physische Euro und soll nicht in Konkurrenz zu privatwirtschaftlichen digitalen Währungen wie Kryptowährungen stehen (World Bank Group 2021). Auch China hat eine digitale Währung eingeführt (Best 2021).

Erst in jüngster Zeit treten Zentralbanken als Herausgeber digitaler Währungen in Erscheinung. Die Zunahme von digitalem Geldtransfer und Zahlungen während der Pandemie hat die Europäische Zentralbank dazu bewogen, einen Digitalen Euro zu entwickeln. Dieser soll sicherstellen, dass Menschen im Euroraum trotz des Aufkommens digitaler Währungen weiterhin einen kostenlosen Zugang zum Euro – als einfaches, allgemein akzeptierte, sicheres und verlässliches Zahlungsmittel – haben.

In dieser Gemengelage ergeben sich Veränderungen in der Wettbewerbssituation für die herkömmlichen Privatbanken (Carletti et al. 2020). In den USA formieren sich derzeit sieben Großbanken (u. a. Bank of America, JP Morgan Chase) und namhafte Kreditkartenunternehmen, die mit einer sogenannten digitalen Wallet in Konkurrenz zu Zahlungssystemen wie Apple Pay und Paypal treten wollen (Nestler 2023). Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Europäische Zahlungsinitiative von Großbanken in Europa, die einen Standard für Zahlungen in Euro und anderen Währungen etablieren will.<sup>57</sup>

### Emerging Issues

Für die Integration von digitalen Währungen in das Finanzsystem sind verschiedene Szenarien denkbar (Ohse und Michl 2021):

- ▶ Nationale Währungen 2.0: Staaten verwenden Kryptoeigenschaften für offizielle Währungen
- ▶ Unkonsolidiertes Wachstum: privatwirtschaftliche und nationale Währungen koexistieren
- ▶ Kryptomonopol: eine Kryptowährung als globale Zahlungsmittel
- ▶ Privatwirtschaftlicher Wettbewerb: eine Vielzahl privatwirtschaftlicher Kryptowährungen als Zahlungs- und Finanzierungsoption
- ▶ Investition und Spekulation: Kryptowährungen als dezentrale finanzielle Instrumente
- ▶ Verbot von Kryptowährungen: Finanzbehörden verbieten Kryptowährungen und trocknen Märkte aus

<sup>57</sup> About – European Payments Initiative (epicompany.eu)

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass das Mischsystem aus Bargeld und bargeldlosem Zahlungsverkehr fortbestehen wird, sich aber die Gewichte zu den digitalen Zahlungsverkehren verschieben (Ehrenberg-Silies et al. 2022). Cybercrimes sind nach wie vor ein Thema für Blockchain und NFT (Best 2021).

### *Die Dezentralisierung und Diversifizierung von Finanzsystemen*

Mit der Entwicklung digitaler Währungen und Vermögenswerte ergeben sich neue Möglichkeiten der Diversifizierung und Ausgestaltung von lokalen und globalen Finanzsystemen und ihrer Funktionalitäten. Neben den Chancen, wie z. B. eines erleichterten Zugangs für Bürger\*innen zu kostenlosen oder kostengünstigen Finanzdienstleistungen wie Geldtransfer oder Mikrokredite, ergeben sich auch Risiken – vor allem im Hinblick auf Datensouveränität und -schutz.

Mit dem Aufbau eines neuartigen Finanzsystems entstehen parallele Strukturen gesellschaftlicher Ordnung, welche die etablierte Gesellschaftsordnung in Frage stellen könnten. Staatliche Kontrollmöglichkeiten von Finanzströmen und Wertschöpfung schwinden und es entstehen neue Risiken der Geldstabilität aufgrund hoher Kursschwankungen bei Kryptowährungen, hoher Volatilität an Märkten und Spekulationsblasen.

Zudem führt die Entwicklung digitaler Währungen und Finanzsysteme zu Sicherheits- und geopolitische Implikationen. Weltweit wird durch die

Dezentralisierung und Diversifizierung von Währungen die staatliche Kontrolle über Wertschöpfung und Geldstabilität erschwert; derzeit reagieren die Staaten noch unterschiedlich auf diese Entwicklungen. Die Einführung eines digitalen Euros und eines digitalen Dollars sind Versuche der Regierungen, ihre privilegierten Positionen zu schützen und die Kontrolle über Zahlungsflüsse und die Geldpolitik zu behalten. Diesbezüglich könnten die Gipfel der führenden demokratischen Industrienationen (G7/G20) eine geeignete Arena für erforderliche internationale Allianzen bieten.

### *Die Governance der Finanzmärkte*

Herausforderungen für die Governance von Finanzmärkten im Zuge der Digitalisierung bestehen in der Umsetzung von Marktregulierungen bei Peer-to-Peer Zahlungsvergängen, der Marktaufsicht (z. B. Zugang der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht BAFIN zu FinTech-Unternehmen) und die Besteuerung von Handelsvorgängen, da die digitalen Währungen, Assetierungs- und Transaktionsmechanismen nicht mit den vorhandenen Regularien erfasst werden. Zudem ist die langfristige Sicherung von digitalen und dahinterstehenden physischen Werten und der Schutz vor kriminellen Aktivitäten wichtiges Ziel.

Durch die neuen Wege der Kapitalakkumulation jenseits etablierter Ordnungsstrukturen entstehen Herausforderungen für die Governance von digitalen Währungen und Finanzsystemen sowie die Sicherung



der Staatsfinanzen. Damit sind Entwicklungen digitaler Währungen und Vermögenswerte grundsätzlich relevant für Governance-Fragen, z. B. der staatlichen Kontrolle von Geld, Transferleistungen, Wertschöpfung und Besteuerung (von Gewinn/Umsatz). Die Aktivitäten der Europäischen Zentralbank EZB für den Digital Euro greifen diese Herausforderungen auf, um in der digitalen Gesellschaft weiterhin Zugang zu kostenlosen Bezahlmitteln und -diensten zu gewährleisten und passende Besteuerung und Kontrolle in der digitalen Finanzwelt sicherzustellen.

Zudem muss die Gestaltung der Strukturen insgesamt partizipativ(er) ablaufen, da die neue aktivere Rolle von Bürger\*innen durch DLT und digitale Bezahlungssysteme ein wichtiger Treiber für die Akzeptanz und Verbreitung digitaler Währungen ist. Somit besteht die Chance, dass der Finanzsektor dezentraler und partizipativer wird. Dies erfordert wiederum neue Governance-Ansätze für den Erhalt der Transparenz und staatlichen Kontrolle, der Sicherung der Staatsvermögen sowie der Besteuerung.

Der digitale Euro stellt in dieser Sichtweise einen großen einheitlichen Wirtschaftsraum für Europa und seine externen Wirtschaftsbeziehungen her. Eine staatlich akzeptierte Online-Währung kann bessere Möglichkeiten der Regulierung und Besteuerung von Online-Zahlungen bieten. Auch die Governance von Märkten mit Steuern, Prämien, etc. auf digitale Gewinne und Umsätze eine mangelnde Transparenz und weitere Aspekte müssen neu gedacht werden. P2P- und Kryptowährungsakteure entwickeln eigene Regeln der Zertifizierung und Transaktionen. Was wird/soll etabliert und wie kontrolliert werden?

#### *Neue Möglichkeiten für die Governance von Natürlichem Kapital und zur Erprobung nachhaltiger lokaler Ökonomien*

Aus Sicht der Umweltforschung und -governance ist die Erforschung und Entwicklung von Digitalwährungen für nachhaltige Anwendungen wichtig. Denkbar ist z. B. die Erfassung der Umweltinanspruchnahme durch DLT in der Umweltgovernance oder die Nutzung von Digitalwährungen für den Umweltschutz. Des Weiteren bietet die Nutzung von digitalen Währungen und Vermögensformen Chancen für eine transparente, sichere und effiziente Bewirtschaftung der Umweltinanspruchnahme (z. B. beim Emissionsrechtshandel).

Mit digitalen Währungen und Vermögensformen steht ein Instrumentarium bereit, um lokale oder anderweitig begrenzte Ökonomien mit alternativen Anreizstrukturen und monetären Allokationsmechanismen auszuprobieren und weiterzuentwickeln. Das Feld der digitalen Mikrofinanzdienstleistungen birgt Potenziale für Nachhaltigkeit, z. B. bei der Förderung von umweltfreundlichen Investitionen durch Privatpersonen oder Kleinanleger\*innen, oder bei der Förderung von Initiativen wie Reallaboren, die ihre Wertschöpfung und Transaktionen damit digital organisieren können.

Im Hinblick auf die Governance der Global Commons wären das bisherige Regime, alternative Kooperationslösungen, exklusiver Besitz großer Anteile durch wenige Akteure, digitale Assetierungstechnologien als neues Investitionsmodell für fragmentierten Besitz und eine Bewirtschaftung als Allmende (geteilter Besitz mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsregimes) vergleichend gegenüberzustellen und hinsichtlich des Schutzes der Global Commons zu bewerten. Letztere würden diese Bezeichnung dann vermutlich nicht mehr verdienen.

#### **Mögliche Aufgaben für die Umweltforschung und -governance**

Aus diesen Emerging Issues abgeleitete mögliche neue Aufgaben für die Umweltforschung und -governance bestehen auf den folgenden drei Gebieten:

- ▶ Exploration digitaler Währungen für die Umweltinanspruchnahme über den Emissionszertifikate- und Stromhandel hinaus: Hier wäre eine breite Potenzialanalysestudie mit einzelnen Vertiefungsfeldern anzuraten;
- ▶ Experimentelle Erprobung unterschiedlicher Anreizsysteme in Laboren für alternative Ökonomien im Hinblick auf die Funktionalität der Ökonomie und der Umweltwirkungen;
- ▶ Vergleichende Bewertung von Assetierungstechnologien, privaten Besitzstrukturen und Gemeingutansätzen im Hinblick auf die Governance von Ökosystemen;
- ▶ Berücksichtigung von hoheitlichen digitalen Währungen als Rahmenbedingung für die finanziellen Operationen von Umweltbehörden.



## 2.9 Digitale Gemeingüter – Neue Kulturen und Grenzziehungen

**Trend:** Im Zuge der Verbreitung von Big Data und Künstlicher Intelligenz stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen digitaler Gemeingüter auf eine neue Art und Weise.

### Emerging Issues:

- ▶ Spannungsverhältnis zwischen exklusiven und gemeinwohlorientierten Interessen
- ▶ Digitale Souveränität
- ▶ Open Science
- ▶ Stewardship für digitale Gemeingüter
- ▶ Alternative Selbstverständnisse in Wirtschaft und Gesellschaft

### In Kürze:

- ▶ Unter digitalen Gemeingütern werden digitale Ressourcen verstanden, die frei zugänglich, veränderbar und verbreitbar sind. Damit stehen sie für eine alternative Organisationsweise von Wirtschaft und Gesellschaft, die ansonsten auf der rivalisierenden, exklusiven Nutzung von Ressourcen infolge des käuflichen Erwerbs von Besitz bzw. Nutzungstiteln beziehungsweise hoheitlicher Sonderrechte beruht.

- ▶ Im Bereich der Forschung ist die Verwendung von digitalen Gemeingütern insofern etabliert, als Forschungsdaten öffentlich zugänglich gemacht werden und Methodentransparenz zu den Qualitätsstandards von Wissenschaft zählt, unter anderem um Forschung replizierbar, veränderbar und auf andere Forschungsgegenstände übertragbar zu machen. Für die transformative Forschung ist eine frühzeitige und systematische Austarierung öffentlicher und privatwirtschaftlicher Interessen entscheidend. Hierbei gilt es zu klären, welche Einrichtung im konkreten Falle die Rolle der Kuratierung von Daten und Algorithmen einnimmt.
- ▶ Für das Umweltressort ist es in diesem Kontext wichtig, den Wert von Open Data und von frei zugänglichen Algorithmus-Bibliotheken für die Umweltforschung und -politik zu klären und bei positivem Ergebnis General Public Licenses zu propagieren. Es lässt sich eine Prüfungsaufgabe formulieren, welche Form und welches Ausmaß von digitaler Souveränität für digitale Gemeingüter für den Umweltschutz benötigt wird und wie Missbrauch unterbunden werden kann.

### Hintergrund: Um was es geht

„Digitale Gemeingüter sind nicht rivalisierende und nicht exklusive digitale Ressourcen, die sich durch eine geteilte Produktion, Pflege und Verwaltung auszeichnen.“ (European Council 2022). Zu den digitalen Ressourcen gehören online verfügbare Daten, Informationen, Kultur und Wissen, die als Bilddateien, Audiodateien, Textdateien, Software und in anderen digitalen Formen erzeugt, verändert und verbreitet werden können. Digitale Ressourcen werden durch freie Copyright-Lizenzen als Gemeingüter geschützt.

Gemeingüter stellen eine Art und Weise dar, die Gesellschaft und Wirtschaft zu organisieren, die sich von markt-basierten Ansätzen mit seiner Orientierung an Preisen und bürokratischen Organisationsformen mit ihren Hierarchien und Ausführungsanordnungen unterscheiden (Rosnay und Stalder 2020). Digitale Gemeingüter sind frei zugänglich, veränderbar und verbreitbar. In diesem Teilkapitel geht es insbesondere um Daten und Algorithmen als digitale Gemeingüter, die über digitale Infrastrukturen der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt werden.

Digitale Gemeingüter sind an für sich kein neues Thema. Im Zuge der Verbreitung von Big Data und Künstlicher Intelligenz stellt sich aber die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen des Zugangs und der Verwendung von Daten und Algorithmen auf eine neue Art und Weise. Angesichts der drängenden und immensen Nachhaltigkeitsaufgaben lohnt es sich, digitale Gemeingüter als eine alternative Organisationsweise von Gesellschaft und Wirtschaft neu in den Blick zu nehmen. Im Zusammenhang mit Umweltforschung und -governance sind auch die Konzepte von Open Data, Open Source, Open Science und Open Government zu berücksichtigen und ihr Verhältnis zu digitalen Gemeingütern zu klären.

### Treiber und Trends

Ein zentraler Treiber für eine Neubewertung digitaler Gemeingüter für die Umweltforschung und -governance ist die in den letzten Jahren immer größer werdende Dynamik der Digitalisierung in seiner Durchdringung von Wirtschaft und Gesellschaft. Daten und Algorithmen beeinflussen das Leben immer mehr.

Gesellschaftliche Trends, wie die immer häufigere Skandalisierung privatwirtschaftlicher Logiken (u. a. Lebensmittelabfall), die Verbreitung kollaborativer Konsumpraktiken (u. a. Tauschen/Teilen/Selbermachen) und die zunehmende Moralisierung von Märkten, fördern das Verantwortungsbewusstsein für Gemeingüter – zumindest in Teilen der Gesellschaft.

Zivilgesellschaftliche Akteure (u. a. Data Scientists for the Common Good, Algorithm Watch) und politische Akteure (u. a. das Umweltressort, die EU Kommission) betonen in ihrem Handeln zunehmend die Gemeinwohlorientierung, wodurch digitale Gemeingüter stärker in den Vordergrund rücken.

Eine Analyse der “Algorithm Commons” offenbart, dass die USA mit seinen Universitäten und privaten Forschungslaboren (u. a. IBM, Bell Labs, Rand Corporation) den größten Beitrag für die kostenlose Nutzung von Software für Jedermann bzw. Jedefrau leisteten, die Führung der USA auf diesem Gebiet an Europa allerdings verloren gegangen ist. Der Anteil gebürtiger Europäer\*innen an der Entwicklung allgemein zugänglicher Algorithmen hat sich von knapp über 30 % in den 60er Jahren auf 54 % in den 2010er Jahren erhöht. Auch ist der Anteil des Sitzes von Institutionen mit dem Auftrag allgemein zugängliche Algorithmen zu entwickeln in Europa in diesem Vergleichszeitraum von 13 % auf 37 % gestiegen (Thompson et al. 2020).

In Zusammenhang mit der Citizen Science, Reallaboren und Open Science sowie Erd- und Umweltbeobachtung wird zunehmend gefordert, Daten – wenn möglich – als öffentliche Güter zu behandeln. Auch Algorithmen sollen im Sinne eines digitalen öffentlichen Gutes zur Verarbeitung von großen Datenbeständen verfügbar gemacht werden. Daneben impliziert eine freie Nutzung einen freien Zugang zu den Daten und Kompetenzen der Nutzung digitaler Daten für alle.

Die Politik hat die Problematik der exklusiven Hoheit und Verwendung von Daten und Algorithmen ausschließlich für kommerzielle Zwecke erkannt. Auf der Konferenz „Aufbau der digitalen Souveränität in Europa“ im Februar 2022 wurde eine Task Force für Digitale Gemeingüter eingesetzt.<sup>58</sup> Open Science steht auf

<sup>58</sup> Digitale Versammlung (2022): Ein näherer Blick in die digitale Zukunft (europa.eu)

der Agenda der EU weiter oben als in Deutschland, in dem die Volkswirtschaft und einzelne Gruppen stärker von der privatwirtschaftlichen Verwertung von Forschungsoutputs profitieren.

### Emerging Issues

Die Hoheit über digitale Technologien bringt Machtverhältnisse hervor, die sich von denjenigen in der analogen Welt unterscheiden. Die großen Technologiefirmen, vor allem aus den USA und China, haben an der Schnittstelle zu den Nutzer\*innen und deren Daten ein solches Vermögen erworben, das das Brutto sozialprodukt von ganzen Staaten übersteigt. Dieses Kapital befähigt sie dazu, Start-ups und Unicorns mit ihrer Innovationskraft aufzukaufen und damit ihre ökonomische und regulatorische Machtbasis weiter zu festigen. Machtasymmetrien – und damit auch die Gefahr des Machtmissbrauchs – bestehen nicht nur zwischen den großen Technologieunternehmen und Nutzer\*innen sondern auch zwischen staatlichen Einrichtungen (z. B. Geheimdienste, Militär) und Bürger\*innen. Diese Machtasymmetrien sind eine wesentliche Quelle für Spannungen zwischen verschiedenen Akteure.

Die Machtasymmetrien zeigen sich deutlich beim Zugang zu Daten und der faktischen Undurchschaubarkeit von Algorithmen (black box). Hieraus entsteht ein Spannungsverhältnis zwischen privaten Personen, privatwirtschaftlichen Unternehmen und öffentlichen Akteure. Jenes Verhältnis ist darauf zurückzuführen, dass einerseits Transparenz und Open Access erforderlich sind, um eine optimale Nutzung der Daten zu ermöglichen (öffentliche Akteure). Zugleich besteht jedoch ein Interesse an einer Geheimhaltung (Privatpersonen), an der Ermöglichung einer umfangreichen Nutzung für kommerzielle Zwecke durch die Unternehmen sowie an der Ermöglichung einer Nutzung möglichst aller Datenschätze – potenziell wirklich durch alle – im Sinne des Gemeinwohls.

### *Das Spannungsverhältnis zwischen exklusiven und gemeinwohlorientierten Interessen*

Heutzutage sind wichtige Datenbestände keine Gemeingüter und nur privatwirtschaftlichen Akteure zugänglich. Auch die Hauptprotagonist\*innen des Metaversums (vgl. Kapitel 2.4) scheinen einen exklusiv privatwirtschaftlichen Zugang zu Daten und

Algorithmen zu verfolgen. Die privatwirtschaftliche Aneignung und der Missbrauch von digitalen Prozessen werden vermutlich vermehrt Anstrengungen zur staatlichen Kontrolle nach sich ziehen. Dies würde bedeuten, dass sich die kommerzielle oder staatliche Aneignung von Daten und Algorithmen zukünftig verstärkt Legitimitätsfragen stellen muss. Wenn Daten und Algorithmen immer wichtiger für das Leben werden, stellt sich die Frage nach dem Zugang für alle und nach der Gemeinwohlorientierung.

Das Spannungsverhältnis zwischen privaten und öffentlichen Interessen offenbart sich insbesondere beim Zugang zu Daten und Algorithmen. Im öffentlichen Interesse muss geklärt werden, wer welche Daten wofür nutzt und wer bestimmen soll, was der Allgemeinheit nützt. Ein Zugang für alle bedeutet nicht zwangsläufig, dass dann die Daten und Algorithmen gemeinwohlorientiert eingesetzt werden. Negative Beispiele gibt es unter anderem bei Nachrichten (Manipulation und Verbreitung manipulierter Nachrichten beispielsweise zum Klimawandel), Bauanleitungen (z. B. für die additive Fertigung von Waffen) und Google Earth (z. B. Erkennen von natürlichen Ressourcen für nicht-nachhaltige Ausbeutung).

Unter dem Stichwort „Daten für alle“ wird diskutiert, ob es eine Enteignung, Teilungs- oder Offenlegungspflicht für Daten bestimmter Akteure, z. B. Unternehmen, aus Gemeinwohlsicht geben soll. Zahlreiche Umweltdaten sind bereits frei zugänglich, die Öffnung und Zusammenführung weiterer Umweltdatenbestände wird derzeit diskutiert, da dies Verbesserungsmöglichkeiten und Innovationen im Sinne des Umweltschutzes fördern könnte.

Bei der kollaborativen Entwicklung von Algorithmen und Software liegt die Identität mitwirkender Akteure teilweise im Dunkeln und die Entscheidungsmechanismen sind nicht selbstverständlich, wie Erfahrungen aus der Open Source Software-Entwicklung bzw. der kollaborativen Speicherung und Verwaltung von Software-Code in der Cloud (z. B. der webbasierte Dienst GitHub) zeigen.<sup>59</sup> Digital Commons Communities spielen eine wichtige Rolle bei der Aufdeckung und Behebung von Sicherheitslücken in digitalen Systemen.

59 vgl. Algorithms Working Group | MLCommons, What the Future of Open Source Software Will Look Like | HackerNoon beziehungsweise OpenSearch Project · GitHub “ml-commons provides a set of common machine learning algorithms, e.g. k-means, or linear regression, to help developers build ML related features within OpenSearch.”



Daten- und Algorithmusspenden könnten eine Möglichkeit sein, um öffentliche Datenbestände aufzubauen. Hierfür sind entsprechende Anreizsysteme erforderlich.

### *Digitale Souveränität*

Die Frage nach digitalen Gemeingütern wird auf Ebene der Politik derzeit unter dem Blickwinkel der digitalen Souveränität diskutiert. Die „Declaration by the Presidency of the Council of the European Union calling for a European Initiative for Digital Commons“, führt Wikipedia, Linux, OpenStreetMap, und Open Food Facts als hervorstechende Beispiele für digitale Gemeingüter auf. Solche digitalen Gemeingüter würden die Kontrolle und Verwendung von Daten sowie die Sicherheit von digitalen Werkzeugen und Innovationen verbessern und die Abschottungsstrategien von einigen Regierungen und digitalen Dienstleistungsanbietern herausfordern. Digitale Gemeingüter wären ein wichtiger Hebel, eine Multi-Level-Governance für unsere Daten und digitalen Werkzeuge aufzubauen, und damit einen Teil der digitalen Autonomie wiederzuerlangen. Die französische Präsidentschaft der EU hat es sich zum Ziel gesetzt, Open-Source Lösungen und digitale Gemeingüter in Ausschreibungen im großen Maßstab zu nutzen. Dabei werden die Ziele verfolgt, nationale

digitale Gemeingüter und Open-Source-Software Aktivitäten zu europäisieren, deren Nutzung auf EU und Mitgliedstaatenebene zu fördern und mit der Bereitstellung von Geld und Kompetenzen einen Rahmen für die Beteiligung an strategischen digitalen Gemeingütern zu setzen. Werden keine verpflichtenden Regulierungen für die Zurverfügungstellung von digitalen Gemeingütern getroffen, kann trotz punktuellen Teilens keine Digitale Souveränität im Sinne von Verfügungsgewalt erlangt werden.

### *Open Science*

Das Konzept von Open Science schließt einen offenen Zugang, offene Daten und offene Kollaboration mit ein. Zu den wohlbekanntesten Herausforderungen für Open Science gehören das Bewusstsein, Information und Wissen, positive und negative Anreize für Forschende sowie Rahmenbedingungen, Investitionen und Kompetenzen.

Für den Bereich der Forschung wird erwartet, dass Daten weltweit zunehmend geteilt werden. Voraussetzung wird es sein, dass die Daten anonymisiert oder unter strikten Protokollen wie von den Statistischen Ämtern gehandhabt werden. Es wird Bestrebungen geben, die Datenbestände der Techfirmen zumindest in einer bestimmten Form für andere als

kommerzielle Zwecke der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen. Zumindest für Public Relations Zwecke ist es sehr wahrscheinlich, dass Tech-Unternehmen Forscher\*innen Daten zur Verfügung stellen. Es ist unklar, ob hierzu Forschende, die Zivilgesellschaft, Tech-Unternehmen oder Regierungen die Initiative übernehmen werden (Interview 3).

Das Rathenau Institut hat vier Szenarien für Open Science in den Anwendungsfeldern Verteidigung, Wachstum, Wohlstand und Mission erstellt und dabei Europäische Strategien und Wirkungen auf Produktivität, Qualität und Gesellschaft differenziert (Hessels et al. 2021).<sup>60</sup>.

Der Rathenau-Bericht formuliert fünf Politikrichtungen, die sich in allen vier Szenarios als produktiv erweisen würden:

- ▶ Schaffung eines unterscheidbaren Profils einer Europäischen Wissenschaft basierend auf Europäischen öffentlichen Werten
- ▶ Koordination von Investitionen in Datenstandardisierung und Datenkuratierungskapazität
- ▶ Investitionen in Qualitätskontrolle, um die Datenqualität von Forschung aus anderen Regionen überprüfen und zertifizieren zu können
- ▶ Weitere Entwicklung und Förderung von neuen Wegen, Anreize und Anerkennungssysteme für Wissenschaftler\*innen zu schaffen und zu Open Science beizutragen.
- ▶ Stimulierung von offener Kollaboration mit einer Vielzahl von wissenschaftlichen Partnern aus dem privaten und öffentlichen Bereich.

### *Stewardship für digitale Gemeingüter*

Mit der Forderung nach der Verfügbarkeit von Daten und Algorithmen – im Sinne eines digitalen öffentlichen Gutes – ergeben sich neue Aufgaben für nationale und internationale Behörden und Institutionen: Daten im Gemeinwohlinteresse müssen gesammelt, verwaltet und der Allgemeinheit Verfügung gestellt werden. Auch Algorithmen müssen gesammelt,

Qualität, Konsistenz und Sicherheit geprüft und die Nutzung durch potenziell alle organisiert werden. Im Gemeinwohlinteresse sollte hierbei die soziale und ökologische Nachhaltigkeit der Datenaufbewahrung und -aufbereitung berücksichtigt und optimiert werden.

Starke, unabhängige Institutionen sind für den Interessenausgleich bei Zugang und Nutzung von Daten („Datenbroker“) erforderlich. Diese Institutionen stehen jedoch vor der Herausforderung, dass globale Konzerne die Daten erfassen, während jedoch die Regulierung überwiegend auf nationaler oder europäischer Ebene stattfindet. Es stellt sich die Frage, wie sich die Machtverhältnisse zukünftig entwickeln und wie öffentliche, individuelle und privatwirtschaftliche Interessen ausgeglichen werden können.

Bei jeglicher Form von Stewardship für digitale Gemeingüter gilt es, die Unabhängigkeit und Qualität der kollektiven Datenbestände, Algorithmen und Infrastrukturen zu sichern und zu bewahren, zu sichern und zu garantieren. Die Diskussion der Verantwortung des Staates für digitale Gemeingüter betrifft einerseits die Festlegung von Standards und andererseits die Kuratierung, Pflege und Sicherung der Daten:

- ▶ Können und sollen diese Funktionen vom Staat übernommen werden, oder ist es besser, wenn diese Funktionen von den Stakeholdern selbst übernommen werden?
- ▶ Bedarf es eines starken und unabhängigen Institutes für Daten Advocacy?
- ▶ Ist es möglich, eine kollektive Verantwortung für das Kuratieren, die Pflege und die Sicherheit von digitalen Gemeingütern zu erreichen?

### *Alternative Selbstverständnisse in Wirtschaft und Gesellschaft*

Der digitale Raum ist voller nicht-lizenzierter und unter den Creative Commons lizenzierter kreativer Aktivitäten, Produkten und Inhalten, die aus der Fusion von Kulturen und Stilen, Musik und Essen, Ideen und Spielen, Informationen und Einblicken stammen, die

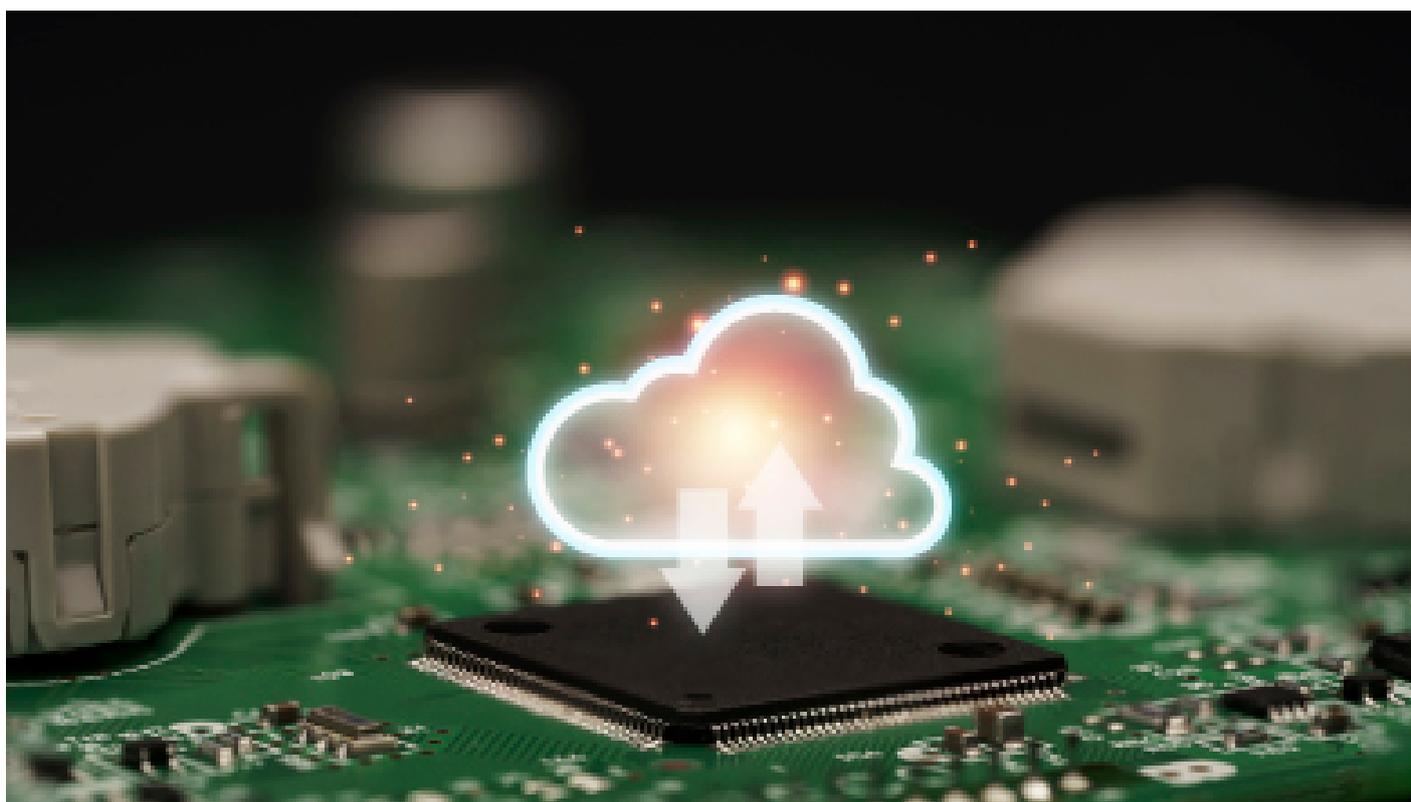
<sup>60</sup> Im Verteidigungsszenario würde sich die offene Kollaboration auf Europa beschränken (1), im Wachstumsszenario steht offene Kollaboration einem beschränkten Zugang zu Forschungsergebnissen gegenüber (2), im Missionsszenario trägt Open Science zur Bewältigung der europäischen Herausforderungen bei (u. a. Green Deal) und verstärkt dabei die Europäische Integration (3) und im Wohlstandsszenario dominiert das Teilen von Daten, offene Kollaboration und nicht-exklusive Verwertung von Forschungsoutputs (4).

auch durch den massenhaften Zugang zu proprietären digitalen Plattformen getrieben werden. Digitale Gemeingüter verstärken die Legitimität, erweitern den Möglichkeitsraum und beschleunigen die Fluidität. Diese Kreativität führt zu einem Rückgang traditioneller, oft auch sich selbst begrenzender Identitäten. Menschen suchen stattdessen nach neuen Inhalten, Produkten und Aktivitäten. Dabei nehmen sie fluide Identitäten beispielsweise in Bezug auf Gender oder der Weltanschauung ein und bilden neue Gruppen, die diese transitionalen Identitäten teilen. Dies bedingt eine Transformation der individuellen Identitäten zu kollektiven Identitäten, welche sich wiederum von anderen Identitäten abgrenzen. Sowohl Umweltschutzgruppen, als auch dem Umweltschutz gegenüber skeptisch bis feindlich gegenüberstehende Gruppen haben derzeit vergleichsweise rigide Identitäten, wodurch eine Auseinandersetzung mit den ebenfalls rigiden, aus der Fluidität entstandenen neuen kollektiven Identitäten über den Umweltschutz resultiert (Interview 3).

Auch im privatwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Bereich werden digitale Gemeingüter für kommerzielle und gemeinwohlorientierte Zwecke verwendet. Unternehmen schließen sich unter Begriffen wie „Data Commons for Sustainability“ zusammen, um

in Bezug auf Carbon Accounting, digitale Produktpässe und die Berichterstattung zum European Green Deal (EGD) auf geteilte Ressourcen zurückgreifen zu können. Es geht um den Zugang zu hochgranulären, aktuellen Primärdaten auf Produkt- und Materialebene über Wertschöpfungsketten hinweg. Interoperable und sichere industrieübergreifende Standards für den Datenaustausch, die sogenannten Data Commons, sollen Abhilfe leisten. Natürlich gelten auch hier Herausforderungen, Anreize zu schaffen und Trittbrettfahrertum zu unterbinden. Zudem scheint die Klärung der Frage bedeutsam, ob nicht nur die beteiligten Unternehmen, sondern auch die Forschung und die Gesellschaft als Ganzes Zugang zu diesen primären Daten haben sollte – so könnte jene z. B. dafür genutzt werden, um den privaten Carbon Footprint zu minimieren.

Unternehmen können mit Hilfe digitaler Codes gegründet werden (Bigelow 2020; Hase 2020) und über die Beschleunigung und Professionalisierung von Prozessen, fluides Entrepreneurship fördern (Interview 5). Initiativen wie AI for Good untersuchen in Fallstudien bereits die Erfolgsfaktoren für die Beständigkeit und den gemeinwohlorientierten Impact von zahlreichen gesellschaftlichen und kommerziellen Einzelprojekten und Initiativen (Siebold et al. 2022).



Insgesamt weisen die verschiedenen Verwendungsarten digitaler Gemeingüter auf einen Spillover der Prinzipien ins analoge Leben hin. Dies spiegelt sich bereits in Initiativen wie Food Sharing und Bücherschränken wider, könnte sich aber auf weitere Bereiche ausdehnen.<sup>61</sup> Gleichwohl ist vor naiven und altruistischen Erwartungen an die Beiträge zu den digitalen Commons zu warnen.

### **Bedeutung für die Umweltforschung und -governance**

Themen wie Open Data und Open Science sind nicht neu für das Umweltressort, erfordern aber vor dem Hintergrund des Wandels der Öffentlichkeit und der Forschung gegebenenfalls eine Neubewertung.

- ▶ Das Spannungsverhältnis zwischen privatwirtschaftlichen und gemeinwohlorientierten Interessen wird in der Transformationsforschung oft ausgespart. Für die transformative Forschung ist eine frühzeitige und systematische Austarierung öffentlicher und privatwirtschaftlicher Interessen entscheidend, wenn dies nicht durch rechtliche Regelungen vorgegeben ist.
- ▶ Die Auseinandersetzungen zwischen Gruppen mit fluiden Identitäten, oder Umweltschutzgruppen und dem Umweltschutz gegenüber skeptischen bis feindlichen Gruppen mit rigiden Identitäten sind für das Umweltressort von Interesse. Die beteiligten Akteure, ihre Identitäten, Argumente und Handlungsspielräume sind im Hinblick auf Umweltaufgaben, Konflikte und Problemlagen zu identifizieren und für eine transformative Umweltgovernance zu erschließen.
- ▶ Für das Umweltressort ist es in diesem Kontext wichtig, den Wert von Open Data und von frei zugänglichen Algorithmus-Bibliotheken für die Umweltforschung und -politik zu klären und bei positivem Ergebnis General Public Licenses zu propagieren. Nahegelegt wird die Förderung digitaler Gemeingüter im Umweltbereich (Forschung, Bildung, etc.), da beide den Charakter von Gemeingütern haben und damit Allianzen und Synergien bei den handelnden Akteuren geschaffen werden können. Gerade die Politik der digitalen Gemeingüter auf EU Ebene sollte beobachtet und bewertet werden – inwieweit sie die digitale Souveränität fördert und inwiefern sie mit dem European Green Deal verknüpft wird. Hieraus lässt sich für das Umweltressort eine Prüfungsaufgabe formulieren, welche Form und welches Ausmaß von digitaler Souveränität für digitale Gemeingüter für den Umweltschutz benötigt wird und wie Missbrauch unterbunden werden kann.
- ▶ Hierbei gilt es alternative Optionen zu berücksichtigen, ob die kollektiven Datenbestände von einer unabhängigen Einrichtung kuratiert, staatlich unterstützt (z. B. finanzielle Förderung versus Unabhängigkeit) oder in staatlicher Regie vorgehalten werden sollten. Als Anbieter müsste das Umweltressort die Kuratierung von Daten und Algorithmen gewährleisten, als Nutzer müsste es die Rekontextualisierung von Daten und Algorithmen in Umweltforschung und -governance systematisch und effektiv adressieren. In jedem Fall gilt es, Umweltforschungsdaten sozialverträglich und möglichst umweltfreundlich aufzubewahren.

61 When we share, everyone wins – Creative Commons



## 2.10 Digitale Evidenz – Sind Daten, Algorithmen und digitale Tools Treiber eines neuen Forschungs- und Politikstils?

**Trend:** Digitale Ressourcen werden zunehmend als Belege für Evidenz in Forschung und Politik verwendet.

### Emerging Issues:

- ▶ Erkenntniswert, Mehrwert und Grenzen datenintensiver Forschung
- ▶ Mehrwert und Grenzen von automatisiertem Forschungsmanagement
- ▶ Mehrwert, Stellenwert und Grenzen von evidenzinformierten politischen Entscheidungsprozessen
- ▶ Digitalkompetenz

### In Kürze:

- ▶ Digitale Anwendungen können Funktionen von Evidenz im Rahmen eines zweckrationalen Politikstils wirkungsvoll unterstützen, darunter die Identifizierung von Problemlagen und Lösungsoptionen, die Organisation von Zusammenarbeit und Feststellung von Zustimmung, das Anstoßen von Verhaltensweisen und das Sammeln von Feedback. Gleichzeitig werden die Grenzen digitaler Evidenz für die Veränderungen komplexer Systeme und die Epistemisierung der Politik kritisiert.

- ▶ Ein auf digitaler Evidenz basierender Politikstil ist auf die digitalen Werkzeuge und Infrastrukturen von Unternehmen wie Microsoft und Alphabet angewiesen und damit auch auf die darin implantierten Algorithmen und Datengovernance-Bestimmungen. Der Erkenntniswert und die Vulnerabilität von digitaler Evidenz sind unter Einbezug von Daten, Algorithmen und digitaler Tools kritisch zu reflektieren, unter anderem beim Forschungsmanagement, und erfordert entsprechende Digitalkompetenz in Umweltforschung und -governance.

- ▶ Angesichts der Entwicklungsdynamik und plötzlicher Durchbrüche bei der Leistungsfähigkeit digitaler Anwendungen ist eine fortlaufende und frühe Erkennung der Potenziale neuer digitaler Tools für die Umweltforschung und -governance zu prüfen.

### Hintergrund: Um was es geht

Evidenz hat im Politikzyklus verschiedene Funktionen (Cartas et al. 2022): Probleme identifizieren, kausale Beziehungen verstehen, Politikoptionen identifizieren, Wirkungen von Optionen simulieren,

bevorzugte Option entwickeln und modifizieren, Zustimmung sichern, Zusammenarbeit organisieren, Verhaltensänderungen anstoßen, Umsetzung beobachten (Monitoring), Feedback sammeln, Daten analysieren und Belege sammeln. Digitale Technologien und ihre Anwendungen können viele dieser Funktionen von Evidenz im Rahmen eines zweckrationalen Politikstils wirkungsvoll unterstützen.

An eben diesem evidenz-informierten Politikstil entzündet sich in jüngerer Zeit zunehmend Kritik. Eine wesentliche Kritiklinie knüpft an der Unterscheidung von Kompliziertheit und Komplexität an (Korte et al. 2022b). In einer komplizierten und unübersichtlichen Entscheidungssituation kann anhand von umfassenden Informationen und Systemkenntnis (z. B. in Form von kausalen Ursache-Wirkungsanalysen) weitgehend rational agiert werden, wohingegen Entscheidungssituationen in komplexen dynamischen Systemen grundsätzlich zu unvorhersagbaren Entwicklungen führen. Bezieht sich die digitale Umweltforschung und -governance also auf komplexe und nicht nur auf komplizierte Systeme, so führt eine Verbesserung der Informationslage und der Systemkenntnis nicht zu einer Verbesserung der Erreichung der erwünschten Ziele. In diesem Falle komme es daher vielmehr auf geeignete Heuristiken als auf mehr Daten, Information oder Wissen an (Korte et al. 2022a).

Eine zweite Kritiklinie knüpft an die Beobachtung an, dass wissenschaftliche Evidenz zu einer Epistemisierung der Politik beiträgt, die die Demokratie gefährdet, indem insinuiert wird, dass aus einem wissenschaftlichen Konsens bestimmte politische Handlungsfolgen abgeleitet werden sollten (Bogner 2021). Politisches Handeln bezieht sich jedoch grundsätzlich auf unentscheidbare Herausforderungen, die von den Beteiligten Ambiguitätstoleranz erfordern (Bauer 2018). Administratives Handeln bezieht sich dagegen auf entscheidbare Herausforderungen, die innerhalb eines gewissen Rahmens zu vergleichbaren Konsequenzen von vergleichbaren Fällen führen. Festzuhalten ist in dieser Lesart, dass digitale Evidenz Entscheidungsprozesse informieren kann, aber die für eine Demokratie essentiellen deliberativen Prozesse grundsätzlich nicht ersetzen kann (Bogner 2021).

In der COVID-19 Pandemie wurden die unterschiedlichen Rollen **von Wissenschaft** (Faktenlage und Entscheidungsoptionen darstellen) **und Politik** (Entscheiden unter Würdigung der Faktenlage) einer

breiteren Öffentlichkeit zugänglich. Von Seiten der Politik wurde argumentiert, der Wissenschaft zu folgen und somit evidenz-basierte Politik zu betreiben. Die Wissenschaft war sich in der Bewertung verschiedener Optionen jedoch oft uneins und verwies auf die Maßnahmenvielfalt. Einzelne Wissenschaftler\*innen forderten die Vorgabe von durch die Politik formulierten Zielen, um dazu passfähige Entscheidungsoptionen zu entwickeln. Die Praxis in der COVID-19 Pandemie zeigte jedoch, dass die Politik Entscheidungsspielräume immer wieder neu ausfüllte, und anders als dargestellt, Entscheidungen ohne Einbindung der Wissenschaft treffen musste/traf. Einzelne Wissenschaftler\*innen sprachen Empfehlungen aus ihrer Fachperspektive (z. B. Epidemiologie) aus, während die Politik in ihre Entscheidungen weitere Perspektiven wie zum Beispiel soziale Auswirkungen eines Lockdowns auf Kinder berücksichtigen muss und deshalb auch einbezog. Viele Wissenschaftler\*innen wollten keine Empfehlungen aussprechen, sondern die informatorischen Grundlagen für wertbasierte politische Entscheidungen liefern. Zudem wurde nicht offensichtlich, welche Art von Wissen die Politik priorisierte und wie die Regierungen verschiedene Formen von Evidenz synthetisierten. Insgesamt besteht erheblicher Klärungsbedarf, was evidenzbasierte Politik konkret heißen und wie darin das Verhältnis von Wissenschaft und Politik beschaffen sein soll (Atkinson 2022).

Digitalisierung beeinflusst die Art und Weise, wie für Wissenschaft, Forschung und Innovation Politik entwickelt und umgesetzt wird. An diese Diagnose anknüpfend stellt sich die Frage, welche **Rolle digital erzeugtes Wissen in politischen Prozessen** perspektivisch spielt und welche Rolle digitale Tools und Algorithmen in Wissenssynthesen einnehmen können. Für solche Prozesse bedarf es geeigneter Plattformen, darunter Datenplattformen und Innovationsplattformen. Datenplattformen unterstützen den Zugang zu Daten und die Synthese von Daten und Innovationsplattformen unterstützen das Policy-Design mit Datenökosystemen, Wissensmanagementtools und spezialisierter Simulationssoftware (z. B. um die Folgen verschiedener Maßnahmen und die Konsistenz von Maßnahmenbündeln zu untersuchen). Beide Plattfortmtypen können auch als Mischform auftreten (Klobasa et al. 2021).

Daten sind schon immer essentieller Bestandteil der empirischen Forschung gewesen. In der Regel dienen



Daten der Beobachtung realer Zustände und der empirischen Validierung von Theorien. Mit der **datengetriebenen Forschung** kommt ein neuer Forschungsstil auf, der auf die Falsifizierung von Theorien weitgehend verzichtet. Die Umweltforschung ist schon lange datenintensiv und ein Vorreiter im Bereich der Datenanalyse. Gleichwohl gibt es auch hier aufkommende Herausforderungen, die nicht nur mit der Menge an Daten, sondern auch mit der Varietät, Geschwindigkeit und Art der Datensammlung, -analyse und -aufbereitung für politische Prozesse zu tun haben.

### Treiber und Trends

Die Bundesregierung führt in ihrer „Datenstrategie: Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum“ (Bundesregierung 2021) vier Handlungsbereiche auf: leistungsfähige und nachhaltige Dateninfrastrukturen, innovative und verantwortungsvolle Datennutzung, Erhöhung von Datenkompetenz und Etablierung einer Datenkultur, sowie der Staat als Vorreiter. Der evidenzbasierte Politikstil wird in zahlreichen politischen Papieren propagiert.

Technische Treiber sind Big Data, Künstliche Intelligenz, digitale Plattformen und die Etablierung langfristig angelegter digitaler Forschungsinfrastrukturen

(u. a. Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), zentral zusammengeführte strukturierte Umweltdaten, missionsorientierte Forschungsinfrastrukturen z.B. für die Twin Transition, European Open Science Cloud (EOSC)), entstehende Datenökosysteme mit einer Vielzahl von Datenbeständen unterschiedlicher privatwirtschaftlicher, privater und öffentlicher Akteure, sowie Anwendungen wie die halb-automatisierte Erschließung der Inhalte des Internets. In jüngster Zeit macht der Chatbot ChatGPT von Open AI Furore, der mit umfangreichen Daten trainiert wurde, um nahezu jede Frage zu beantworten, Artefakte wie Texte und Bilder zu schaffen und als Dialogpartner\*in von Nutzer\*innen deren Verständnis ihres Erkenntnisinteresses reflexiv und iterativ erhöht. Im Gegensatz zu seinen menschlichen Pendanten ist der Chatbot immer als Dialogpartner verfügbar, es sei denn, die dazugehörige Infrastruktur ist überlastet.

Die Verfügbarkeit von großen Datenbanken, zunehmende Rechenleistung, und die Prominenz neuer statistischer Methoden ändern die wissenschaftliche Praxis und schaffen damit ein Momentum, um epistemische Fragen der Datenwissenschaften zu konsolidieren (Martinez 2021).

Gesellschaftliche Treiber sind das sich verändernde Verhältnis von Wissenschaft und Politik, die wahrgenommene Diskrepanz zwischen Datenverfügbarkeit und Nutzung für gemeinwohlorientierte Zwecke, sowie Datenspenden und Partizipation von Bürger\*innen in Forschungsprojekten (Crowdsourcing, Reallabore, etc. vgl. Zukunftsthema digitaler Staat).

Insgesamt beeinflusst die Digitalisierung jeweils den gesamten Forschungs- und den gesamten Governance-Zyklus.

### Emerging Issues

Der Umweltbereich kann auch zukünftig eine Speerspitze für eine intensive datenbasierte Forschung sein. Große Datenbestände sind bereits in öffentlicher Hand (z. B. Copernicus-Daten bei der Europäischen Umweltagentur) und bieten ein enormes Potenzial für die Umweltforschung. Neue Ansätze wie z. B. Gaia X können einen wichtigen Beitrag leisten. In vielen Fällen sind die datenschutzrechtlichen Aspekte im Umweltbereich unproblematischer als in anderen Bereichen und bereits geklärt. Daten könnten zu einem Game-Changer für eine evidenzinformierte Politik werden (Sancho et al. 2022).

Die Stärken und Schwächen von Big Data Analysen für den Umweltschutz sind denjenigen anderer Forschungsansätze gegenüberzustellen. Die Erkenntnisse aus Big Data Analysen sollten für den Umweltschutz unter Einhaltung von Datenschutzanforderungen genutzt werden. Die globale Governance wird durch Digitalisierung transformiert, wobei es die spezifischen Potenziale für die Umweltgovernance zu erkennen, zu bewerten und ggf. umzusetzen gilt.

Die Forschung wird sowohl auf Programm- als auch auf Projektebene zunehmend digitaler. Hierdurch wird das Verhältnis zwischen verschiedenen Wissensformen neu austariert und ausgehandelt.

### Erkenntniswert, Mehrwert und Grenzen von datenintensiver Forschung

Der Ausbau von Dateninfrastrukturen für Umweltdaten und andere Daten zur wissenschaftlichen Nutzung schreitet voran. Gleichzeitig öffnet sich die Umweltforschung zunehmend für Verfahren der statistischen



Auswertung und der Prognosen von Umweltdaten. Dies wirft die Frage nach dem Stellenwert von digital erzeugtem Umweltwissen auf. Im Laufe der Zeit werden die Datenbanken vermehrt über Skalen und Zeiträume hinweg mit Modellen und Schnittstellen verlinkt sein, über die neue Daten eingespeist und für die Datenbank aufbereitet werden (Interview 3).

Digital erzeugtes Wissen aus Big Data, z. B. mit Hilfe von Data Mining in hybriden Datensätzen oder durch Maschinelles Lernen, hat eine eigenständige, oft schwer durchschaubare Qualität, die nicht unbedingt den Anforderungen an die Abbildung der Komplexität von Umweltwissen entspricht. Maßgeblich für die Beurteilung von digital erzeugtem Wissen sind die Prognosekraft von Modellen des Maschinellen Lernens und das Vertrauen in digital erzeugtes Wissen. Solches Wissen-by-Design („auf Knopfdruck“) entspricht nicht mehr den klassischen Wissenschaftsstandards in Bezug auf hermeneutische Qualität, kausale Erklärung und Falsifizierbarkeit.<sup>62</sup>

Small Data bezeichnet kleine Datenmengen, die gerade so groß (bzw. klein) sind, dass sie noch für die

<sup>62</sup> Theorie-getriebene Analyse und daten-getriebene Analyse sind zwei wichtige wissenschaftliche Prozesse. Im Theorie-getriebenen Ansatz wird eine Hypothese vorgeschlagen und überprüft anhand von vorgegebenen Ursache-Wirkungsbeziehungen. Im Daten-getriebenen Ansatz werden Daten zunächst analysiert, um Muster zu finden die dann die Basis zur Formulierung von Theorien sein können. Basierend auf einer vorübergehenden Enthaltung von Theorien erzeugen daten-getriebene Methoden quasi teleologische Erklärungen, die benutzt werden können, um eine Theorie durch induktives und abduktives Schließen zu formulieren (Martinez 2021).

Analyse zugänglich und im spezifischen Anwendungskontext für handlungsleitende Information nutzbar sind. Hierbei kommen methodische Ansätze zum Einsatz, um mit wenigen Daten auf größere Phänomene schließen zu können. Dieser Ansatz könnte aus Datenschutzgründen und der damit einhergehenden gewollten eingeschränkten Datenverfügbarkeit in Europa und Deutschland an Bedeutung gewinnen. Auch könnte Small Data als Trainingsdaten für Algorithmen genutzt werden. Allerdings ist umstritten, welche Verfahren in welchen Fällen zur Schließung von Datenlücken geeignet sind, während ihre softwaregestützte Realisierung immer leichter wird.

Mit dem Aufkommen des Quantum-Computing vermag sich unsere Sicht, wie wir die Welt sehen, weiter verändern. Klassische Computer versuchen eine Aufgabe zu lösen, indem sie so lange herumprobieren, bis sie den richtigen Weg gefunden haben. Quantencomputer prüfen dagegen alle möglichen Wege gleichzeitig. Statt der binären »Bits« (0) und (1) verwenden sie Quantenbits, kurz »Qubits«. Diese befinden sich in einem Überlagerungszustand (Superposition), welcher bei Beobachtung kollabiert. Nehmen Quantencomputer eine bedeutende Rolle in der Gesellschaft ein, dann werden voraussichtlich auch die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien des Quantencomputing als Metaphern unsere Weltsicht prägen. So sprechen wir heute davon, dass „etwas in unserer DNA läge“, wenn wir unsere unveränderlichen Eigenschaften meinen. Oder davon, dass „meine Festplatte gelöscht sei“, wenn ich etwas vergessen habe. Die Erkenntnis der Welt wird bei einer verbreiteten Wahrnehmung quantenphysikalischer Prinzipien dann nicht mehr auf das Festhalten eines wahren Zustands reduziert, sondern durch die gleichzeitige Überlappung verschiedener Perspektiven ohne empirische Beobachtbarkeit begründet (Interview 2).

Die Qualität der Schöpfung von Neuem durch digitale Algorithmen ist umstritten und steht dem schöpferischen Akt durch den Menschen gegenüber. Erste Erfahrungen mit ChatGPT zeigen, dass Menschen den Chatbot als Interaktionspartner so nutzen, dass sich ihre Reflexion über ein Thema dabei mitentwickelt. Zu den Potenzialen des Chatbots zählen (bei gekonnter Aufforderung) auch die Visualisierung, die Stimulation der Interaktion von Menschen und die

zielgruppenspezifische Aufbereitung von Texten in einer gewünschten Länge. Generell bewirkt die Digitalisierung einen Wandel der Arbeitskultur, der neben einigen Vorteilen wie Zeitersparnis, Stimulation von Kreativität und Reflexion auch fehlendes eigenes Verständnis für Themen, verringerte Aufmerksamkeit und geringere Verbindlichkeit mit sich bringt.

Das Aufkommen digital erzeugten Wissens und die damit einhergehenden Veränderungen im Wissensgefüge weisen auf den Bedarf hin, eine Perspektivenvielfalt und die Pluralität von Wissensformen sicherzustellen (digital-produziertes Wissen, klassische Wissenschaften, praktisches Wissen, indigenes Wissen, etc.).

Die Forschung macht die digitalisierte Gesellschaft selbst zum Untersuchungsgegenstand, wobei die inter- und transdisziplinäre Forschung zunehmend nach den Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen fragt und diese als Ausgangspunkt für transformative Forschung nimmt. Gleichzeitig wird Forschung sowohl auf Programm- als auch auf Projektebene zunehmend digitaler. Hierdurch wird das Verhältnis zwischen verschiedenen Wissensformen neu austariert und ausgehandelt.

Der Forschungszyklus umfasst die Initiierung, Durchführung und Verwertung von Forschung sowohl auf Projekt- als auch auf Programmebene. Hier geht es schwerpunktmäßig um die Durchführung von Forschungsprojekten mit den neuen datenbasierten Technologien.

Mit Hilfe von einer automatisierter Erschließung der Inhalte des Internets können in kurzer Zeit Wissenssynthesen erstellt werden, die als Ausgangspunkt für (Umwelt-)Forschung dienen.

In Bezug auf die Umweltforschung können verschiedene Fälle des Realweltverständnisses unterschieden werden, darunter:<sup>63</sup>

- ▶ Daten werden als Indikatoren für die Realität interpretiert, während es kein Modell der Realität gibt. Mit Hilfe von Maschinellem Lernen werden Muster beobachtet und auf wesentliche entscheidungsrelevante Variablen reduziert, die wiederum eine

63 vgl. S&T&I 2050 | Futures4Europe und Erdmann et al. (2022).



Modellbildung begründen können. Dies ist heutzutage Stand der Technik.

- ▶ Die Informationen über Aspekte der Realität reichen aus, um sie in digitale Abbilder der Realität zu übersetzen (Digital Twins). Für kontrollierte Umgebungen können mit digitalen Zwillingen die Folgen von hypothetischen Veränderungen in der Realität abgebildet werden. Dies entspricht heutzutage in Teilgebieten dem Stand der Wissenschaft.
- ▶ Die Ansichten von Menschen werden in Modellen der Realität repräsentiert. Mit Emotionserkennung kann auf menschliche Absichten geschlossen werden und mit Mensch-Maschine-Schnittstellen können neuronale Impulse unmittelbar als Indikatoren für menschliche Absichten gefasst. Dies scheint langfristig unter Einbezug von Quantentechnologien möglich zu sein.

Datenintensive Prozesse in der Forschung versprechen eine genauere Kenntnis von Sachlagen durch Berücksichtigung und Kombination einer großen Menge an Daten aus verschiedenen Wissensgebieten. In der Realität bedeutet es auch die Verknüpfung von Daten, die bisher aus Privatsgründen nicht verknüpft werden dürfen. Beim Maschinellen Lernen wird die Prognose-Genauigkeit als Gütemaßstab

angeführt, ohne dass kausale Erklärungen vorliegen müssten. Um die Folgen von Handlungen realitätsgetreu abzuschätzen, geht es oft weniger um mehr Daten, als vielmehr um Zugang zu den Daten und bessere Qualität der Daten. Der Zugang von ausländischen Akteure zu Daten wird oft skeptisch beurteilt, ist aber im Falle grenzüberschreitender Umweltfragen unerlässlich. Oft werden inhomogene Daten genutzt, bei denen unklar ist ob und in welcher Form eine Kuratierung und Qualitätssicherung stattgefunden hat.

Digital erzeugtes Wissen, z. B. mit Hilfe von Data Mining in hybriden Datensätzen oder durch Maschinelles Lernen, hat eine eigenständige, oft schwer durchschaubare Qualität, die nicht unbedingt den Anforderungen an die Abbildung der Komplexität von Umweltwissen entspricht. Maßgeblich für die Beurteilung digital erzeugten Wissens sind die Prognosekraft von Modellen des Maschinellen Lernens und das Vertrauen in digital erzeugtes Wissen. Solches Wissen-by-Design („auf Knopfdruck“) entspricht nicht mehr den klassischen Wissenschaftsstandards hinsichtlich der hermeneutischen Qualität, kausalen Erklärung und Falsifizierbarkeit.

Wenn sich diese Trends fortsetzen, wird die Informatik zur Leitdisziplin (Data Science, Digital Humanities, etc.) mit Rückwirkungen auf die Umweltforschung werden. Die reduktionistische Sichtweise

auf Umweltprobleme durch digital erzeugtes Wissen hat Auswirkungen darauf, wie Umweltprobleme gesehen, formuliert und adressiert werden. Verschieben sich die Gewichte von klassisch erzeugtem wissenschaftlichem Wissen auch in der Umwelt- und Gesellschaftsforschung hin zu statistisch erzeugtem digitalen Wissen mit Vorhersageanspruch, so ist hierfür eine Strategie zum Umgang zu entwickeln.

Gleichzeitig stellt sich die Frage, welche Forschungsgebiete mit statistisch erzeugtem digitalen Wissen und welche weiterhin mit qualitativen Methoden, kausalen Modellen und der Überprüfung von Hypothesen bearbeitet werden sollen – bzw. welche Rolle ersteres für letzteres spielen soll (z. B. Generierung von Hypothesen ohne Prognoseanspruch für die weitere Untersuchung mit klassischen wissenschaftlichen Methoden). Die qualitative Forschung und andere Forschungstypen geraten angesichts der massiven „Wahrheits-Versprechen“ datenintensiver Forschung unter Legitimationsdruck. Der prinzipiellen Verfügbarkeit geeigneter Daten für die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen sind Grenzen gesetzt und eine adaptive reale Steuerung gesellschaftlicher Prozesse anhand von Prognosedaten liegt in weiter Ferne. Deshalb bleibt die Generierung von Wissen um kausale Zusammenhänge und Wirkungsmechanismen ein zentrales Element der Umweltforschung, das geschärft, weiterentwickelt und geschützt werden muss.

Auch mit Blick auf weichere Wissensformen hat sich im Zuge der Digitalisierung teilweise Ernüchterung eingestellt. Speziell in Bezug auf Kreativität in Online-Workshops und Antizipationsfähigkeit von Algorithmen, scheinen sich die Erwartungen digitaler Formate bislang nicht zu erfüllen. Die Qualität der Schöpfung von Neuem durch digitale Algorithmen ist umstritten und steht dem schöpferischen Akt durch den Menschen gegenüber. Generell bewirkt die Digitalisierung einen Wandel der Arbeitskultur, der neben einigen Vorteilen, auch eine verringerte Aufmerksamkeit und Verbindlichkeit mit sich bringt. Die Emotionserkennung trägt heute schon dazu bei, menschliche Absichten zu erkennen. Langfristig gesehen könnten diesbezüglich auch Ansätze der Mensch-Gehirn-Schnittstellen hinzukommen. Dies kann für unterschiedliche Zwecke genutzt, aber auch missbraucht werden. Es ist unwahrscheinlich, dass die transformative Forschung überdurchschnittlich von diesen Möglichkeiten profitieren wird.

Das Aufkommen von digital erzeugtem Wissen und die damit einhergehenden Veränderungen im Wissensgefüge, weisen auf einen Bedarf hin, Perspektivenvielfalt und die Pluralität von Wissensformen sicherzustellen (digital-produziertes Wissen, klassische Wissenschaften, praktisches Wissen, indigenes Wissen, etc.).

In der datenintensiven Forschung sind Algorithmen mit ihren Potenzialen zum Biasing und Debiasing entscheidend für die erhaltenen Befunde. Hierzu gehört insbesondere auch die Reflexion von menschlichen Biases, die durch KI aufgedeckt werden können (z. B. die Verfügbarkeitsheuristik (Schirmer et al. 2019) und die Reflexion von KI-Biases, die von Menschen aufgedeckt werden können (z. B. erlernte Biases anhand ungeeigneter Trainingsdaten). Bias bezieht sich auf unreflektierte systematische Verzerrungen der Interpretation und Bewertung von Daten. Ursache für Biases können auch zufällige Fehler wie Programmierfehler sein, die zu Fehleinschätzungen oder Diskriminierungen führen. Es ist davon auszugehen, dass sich mittelfristig ein Stand der Forschung einstellen wird, der beide Komponenten menschliches und maschinelles Biasing einschließt. Auch können Serious Games zur Sensibilisierung von Entwickler\*innen und Nutzer\*innen beitragen.

#### *Mehrwert und Grenzen von automatisiertem Forschungsmanagement*

Das Forschungsmanagement macht sich ebenso wie die Forschung selbst datenintensive Prozesse zunutze.

Forschungseinrichtungen und Ministerien können Forschungslücken durch (teil-)automatisierte Forschungsreviews besser identifizieren. Meist werden mittels Webscraping, Textmining und Topic Modeling, Bilder von Forschungsthemen gezeichnet, die auf der statistischen Häufigkeit von Begriffen und Begriffskombinationen, teilweise im Zeitverlauf, beruhen. Systematische Forschungs-Reviews (re-)produzieren Wissen aus Studien, beschreibende Informationen und Kartierungen verschiedener Art und zeigen Wissenslücken sowie Muster auf.

Ministerien setzen (halb-)automatisierte Forschungsreviews ein, um Themen zu identifizieren und Begutachtungsaufwand zu reduzieren. Die National Science Foundation in den USA investiert derzeit in die automatisierte Prüfung von Forschungsanträgen.

Forschungseinrichtungen verfolgen mit (halb-)automatisierten Forschungsreviews die Darstellung von Themen für Anträge oder Publikationen. Auch heute schon reflektieren Antragstellende ihre Angebote hinsichtlich des Matchings mit den Begriffen und Erwartungen der ausschreibenden Einrichtungen. Wenn sowohl bei den Ausschreibungen als auch bei den Forschungsanträgen KI umfangreich genutzt wird, besteht die Gefahr, dass Kreativität und Originalität verloren geht.

In Bezug auf die Verwaltung von Forschungsprogrammen mit ihren Forschungsprojekten gelten die Aussagen zur Automatisierung der Verwaltung (siehe Zukunftsthema Legal Tech).

Die Messung des Impacts von Forschungsprogrammen beispielsweise in Bezug auf Nachhaltigkeit, Souveränität oder Resilienz, stößt auf eine Reihe von systematischen Herausforderungen.<sup>64</sup> Dazu zählen erstens Nichtlinearitäten, die auf Interaktionen innerhalb und zwischen unterschiedlichen Forschungsprojekten zurückgeführt werden können. Zweitens die Attributionsproblematik, denn es müssen zusätzliche Bedingungen vorliegen, damit es zu einer breiten Diffusion des Forschungsoutputs und entsprechender Wirkung auf der Makroebene kommt, drittens die ex-ante Problematik, denn die Wirkungen treten auf verschiedenen Zeitskalen mit unterschiedlichem Verzug auf und können daher nicht direkt aus einem ex-post oder begleitendem Monitoring extrahiert werden.

Machine Learning zur Evaluation des Impacts von Forschungsprogrammen kann möglicherweise sinnvoll Nichtlinearitäten und die Attributionsproblematik abbilden, nicht aber die ex-ante Problematik. Hierdurch könnten sinnvolle Rückschlüsse auf die Ausgestaltung von Forschungsprojekten und -programmen sowie deren Einbettung in größere Zusammenhänge gezogen werden. Für die Handhabung der fortwährenden ex-ante Problematik stünden weiterhin die Instrumente der Anticipatory Governance zur Verfügung, darunter das Horizon Scanning und deliberative Online-Plattformen.



#### *Mehrwert, Stellenwert und Grenzen von evidenz-informierten politischen Entscheidungsprozessen*

Wissenschaftliche Beratung erfährt von politischen Entscheidungsträgerinnen in der Regel nicht, ob ihre Beratung einen Einfluss auf die Entscheidungen hatte oder wie diese zustande kam. Entscheidungsträger\*innen lenken ihre Aufmerksamkeit auf die dominanten Diskurse und legen Wert auf die Meinungen vertrauter Kontakte in die Wissenschaft. Grundsätzlich stellt sich die Frage, was als Evidenz angesehen wird und welche Form von Evidenz am Höchsten gewertet wird.

Politikberatung sollte allgemein zutreffend, unvoreingenommen, legitim und öffentlich zugänglich sein. Wissenschaftler\*innen sollten ihre Rolle als **Honest Brokers** verstehen, die politisch neutral Politikoptionen formulieren und deren Folgen bewerten. Die Rolle von **Foresight** im Politikprozess ist es, evidenzbasierte Politikoptionen in ihrem größeren gesellschaftlichen Zusammenhang zu gewichten und zu antizipieren, wie Stakeholder unter den in Betracht gezogenen Maßnahmen betroffen wären. Während Evidenz Politik und Gesellschaft informiert, was vertrauenswürdig, wahr oder falsch ist, nimmt Foresight eine komplementäre und breitere Rolle ein als wissenschaftliche Evidenz (van Woensel 2021).

<sup>64</sup> Zudem schränken der systemische Charakter von Transformationen und der Abstimmungsbedarf mit anderen Ressorts und Nachhaltigkeitsakteuren die Isolierbarkeit von Impacts ein.

Herstellung von Evidenz durch Daten bedarf anspruchsvoller Ansätze der Datenauswahl und -gewichtung. Wäre Politik an Erkenntnisse aus der Wissenschaft gebunden, käme dies einem technokratischem Angriff auf demokratische Verantwortlichkeiten gleich. Aus diesem Grunde wird anstelle evidenz-basierter inzwischen evidenz-informierte Politik propagiert, die für empirische Evidenz als Informationsgrundlage für Entscheidungen wirbt (Atkinson 2022).

(Maffei et al. 2020) unterscheiden drei datengetriebene Anticipatory Governance Szenarien:

- ▶ Das Policy Dashboard Szenario: daten-getriebene antizipatorische Governance innerhalb einer Regierung
- ▶ Das Daten-Kollaborations-Szenario: Public-Private Partnerships für daten-getriebene antizipatorische Governance.
- ▶ Das kollektive Vorstellungs-Szenario: daten-getriebene antizipatorische Governance mit Bürger\*innen.

Während das Policy Dashboard Szenario im Rahmen einer automatisierten Verwaltung (vgl. Kapitel 2.6) Realität werden könnte, sind das Daten-Kollaborations-Szenario und das kollektive Vorstellungs-Szenario eher im Zukunftsthema 2.5 Digitale Staatskunst zu verorten. Der Mehrwert, die Legitimität und Effektivität von datengetriebenen Politikprozessen lassen sich je nach Szenario unterschiedlich ausbuchstabieren.

Digitale Forschungs- und Innovationspolitik (DSIP) – Initiativen werden zunehmend als Alternativen zu deliberativen oder administrativen Ansätzen verfolgt. Hierbei werden semantische Technologien zur Entwicklung von Forschungsprogrammen eingesetzt. Voraussetzung zum Berücksichtigen aller relevanten Quellen ist das Erreichen aller relevanten digital codierten Quellen von privaten, privatwirtschaftlichen, zivilgesellschaftlichen und öffentlichen Akteure.

Nicht für alle relevanten Quellen gibt es API-Schnittstellen bzw. sie werden von Service-Anbieter nicht berücksichtigt. Dadurch legen die Service-Provider wie

NEWS-API die digitale Grundgesamtheit fest, die anderen Rationalitäten folgt als das Erkenntnisinteresse der Forschungs- und Innovationspolitik. Spezialisierte Scraping Bots können über die in ihnen hinterlegten und sich dynamisch entwickelnden Begriffssysteme zumindest die im Internet verfügbaren digitalen Bestände selektieren. Diese Daten werden oft nicht bewusst für ein Scraping und die anschließende Verwertung zur Verfügung gestellt, was rechtliche Fragen aufwirft.

Die automatisierte Informationsaufbereitung und Darstellung kann Politikprozesse unterstützen.<sup>65</sup> Die Überführung von Erkenntnissen aus der Umweltforschung in politische Maßnahmen und ihre Evaluation werden immer komplexer. Gleichzeitig steigt die Dringlichkeit angesichts ambitionierter Klimaziele. Beispielsweise gibt es eine Datenbank zu Sustainable Land Use Management Praktiken, die über 7000 Einträge enthält. Für die Auswahl passender umweltpolitischer Maßnahmen oder die Planung von Investitionen werden zunehmend Algorithmen und Machine Learning eingesetzt. Konkret geht es um die Ansätze der automatisierten Sichtung, Auswahl und ex-ante Evaluation möglicher Maßnahmen mithilfe von Machine Learning Ansätzen.

Fallstudien für datenintensive Politikgestaltung untersuchen deren Möglichkeiten und Grenzen anhand von Key Performance Indikatoren (Sancho et al. 2022), darunter beispielsweise eine kollektive datengetriebene Analyse zur Validierung von einer bestehenden Anti-Radikalisierungspolitik (basierend auf einem partizipativen Review von Social Media und Offenen Daten) und eine Analyse für smarte Agrarpolitik.

Die Evaluation von (Umwelt-)Governance mit Hilfe von Machine Learning bezieht sich darauf, inwieweit die intendierten Ziele auch tatsächlich erreicht werden. Für einige Ziele gibt es Indikatoren, die mit strukturierten Daten erfasst und bewertet werden können. Gerade aber für weichere Ziele, wie das Erreichen normativ ethischer Ansprüche, scheint die Analyse unstrukturierter Daten mit Sentiment Analysis, also der statistischen Auswertung von emotional aufgeladenen Begriffen, ein eher gangbarer Weg zu sein.

<sup>65</sup> Dies kann sowohl retrospektiv als auch prospektiv erfolgen. Umweltkatastrophen können beispielsweise durch digitale Erdtechnologien schneller aufgespürt werden und die Verbreitung von Krankheitserregern kann anhand von Suchanfragen in Suchmaschinen und datengetriebene Forecasting-Modelle (Newcomb et al. 2022) schneller eingeschätzt werden.

Es gibt Stimmen, die der Wissenschaft eine Glaubwürdigkeitskrise attestieren. Eine Uneinigkeit über Fakten, Analysen und Expertisen aus der Wissenschaft würde das gesellschaftliche Vertrauen verringern. Ein Grund dafür ist die Herausforderung, dass automatisierte Prozesse und Simulationen von Nutzer\*innen der Informationen immer weniger nachvollzogen werden können (Epistemische Opazität). Demgegenüber wird eine lebendige und plurale Wissenskultur als essentiell für die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen angesehen. Daten in der Wissenschaft müssen offengelegt und replizierbar sein. Ein ähnliches Verständnis von offenen Daten und Replizierbarkeit in der Politikanalyse gibt es bislang nicht.

Mit automatisierten Auswertungsmethoden können immer größere Datenbestände in Echtzeit ausgewertet werden und über Entscheider-Cockpits bereitgestellt werden. Entscheider-Cockpits stellen relevante Informationen für rationale Entscheidungen in leicht rezipierbarer Form zusammen (Dashboard). Es kann sich hierbei um eine Kombination von eigenen, offen zugänglichen und kommerziell erworbenen Informationen handeln. Ziel dabei ist es, komplexe Entscheidungen anhand vieler verschiedener Informationen zeitnah und flexibel zu treffen und Konsequenzen von Entscheidungsoptionen abzuschätzen. Im Falle der Echtzeitpolitik anhand der Auswertung riesiger Datenbestände könnte sich diese Art der Legitimation von Politik als Scheinevidenz entpuppen. Weitere vertrauensschmälernde Faktoren werden in der Debatte um eine technisch mögliche Überwachung der Bürger\*innen im Zuge der kombinierenden Auswertung verschiedener Datenbestände und die Gefahr von Machtpolarisierung bei der Sammlung und Auswertung der Daten verhandelt. Transparente Berichterstattung, Open Policy Data und das Teilen von Algorithmen und Codes, könnten sich als Erfolgsfaktoren für das Vertrauen in evidenz-informierte Umweltpolitikstile erweisen.

Es ist wichtig, die Mikroprognostik von Foresight zu unterscheiden (Steinmüller et al. 2022). Erstere bezieht sich auf klar definierte Fragestellungen, die mit quantitativen Variablen für kurze Zeithorizonte prognostiziert werden. Foresight befasst sich dagegen mit langfristigen umstrittenen Entwicklungen. Künstliche Intelligenz in seiner heutigen Form ist vor allem für diese Art von Mikroprognostik geeignet (predictive analytics). In Foresight-Prozessen kann KI die

Interaktion von Menschen unterstützen (z. B. durch Chatbots), Rechercheaufgaben ausführen (z. B. Bots, die nach Neuem suchen), Informationen und die Folgen von Veränderungen visualisieren helfen (z. B. Worst Case Szenarios). Ob und inwiefern KI Impulse für Foresight auslösen kann ist derzeit ungewiss. Eine elektronische „Pytia“, die basierend auf Big Data und Deep Learning selbstständig zukunftsbezogene Aussagen und Empfehlungen abgibt, scheint aber nicht in Aussicht zu sein (Zweck und Braun 2021).

### Digitialkompetenz

Die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Wissensgebieten ist eine inter- und transdisziplinäre Tätigkeit, die der Komplexität realer Systeme Rechnung tragen soll. Forschende müssen Kompetenzen zur Algorithmen-basierten Auswertung, Interpretation und Qualitätssicherung erwerben, um dem hybriden Charakter der Datenbestände und ihren Ursprungskontexten gerecht zu werden.

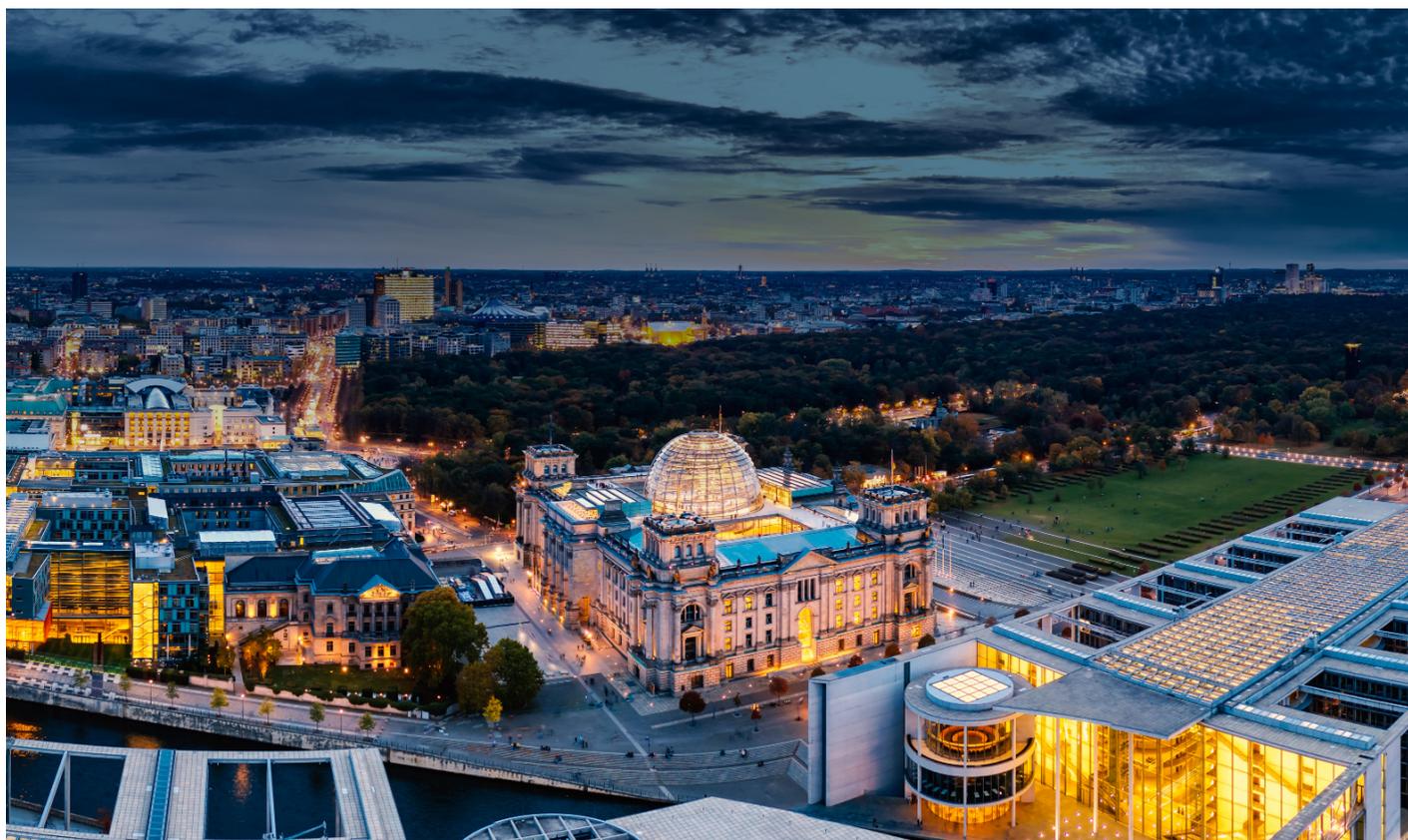
Auch auf Seite der Anwender\*innen der Algorithmen-basierten Auswertungen hybrider Datenbestände müssen Kompetenzen zur Interpretation der Aussagekraft im Hinblick auf Entscheidungsunterstützung erworben werden. Durch die Hybridisierung von Datenbeständen können neue Forschungs- und Politikfelder entstehen.

Auch werden typische Bürger\*innen und Forscher\*innen vermehrt Zugang zu Umweltdaten und Modellen haben. Vermutlich werden Regierungen die verschiedenen Datenkompetenzanforderungen aus diesem Grunde zusammenführen, bündeln, programmatisch aufsetzen und implementieren müssen (Interview 3).

### Mögliche Bedeutung für die Umweltforschung und -governance

Die Möglichkeiten digitaler Evidenz sind ein klassischer Tech-Push mit oftmals mächtigen digitalen Plattformunternehmen im Hintergrund, der eine Gefahr für die deliberative Demokratie werden kann. Im Verhältnis von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit muss klargestellt werden, dass Daten und ihre Interpretation durch die Wissenschaft keine unmittelbaren Handlungsfolgen nach sich ziehen dürfen, sondern lediglich eine Facette von vielen in politischen Aushandlungsprozessen sind.

Dessen ungeachtet ist mit den digitalen Entwicklungen und Machtstrukturen politisch umzugehen.



Die Digitalisierung mit ihren Daten, Algorithmen und Tools wird oft unsichtbar von mächtigen Großunternehmen mit ihren kommerziellen Interessen vorangetrieben. Ein auf digitaler Evidenz basierender Politikstil ist auf die digitalen Werkzeuge und Infrastrukturen von Unternehmen wie Microsoft und Alphabet angewiesen und damit auch auf die darin implantierten Algorithmen und Datengovernance-Bestimmungen.

Die Emerging Issues in Bezug auf durch digitale Evidenz können für die Umweltforschung und -governance auf unterschiedlichen Ebenen Handlungsbedarf anzeigen:

- ▶ In der EU gibt es bereits einige missionsorientierte digitale **Forschungsinfrastrukturen**. Auch für grüne und digitale Transformationen sind langfristige Forschungsinfrastrukturen eine Option, um die Gesamtkosten zu senken und das Lösungspotenzial der Gesellschaft zu erhöhen. Solche Forschungsinfrastrukturen können die Twin Transition beschleunigen und zur evidenzinformierten Politik beitragen. Aus Sicht des Umweltressorts stellt sich die Frage, wie von den vorhandenen Möglichkeiten auf EU-Ebene profitiert werden kann und den Bedarf an langfristigen digitalen Forschungsinfrastrukturen für Deutschland aus Umweltsicht zu klären.
- ▶ Das Umweltressort sollte sich verstärkt mit **epistemischen Fragen** befassen, die sich aus den datengetriebenen Forschungsparadigmen und perspektivisch aus dem Quantencomputing ergeben werden. Hierbei gilt es, die Auswirkungen datengetriebener Forschung auf die Art und Weise, wie Forschungspolitik entwickelt und umgesetzt wird, mit in den Blick zu nehmen. Schließlich begründet die datengetriebene Umweltforschung (Datenintensität, Datensatzvielfalt, Wiederverwendung und Neubestimmung von Daten, etc.) auch eine neue Form der Evidenz, über die das Umweltressort bei politischen Entscheidungen Rechenschaft ablegen muss.
- ▶ Die Umweltforschung ist dabei, die Möglichkeiten digital erzeugten Wissens zu erkennen und fruchtbar zu machen. Gleichwohl bedarf es einer sorgfältigen Würdigung von Aussagekraft und Reichweite digital erzeugten Wissens. Umweltforschung hat die Aufgabe Aufklärung über gesellschaftliche Zusammenhänge und Umweltwirkungen zu leisten



und dazu bedarf es zunehmend auch der **Förderung einer kritischen Digitalkompetenz**. Es ist kritisch zu hinterfragen, ob ein digitaler Mainstream entstehen soll und welche Auswirkungen dies auf Sichtweise und Adressierung von Umweltproblemen hätte. Auch alle anderen relevanten Umweltwissensformen sind ausgewogen zu würdigen und die Pluralität von Wissensformen langfristig sicherzustellen.

- ▶ Die Potenziale von **Datenbeständen in öffentlicher Hand** sollten für die Umweltforschung genutzt werden. Am Anfang steht die Identifizierung von Umweltgovernance-Bereichen, in denen die Effizienz, Effektivität und Qualität von Entscheidungen durch große und hybride Datenbestände unterstützt wird. Hier ergeben sich neue Möglichkeiten, sog. „Datenschätze“ aufzubauen und auszuwerten, indem anonymisierte Daten aus unterschiedlichen Wissenschaftsfeldern zusammengeführt, harmonisiert und für unterschiedliche Dienste auswertbar gemacht werden. Hierbei könnten zukünftig Datentreuhandmodelle eine Rolle spielen. Datentreuhänder sind neutrale Intermediäre, „die einen fairen Ausgleich der Interessen der betei-

ligten Akteure und einen vertrauensvollen Austausch von Daten inklusive des dafür notwendigen Zugangs ermöglichen.“<sup>66</sup>

- ▶ Wichtig wäre die Prüfung verschiedener alternativer und komplementärer Ansätze des **Agenda-Settings für die Umweltpolitik**: z. B. daten-getriebenes Agenda-Setting, digitales partizipatives Agenda-Setting mit Stakeholder-Input (vgl. z. B. sozial-ökologische Forschung) und für Aushandlungsprozesse bezüglich des Ressortforschungsplans.
- ▶ Im **Forschungsmanagement** kann digital erzeugtes Wissen die Aufbereitung des Standes der Forschung unterstützen. Voraussetzung sind die Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Glaubwürdigkeit der Quellen und Prozesse. Dadurch können Forschungslücken und neue Forschungsthemen leichter identifiziert werden. Auch hinsichtlich der Wirkung von Forschungsprojekten und Programmen kann digital erzeugtes Wissen die Evaluierung ergänzen und unterstützen. Die Anwendbarkeit der bisherigen Begutachungskriterien für Forschungsprojekte ist zu prüfen.

66 Datentreuhandmodelle: BMBF Fördernewsletter vom 23.1.2023.

- ▶ Voraussetzung für den Aufbau und die Etablierung eines auf digitaler Evidenz beruhenden Politikstils ist eine geeignete technologische Infrastruktur und der Erwerb von Fertigkeiten und Kompetenzen zum Umgang mit den digitalen Tools zur Entscheidungsunterstützung. Für die Umweltgovernance gilt es, diejenigen Stellen zu identifizieren an denen heute schon und zukünftig „**Entscheider-Cockpits**“ die Entscheidungsfindung auf Basis von Echtzeitauswertungen sinnvoll unterstützen könnten (z. B. das mittlere Management in Umweltbehörden).
- ▶ Entwicklung einer **Umweltdatenkompetenz-Strategie** für verschiedene Akteure im Umweltressort, in der Forschung und für die Bürger\*innen im Allgemeinen. Diese Strategie sollte konkrete Maßnahmen zur Schulung der involvierten Fachleute im Umweltressort umfassen.
- ▶ Für das Umweltressort stellt sich die Frage, welche Tätigkeiten wie durch KI unterstützt werden können (z. B. strategische Vorausschau). Entscheidungsträger\*innen sind selten in der Vorausschau und Entscheidungsfindung geschult, obwohl die Entscheidungsunterstützung und Vorausschausysteme durch KI, Big Data Analytics, Simulationen, kollektive Intelligenzsysteme, partizipative E-Governance-Systeme und ein tieferes Verständnis der psychologischen Einflussfaktoren auf Entscheidungen ständig verbessert werden. Die Herausforderungen und Lösungen sind dabei vorwiegend globaler Natur, die Vorausschau- und Entscheidungsfindungssysteme jedoch nur selten auf globaler Ebene angesiedelt, da globale Governance-Systeme mit der globalen Interdependenz nicht Schritt halten können.
- ▶ Angesichts der Entwicklungsdynamik und plötzlicher Durchbrüche bei der Leistungsfähigkeit digitaler Anwendungen ist eine **fortlaufende und frühe Erkennung der Potenziale neuer digitaler Tools** für die Umweltforschung und -governance zu prüfen.

# 3

## Synthese und Ausblick



### 3 Synthese und Ausblick

Zum Fortschrittsnarrativ der digitalen Gesellschaft gesellt sich zunehmend die Einsicht, im Anthropozän zu leben. Damit rücken die Auswirkungen der digitalen Gesellschaft auf die Umwelt und deren Rückwirkungen auf die digitale Gesellschaft in den Fokus der Umweltforschung und -governance – und verändern zugleich durch digitale Technologien ihre Handlungsspielräume.

In diesem Kontext hat das Horizon Scanning für das Umweltressort zehn Zukunftsthemen identifiziert und ausgearbeitet, die sich in folgenden Fragestellungen zuspitzen lassen:

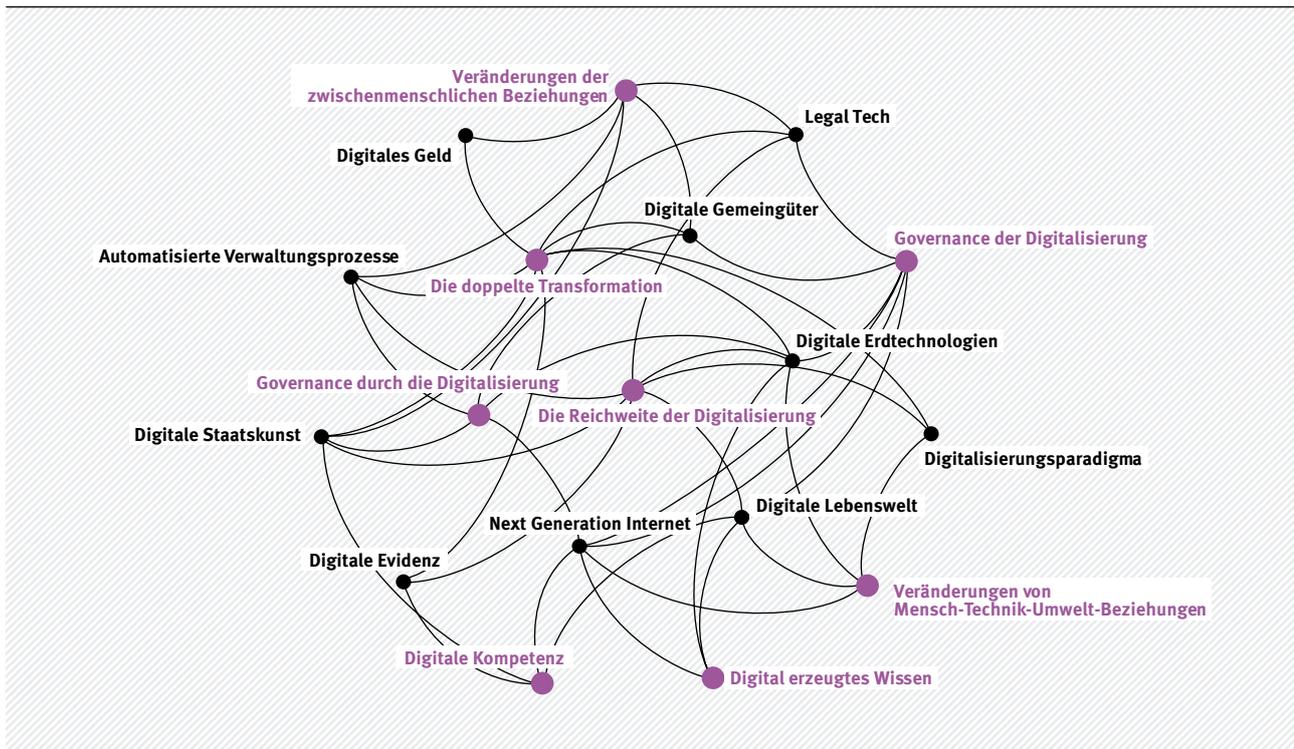
1. Was bedeutet die Digitalisierung als treibende Kraft der Spätmoderne für die Umweltforschung und -governance und wo sind ihre Grenzen?
2. Welche neuen Handlungsspielräume eröffnen digitale Erdtechnologien für die Umweltforschung und -governance im Anthropozän?
3. Wie verändert sich infolge der digitalen Durchdringung der Lebenswelt das Verhältnis von Autonomie und Kontrolle?
4. Wie verändert sich das Leben im Internet der nächsten Generation, insbesondere durch das Metaversum, und welche Implikationen hat das für die Umweltforschung und -governance?
5. Welchen Beitrag kann die digitale Staatskunst zur Revitalisierung der Demokratie und als Katalysator für eine sozial-ökologische Transformation leisten?
6. Bricht mit der fortschreitenden Digitalisierung der Verwaltung auch eine neue Ära der (teil-)automatisierten Verwaltung an?
7. Welche rechtlichen Regulierungstechnologien können eine noch effektivere Umsetzung des Umwelt- und Verbraucherschutzrechts ermöglichen?
8. Welche sinnvollen Einsatzgebiete von digitalen Gemeingütern gibt es für die Umweltforschung und -governance?
9. Welche Bedeutung und Potenziale hat digitales Geld für die Umweltforschung und -governance?
10. Welchen Einfluss hat die Verfügbarkeit und Verarbeitung von Daten, Algorithmen und digitalen Tools auf den Forschungs- und Politikstil?

Es ist der Digitalisierung zu eigen, dass sie bisher unverbundene gesellschaftliche Teilbereiche physisch, informationell und auch strukturell miteinander koppelt, wechselseitige Beziehungen und neue emergente Strukturen unterstützt. Hinter den zehn Zukunftsthemen liegen teilweise dieselben Triebkräfte der Digitalisierung, wie zum Beispiel Schlüsseltechnologien oder die Marktmacht von Plattformunternehmen. So wie die Gesellschaft durch Digitalisierung neu konfiguriert wird, muss sich auch die Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter neu ausrichten. In dem nun folgenden zweiten Teil des Scan-Reports werden übergreifende Emerging Issues einer Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter vorgestellt, die eine erste Orientierung für die mögliche Neuausrichtung bieten.

Zunächst erfolgt eine (1) Synthese in Form einer Synopse gemeinsam geteilter, übergreifender Emerging Issues, gefolgt von (2) einem Ausblick auf die Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter durch die Linse des Drei-Horizonte-Ansatzes. Schließlich werden (3) kommende Aufgaben für das Umweltressort skizziert.

Abbildung 05

**Zukunftsthemen und übergreifende Emerging Issues**



Anmerkungen: violett = Emerging Issue, schwarz = Zukunftsthema.

Quelle: Fraunhofer ISI

**3.1 Übergreifende Emerging Issues einer Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter**

Die Analyse der Zukunftsthemen und ihrer Treiber offenbart eine Reihe von Herausforderungen, mit denen sich die Umweltforschung und -governance über den Forschungszyklus bzw. den Politikzyklus (vgl. Abbildung 02) zukünftig verstärkt auseinandersetzen muss, den sogenannten übergreifenden Emerging Issues. Diese Herausforderungen könnten in einem nachfolgenden Prozess im Umweltressort weiter ausbuchstabiert werden. Erste Anknüpfungspunkte sind in diesem Kapitel vorgestellt.

*Digital erzeugtes Wissen*

Immer mehr Wissen über die Umwelt wird über digitale Schnittstellen erzeugt und damit die Wissensbasis der Umweltforschung und -governance verändert. Hauptquellen werden digitale Erdtechnologien und die digitale Lebenswelt sein – vermittelt über das Internet der nächsten Generation. Datengetriebene, KI-basierte Hypothesen, faktisch kaum reproduzierbare Datenverarbeitung und Verfahren zur Darstellung von Informationen prägen zunehmend die

Wahrnehmung der Umwelt und Wissensgenerierung in Forschung und Governance. Eine zentrale Aufgabe ist daher die kritische Reflexion und Integration des digital erzeugten Wissens in den heutigen Wissensbestand. Ein aktuelles Beispiel ist die Diskussion der Qualität von ChatGPT-erzeugten Aussagen.

Das Internet der nächsten Generation wird möglicherweise bisher schon existierende virtuelle Räume nahtlos miteinander verbinden und Daten über physische Räume und Artefakte als erweiterte Realität (Augmented Reality) integrieren. Digitale Tools übersetzen Daten in modellhafte Strukturen und sinnbehafteten Inhalt, der die Interaktion der Menschen untereinander und mit Maschinen stimulieren kann.

Digitale Erdtechnologien umspannen den ganzen Planeten und durchdringen die verschiedenen Ökosysteme auf der Erde. Schnittstellen zu biologischen und kognitiven Prozessen von Menschen, Tieren und Pflanzen ermöglichen den Datenaustausch. Die Kombination von Erkenntnissen aus tiefem Eindringen und breiter Abdeckung der Erde durch digitale Technologien schafft möglicherweise die Voraussetzung

für einen digitalen Zwilling der Erde, mit dem sich die Folgen von Veränderungen und von gezielten Interventionen abschätzen lassen.

Die Durchdringung der Lebenswelt mit digitalen Technologien eröffnet bisher für unmöglich gehaltene Einblicke in sehr konkrete Alltagspraktiken. Über die Generierung von Daten hinaus verändert die digitale Durchdringung der Lebenswelt die Beziehungen der Menschen zur Technik. Das reicht von zweckrationalen über para-soziale bis hin zu distanzlosen Beziehungen als Verschmelzung von Menschen mit digitaler Technik.

Aus der Digitalisierung der Umweltwahrnehmung ergibt sich damit eine Wissens-, eine Beziehungs- und eine Handlungsdimension. Digital erzeugte und verarbeitete Information vermag als digitale Evidenz zur Legitimierung von Handlungen eingesetzt werden. Information über digitale Gemeingüter sowie Bedarfe, Handlungen und Positionen von Akteuren wird zunehmend mit Hilfe digitaler Tools generiert und bereitet damit den Boden für die Legitimierung eines evidenzbasierten Politikstils. Damit wird die Sichtbarmachung von Normativität in Entscheidungsprozessen und Handlungen eine wesentliche Gestaltungsaufgabe.

### *Digitale Kompetenz*

Die Digitale Lebenswelt und das Internet der nächsten Generation verändern die Anforderungen an Nutzungskompetenz für digitale Technologien im Alltag. Digitale Kompetenz heißt zukünftig auch, die dauerhaft präsenten Assistenzangebote von digitalen Technologien zu erkennen, sich von digitalen Techniken zu distanzieren und sein analoges Leben vor dem Digitalen schützen zu können. Der Erwerb digitaler Kompetenzen stößt auf kognitive Grenzen und limitierte Ressourcen, insbesondere, wenn digitale Systeme an Handlungsautonomie gewinnen.

Im Beruf verlangt die Digitalisierung von den Beschäftigten die Ausbildung von Datenkompetenz, digitaler Kommunikationskompetenz, technischer Expertise, der gezielten Nutzung digitaler Tools für berufliche Zwecke und zur Selbstreflexion und -stimulation, wie dies erste Erfahrungen im Umgang mit ChatGPT nahelegen. Insbesondere die digitale Staatskunst, die (Teil-)Automatisierung von Verwaltungsprozessen und Legal Tech verlangen umfassende Fertigkeiten

der Beschäftigten im sorgsamem Umgang mit digitaler Technik.

Auch werden digitale Kompetenzen benötigt, die Menschen zu einer digitalen Teilhabe am öffentlichen Leben und an gemeinwohlorientierten Aktivitäten befähigen und über die Fähigkeiten der effektiven Nutzung weit hinausgehen. Vielmehr geht es um eine Literacy, die hinter den Technologien stehenden Logiken und Interessen zu erkennen und zu reflektieren. Hierzu zählt auch die kritische Reflexion der Einordnung von digital erzeugtem Wissen.

### *Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen*

Das Digitalisierungsparadigma als Treiber der spät-modernen Gesellschaft verändert unser Verhältnis zu unseren Mitmenschen und zu unserer Umwelt im Anthropozän. Das Verhältnis zur Umwelt wird weiter mediatisiert und damit „künstlicher“.

Digitale Erdtechnologien ermöglichen einen Blick von außen auf die Erde und nähren damit die Vorstellung einer grundsätzlichen Erfassbarkeit der Zustände und Prozesse auf der Erde und von deren Gestaltbarkeit. Wenn Daten der digitalen Erdtechnologien über Schnittstellen mit kognitiven Systemen von Lebewesen verknüpft werden, eröffnet sich gleichzeitig ein weiteres Fenster unmittelbarer (nicht-mediatisierter) Erfahrung. Daraus ergeben sich neue anthropologische und philosophische Fragestellungen zur Mensch-Umwelt-Beziehung.

Mit den Potenzialen der Entlastung im Alltag durch digitale Assistenz geht auch immer das Risiko des Kontrollverlusts und der Aufgabe von Autonomie einher, bis hin zur Übertragung von Entscheidungsmacht an Systeme oder Organisationen.

Im Extremfall könnte die digital vermittelte Wahrnehmung der Welt und Verschränkung digitaler und biophysischer Systeme soweit gehen, dass es keine nicht-digitalen Räume und damit auch keine Wildnis mehr gibt – und die analoge Welt stünde dann auch nicht mehr als alternative Erfahrungswelt zur Verfügung.

### *Veränderungen der zwischenmenschlichen Beziehungen*

Die sich verändernden Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen verändern auch die zwischenmenschlichen Beziehungen, insbesondere, wenn Menschen ihre Fähigkeiten durch digitale Technologien erweitern oder wenn Maschinen oder Roboter zunehmend menschenähnliche Eigenschaften bekommen.

Wir neigen dazu, digitale Gefährten zu anthropomorphisieren, das heißt, sie so zu behandeln als ob sie Menschen wären. Unser Gegenüber in Kommunikationen könnte digital enhanced sein (ohne oder mit unserem Wissen) und damit eine vermutete oder verunsichernde Asymmetrie hinsichtlich der kommunikativen und kognitiven Möglichkeiten bewirken.

Die Immersion in virtuelle Welten lässt uns mit Simulationen von Menschen wie zum Beispiel Avataren kommunizieren. Die intuitive Ausgestaltung dieser Interaktionen in der virtuellen Welt und Belohnungssysteme über die wir in zwischenmenschlichen Beziehungen nicht verfügen, könnten dazu führen, dass wir mittelfristig Interaktionen in der virtuellen Welt denen in der physischen Welt vorziehen. Wenn wir parasoziale Beziehungen zu Robotern aufbauen, vermag dies unsere Bemühungen zwischenmenschliche Beziehungen aufzubauen mindern. Dies hätte wesentliche Auswirkungen auf die Angestellten im Umweltressort und die Menschen in der Gesellschaft, für die Umweltpolitik gemacht wird.

Migriert die Arbeitswelt ins Metaversum, einschließlich Forschungszusammenarbeit und politischer Arbeit, so verändern sich auch unsere Beziehungen zu Kolleg\*innen und externen Kooperationspartner\*innen. Es ist denkbar, dass es im Metaversum spezifische Mechanismen und Codes geben könnte, die Vertrauen zwischen virtuell interagierenden Akteuren fördern.

Digitale Gemeingüter und digitales Geld können je nach Ausgestaltung unsere Vorstellung von Besitz und den dahinter stehenden Anbieter beziehungsweise Besitzer\*innen verändern. Neuartige Anreizsysteme vermögen neuartige Interaktionen in Wirtschaft und Gesellschaft hervorrufen, die wiederum auf die Beziehungen der involvierten Akteure zurückwirken.

Cybernetic Citizenship als Element der digitalen Staatskunst, (Teil-)Automatisierung von Verwaltungsprozessen und Legal Tech verändern das Verhältnis von Bürger\*innen zum Staat mit seinen Einrichtungen. Jenseits der Inanspruchnahme von konkreten verbesserten Services und den Gefahren, die mit dieser Digitalisierung einhergehen können, entsteht ein neues technisches Regime, das Bürger\*innen verschieden wahrnehmen werden.

### *Governance der Digitalisierung (Governance of Digitalisation)*

Die Digitalisierung im Umweltressort und in anderen staatlichen Institutionen erfordert angemessene Formen der Governance dieses Digitalisierungsprozesses. Grundsätzlich lassen sich bei der Governance der Digitalisierung die Strategien Laissez-faire, das Vorsorgeprinzip (precautionary principle) und Anwaltschaft (stewardship) unterscheiden. Darüber hinaus verlangt die Dynamik der Digitalisierung eine flexible und adaptive Governance (Linkov et al. 2018).

Die Einführung und Anwendung digitaler Technologien im Umweltressort beinhaltet den Aufbau bzw. Ausbau der digitalen Infrastruktur (inkl. Hardware, Software) mit allen bereits bekannten Herausforderungen (Interoperabilität, Redundanz, Cybersecurity, Diversifikation, Flexibilität, etc.). Dabei werden perspektivisch auch umstrittenere Anwendungen zu regeln sein, wie zum Beispiel biometrische Überwachungssysteme sowie die Öffnung von Umweltforschung und -governance in Bezug auf Daten und Wissen. Hierbei sollte das Vorsorgeprinzip handlungsleitend für die Ausgestaltung bleiben. Die Möglichkeiten der Umsetzung des Vorsorgeprinzips bei neu aufkommenden Herausforderungen digitaler Umweltforschung und -governance sollte frühzeitig vertiefend analysiert werden, z. B. im Hinblick auf Datenschutzerfordernungen. Die Aufgabenbereiche und technische Ausstattung der IT-Abteilungen müsste entsprechend erweitert werden, um Lösungen für die konforme Nutzung von IT-Funktionalitäten zu finden. Ein besonderer Lösungsansatz ist das Stewardship für digitale Gemeingüter (vgl. Kapitel 2.7).

Die Governance digitaler Technologie weist die Besonderheit auf, dass viele digitale Anwendungen zum Beispiel im Bereich von Big Data und KI von mächtigen global agierenden Unternehmen entwickelt, verkauft und kontrolliert werden. Einzelne Länder oder gar subnationale Regierungseinheiten sind in der

Governance of Digitalisation meist nicht in der Lage, Regulierungen durchzusetzen, weshalb auf der Ebene von supranationalen Organisationen wie der EU und Standardisierungseinrichtungen agiert wird. Die Einflussnahmemöglichkeiten von Umweltressorts auf die Governance der Digitalisierung sind begrenzt (z. B. Metaversum), aber bei digitalen Anwendungen, die den Kern ihrer Mission unmittelbar betreffen (z. B. Umweltdatengovernance mit Gemeingüterkomponente), sind größere Handlungsspielräume zu erkennen und notfalls zu erstreiten.

Besonders hohe Anforderungen an die Governance of Digitalisation liegen im Fall von Legal Tech zum Vollzug des Umweltrechts vor. Neben der Wirtschaftlichkeit ist insbesondere auf die Rechtssicherheit von Legal Tech beispielsweise bei digitalen Monitoringsystemen zu achten. Auch sind mögliche unbeabsichtigte Nebenwirkungen von Legal Tech, wie zum Beispiel Diskriminierungen, in den Blick zu nehmen.

#### *Governance durch die Digitalisierung (Governance by Digitalisation)*

Digitale Technik wird zunehmend als regulierende Praxis eingesetzt, insbesondere auch um der Komplexität der Lebensverhältnisse in modernen Gesellschaften gerecht zu werden. In digitalen Erdtechnologien, in digitalisierter Lebenswelt und im Metaversum sind erkenntnisgenerierende und verhaltensleitende Handlungen bereits angelegt beziehungsweise eingeschrieben. Hierbei sollten Interessen der beteiligten Akteure berücksichtigt werden, von Technikentwicklern, -anbietern und -nutzern sowie dritten Parteien. Unter Anwendung des Vorsorgeprinzips müssen unbeabsichtigte Nebenwirkungen frühzeitig identifiziert und adressiert werden.

Auf der anderen Seite gibt es einen Diskurs über Postdemokratie und die Notwendigkeit einer Revitalisierung der Demokratie. Eine digital betriebene Umweltgovernance sollte im Einklang stehen mit der Revitalisierung der Demokratie. Digitale Umweltgovernance muss sich der Maßgabe stellen, eine faktenbasierte und ethisch vertretbare Meinungs- und Willensbildung zu ermöglichen und das Engagement und die Mitwirkung der Öffentlichkeit zu gewährleisten.

Governance by Digitalisation durch den Staat bedeutet also, die angelegten und eingeschriebenen erkenntnisgenerierenden und verhaltensleitenden Handlungen so auszurichten, dass sie in erster Linie den übergeordneten eigenen Zielsetzungen dienen. Die Einbindung von Bürger\*innen im Rahmen digitaler Staatskunst muss nach anderen Grundsätzen als denen von kommerziellen Social Media Plattformen erfolgen. Das Verhältnis von Bürger\*innen und Verwaltung ändert sich im Zuge der (Teil-)Automatisierung. Die (Teil-)Automatisierung der Verwaltung mit seinen besonderen Anforderungen an das Verhältnis von Bürger\*innen und Verwaltung unterscheidet sich in Teilbereichen vom automatisierten Management in Unternehmen. Legal Tech zum Vollzug des Umweltrechts bedarf einer besonders sorgfältigen Ausrichtung auf die entsprechenden Ziele dieses Umweltrechts unter Berücksichtigung von allgemeinen Rechtsgrundsätzen, wie dem der Verhältnismäßigkeit. Für das Umweltressort gilt es zu klären, welche Rolle digitale Technologieunternehmen in der Grundversorgung (z. B. Zugang zu naturnahen Habitaten) und der Daseinsvorsorge (z. B. Wasserversorgung) übernehmen könnten und sollten.

Eine Erdsystemgovernance mittels digitaler Erdtechnologien wirft zahlreiche Fragen hinsichtlich der Finanzierung, des Zugangs, der Legitimität und weiterer Aspekte auf. Auch wenn dieser Modus von Governance by Digitalisation kritisch gesehen wird, so kann er doch durch die militärisch getriebene Verbreitung von digitalen Erdtechnologien getrieben werden. Die Steuerung des gesellschaftlichen Stoffwechsels steht dann nicht im Vordergrund oder wird als Mittel der Kriegsführung oder zur Verbesserung der Sicherheit gezielt eingesetzt. Die Kontrolle digitaler Erdtechnologien für den exklusiven Dual Use Einsatz für Nachhaltigkeitstransformationen ist deshalb zwingend notwendig.

#### *Die Doppelte Transformation (Twin Transition)*

Die zehn Zukunftsthemen der Digitalisierung stellen wichtige Einflussfaktoren für gesellschaftliche Transformationen dar. Sie prägen die Art und Weise wie wir zukünftig leben (Digitalisierung der Lebenswelt, Metaversum), wie wir wirtschaften (digitale Gemeingüter, digitales Geld), wie wir forschen (digitale Erdtechnologien, digitale Evidenz) oder wie wir öffentlich handeln werden (digitale Staatskunst, (teil-) automatisierte Verwaltung, Legal Tech). Zugleich zeigen die Zukunftsthemen auf, wie eng die digitale

Transformation mit der Nachhaltigkeitstransformation gekoppelt ist – und dass das eine nicht ohne das andere umgesetzt werden kann. Es geht daher um die Twin Transition, die einen Lösungsraum für eine gleichzeitig digitale und nachhaltige Transformation aufspannt.

Von besonderer Bedeutung scheint, dass die digitalen Zukunftsthemen – jenseits aller berechtigten Anforderungen an die Gestaltung, Diskussion der Risiken und Vermeidung von Gefahren – als die nachhaltige Transformation ermöglichend gedacht und ausgestaltet werden. Exemplarisch seien hier die Erdsystemgovernance mit Hilfe digitaler Erdtechnologien, digitale Gemeinschaftsgüter und digitales Geld zur Erprobung alternativer Ökonomien und die Nutzung von Legal Tech zur Neukonfiguration des Rechts für Nachhaltigkeitstransformationen genannt.

Digitalisierung kann in Teilbereichen oder seiner Wesensart nach auch als Hemmnis für Transformationen gedeutet werden. Ein solches, der Twin Transition entgegengesetztes Narrativ, müsste auf ein solides wissenschaftliches und partizipativ erarbeitetes Fundament gestellt werden. Bei fortgesetztem Scheitern des Twin Transition Narratives könnte dies aber eine Notwendigkeit sein, um den gesellschaftlichen Fokus auf Nachhaltigkeitstransformation neu zu justieren und wirksamer zu fokussieren.

### *Die Reichweite der Digitalisierung*

Die Digitalisierung schreitet als Megatrend und auch als Paradigma für Umweltforschung und -governance voran. Hinsichtlich ihrer Verbreitung und Ausgestaltung sind zwei Einsatzgebiete voneinander zu unterscheiden: die stoffliche Durchdringung der Welt und die staatliche Governance.

Aus Umweltsicht gilt es, die Digitalisierung der Welt (insbesondere digitale Erdtechnologien, Durchdringung der Lebenswelt, Metaversum) mit ihren direkten, indirekten und systemischen Effekten unter die Lupe zu nehmen. Darauf aufbauend können Gestaltungsaufträge für die Umweltforschung und -governance formuliert werden, die auch Grenzen der Reichweite aus Umweltsicht beinhalten können. Beispiele hierfür sind die Rückgewinnbarkeit von Materialien und aus Umweltsicht negative indirekte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Umwelt wie zum Beispiel die Beschleunigung des Konsums im Metaversum.

An staatliches Handeln werden von Bürger\*innen oft besonders hohe Maßstäbe gesetzt. Insbesondere bei der Erzeugung digitaler Evidenz ist darauf zu achten, inwiefern Beteiligung wirksam ermöglicht und Normativität explizit gemacht wird. Können diese Maßstäbe durch Governance of Digitalisation nicht angemessen adressiert werden, so wird die Reichweite der Digitalisierung dadurch beschränkt.

Die Bestimmung der Reichweite der Digitalisierung in einer demokratischen Gesellschaft bedarf neben der Mitwirkung aller Personengruppen mit berechtigten Interessen auch ethischer Expertise und Abwägungsprozesse, wie sie beispielsweise der Deutsche Ethikrat bereitstellt. Hierbei gilt es, die mitweltethische Perspektive sicherzustellen und auf sprachliche und faktisch-materielle Marginalisierung von Umweltaspekten hinzuweisen.

### 3.2 Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter durch die Linse des Drei-Horizonte-Modells

Das Drei-Horizonte-Modell (Curry und Hudson 2008) fragt nach dem zeitlichen Verlauf der Passfähigkeit von drei Horizonten zur Welt wie sie ist. In Bezug auf die Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter können die drei Horizonte wie folgt gedeutet werden:

- ▶ **Horizont 1** beschreibt die Umweltforschung und -governance, die nicht oder bislang kaum (z. B. Intranet und UFORDAT) digitalisiert ist. Ihre Passfähigkeit mit der Welt wie sie ist nimmt im Laufe der Zeit weiter ab.
- ▶ **Horizont 3** beschreibt die aus der Entwicklung der Zukunftsthemen resultierenden Emerging Issues. Dies sind Fragen und Themen, die eine zunehmend bessere Passfähigkeit zur Welt wie sie ist, aufweisen (z. B. immer verblüffendere digitale Tools, Anstieg von Digitalkompetenz in der Gesellschaft).

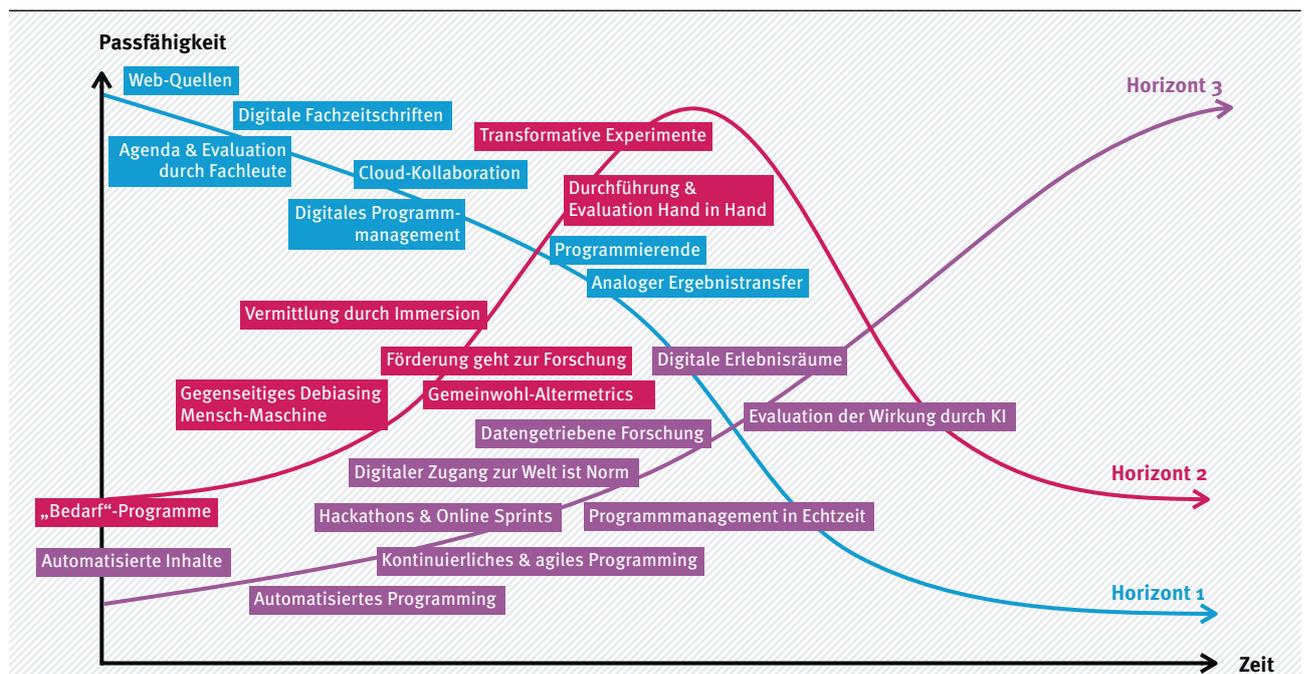
- ▶ **Horizont 2** beschreibt mögliche Transformationen von Umweltforschung und -governance, die mittelfristig eine optimale Passfähigkeit zur Welt wie sie ist haben könnten (z. B. Twin Transition in der Umweltverwaltung, Legal Tech zur Schaffung eines ermöglichenden Rechtsrahmens für Transformationen).

Im Drei-Horizonte-Modell werden für die Umweltforschung und -governance jeweils separat digitale Entwicklungen aufgetragen, die sich über die Zeit ändern und eine unterschiedliche Passfähigkeit zur Welt wie sie ist aufweisen. Die Kollisionszone, also der Zeitraum, in dem sich die Positionen der Horizonte hinsichtlich ihrer Passfähigkeit ändern, kann aus heutiger Sicht mit etwa fünf bis 15 Jahren geschätzt werden.

Die folgenden Ausführungen sind nicht als Prognosen zu verstehen. Es handelt sich vielmehr um illustrative plausible Annahmen, wie sich die drei Horizonte für Umweltforschung bzw. -governance zukünftig entwickeln könnten.

Abbildung o6

#### Umweltforschung im digitalen Zeitalter – schematisch dargestellt im Drei-Horizonte-Modell



Anmerkungen: auf den drei Horizonten sind verschiedene die Umweltforschung beeinflussende digitale Entwicklungen im Hinblick auf ihre Passfähigkeit, wie die Welt ist, aufgetragen; blau: Horizont 1 – heute etablierte Praktiken, violett: Horizont 3 – neu aufkommende Praktiken, rot: Horizont 2 – transformative Praktiken.

Quelle: Fraunhofer ISI

Die **Forschung**, insbesondere die Umweltforschung, ist heute bereits einer der am weitesten digitalisierten Bereiche der Gesellschaft (**Horizont 1**):

- ▶ Forschungsprojekte werden initiiert, indem der Stand der Forschung aus aktuellen, oft nur digital vorliegenden Quellen (u. a. aus dem Web of Science, Forschungsdatenbanken) synthetisiert wird und – zunehmend mit Hilfe digitaler Kollaborationstools – in Forschungsideen und konkrete Forschungsprojekte überführt wird. Insbesondere die Umweltforschung ist in großen Teilen sehr datenintensiv und bedarf deshalb der Unterstützung durch algorithmenbasierte Analysen und Aufbereitungen, die meist von Programmierer\*innen durchgeführt werden. Die Nutzung von Cloud-Services zum simultanen Bearbeiten von Forschungsdokumenten und zur Kommunikation zwischen Projektbeteiligten ist inzwischen die Norm. Umweltforschungsprojekte sind zunehmend als Transformationsforschungsprojekte angelegt, die eine Einbindung verschiedener gesellschaftlicher Akteursgruppen, oft unterstützt durch digitale Kollaborationstools, ermöglichen. Über Umweltforschungsprojekte wird immer mehr multimedial insbesondere aber digital kommuniziert. Die Veröffentlichung von Forschungsprojekten erfolgt meist über digitale Fachzeitschriften, die auch Hintergrundinformationen zu Fachartikeln und Rohdatensätze publizieren. Der Transfer von Ergebnissen aus Forschungsprojekten in die Praxis erfordert in der Regel Kollaborationen, die nur im Falle digitaler Innovationen eine umfangreiche digitale Komponente aufweisen.
- ▶ Forschungsprogramme werden meist über administrative Prozesse innerhalb der forschungsfördernden Einrichtungen generiert, die auf das Fachwissen und die Einschätzungen des Forschungsbedarfs durch interne und externe Fachleute zurückgreifen. Die digitale Einbindung von Stakeholdern in die Forschungsprogrammgestaltung ist in der Umweltforschung die Ausnahme. Zu diesen Ausnahmen zählte der Agendasetting-Prozess der sozialökologischen Forschung. Forschungsprojekte werden durch den Fördermittelgeber beziehungsweise durch Projektträger mit Hilfe digitaler Projektmanagementtools abgewickelt. Auf Seiten der Forschungsinstitute wird das Projektmanagement ebenfalls zunehmend durch Software und Datenbanken unterstützt.

Die Evaluation von Forschungsprojekten und Forschungsprogrammen erfolgt heute meistens händisch anhand von definierten Kategorien bzw. es werden eigenständige Evaluierungsprojekte (ex post, begleitend) angelegt.

Im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung der Welt sinkt zukünftig die Passfähigkeit der jetzigen Praxis der Initiierung, Durchführung und Verwertung von Forschungsprojekten sowie der Programmierung, Administration und Evaluation von Forschungsprogrammen im Zeitverlauf.

Am Horizont tauchen digitale Umweltforschungspraktiken auf, die sowohl auf Forschungsprojekt- als auch auf Förderprogrammebene die digitale Durchdringung der Welt aufgreifen (**Horizont 3**):

- ▶ Es gibt erste Forschungsprojekte, die über die automatisierte Erschließung von Inhalten aus dem Internet initiiert werden. Hierzu zählen das Data Mining und Text Mining aus wissenschaftlichen Quellen ebenso wie die Nutzung von Wissenssystemen und Chatbots (u. a. Sprachmodelle wie ChatGPT). Forschungshypothesen werden zunehmend daten- statt theoriegetrieben gewonnen, wobei die Verwertungsversprechen der zu erwartenden Forschungsergebnisse mit der Datenfundierung begründet werden. Formate wie digitale Massenhackatons und Online-Research-Sprints nutzen die aktuellsten digitalen Kollaborationstools, um breitere Akteursgruppen einzubinden und schnellere Ergebnisse – bis hin zu in Echtzeit – zu erzielen. Digitale Erdtechnologien, das Internet der nächsten Generation und die digitale Durchdringung der Lebenswelt schaffen neue digital vermittelte Zugänge für die Umwelt- und Transformationsforschung. Angesichts der ungelösten großen Herausforderungen scheint eine Nutzung dieser neuen Möglichkeiten sinnvoll zu sein. Die Reflexion der epistemischen Qualität digitaler Forschungslogiken wird sich als Gestaltungsaufgabe herauskristalisieren müssen. Forschungsprojekte werden zunehmend nicht nur als Fachpublikationen und in Form von innovativen Markteinführungen verwertet, sondern auch durch digitale Erlebnisräume und multimediales Storytelling, das sich digitaler künstlerischer und spielerischer Darstellungsformen bedient.

- ▶ Auch auf Seiten der Forschungsförderung gibt es Ansätze, die automatisierten Verfahren zur Identifizierung und Formulierung des Standes der Forschung und des Forschungsbedarfs einzusetzen. Hierbei können auch relevante, im konkreteren Design von Ausschreibungen zu beteiligende Akteursgruppen hervortreten. Die heute noch als Stakeholder-Konsultationen bekannten Formate könnten deutlich agileren, kontinuierlicheren Formaten weichen, die automatisiert die digitale Welt ergründen und responsiv auf Bedarfe reagieren. Das Forschungsprogramm-Management vermag KI-unterstützt zukünftig nahezu in Echtzeit ein Auseinanderdriften von Forschungsförderungsanspruch und -realität erkennen und mittels Entscheider-Cockpits Chancen und Risiken im Forschungsförderungsverlauf erkennen und entsprechende korrektive Entscheidungen unterstützen. Die Evaluation von Forschungsprogrammen kann sich zukünftig stärker auf KI-gestützte Analyse der digital erzeugten Öffentlichkeitswirkung von darin enthaltenen Forschungsprojekten stützen.

Die Passfähigkeit der neu aufkommenden digitalen Forschungspraktiken zur Welt ist im Großen und Ganzen zunächst gering (Horizont 3) und steigt erst mittelfristig über das Niveau der abnehmenden Passfähigkeit der etablierten Forschungspraktiken (Horizont 1).

Die Umweltforschung nimmt die digitalen Veränderungen in der Forschung und in ihrem Umfeld wahr und positioniert sich dazu (**Horizont 2**):

- ▶ Forschungsprojekte werden initiiert, indem die Biases von Menschen in der Forschung mithilfe von KI identifiziert und reflektiert werden. Die Biases von KI wiederum werden durch den Menschen identifiziert und reflektiert. Dieser reflexive und dialogische Erkenntnisgewinnungsprozess prägt auch die Durchführung zukünftiger Forschungsprojekte im Anthropozän, in der eine von digitalen Technologien durchdrungene und durch menschlich veränderten Stoffwechsel geprägte Welt auf die Menschen zurückwirkt. Für die Durchführung solcherlei gelagerter Forschungsprojekte bedarf es Code of Conducts, die Regeln für den Umgang mit digitalen Daten, Algorithmen und Tools spezifizieren. Forschungsprojekte sind durch die digitale Schnittstelle zur Welt experimentell

und transformativ in die Welt eingebettet. Durch diese Einbettung und die digitale Vernetzung der Welt können Forschungsprojekte kurzfristig breitenwirksam werden. Die Publikation von Datensätzen, Algorithmen und Tools, die sich am Gemeinwohl im Anthropozän orientieren, sollte so gestaltet werden, dass sie zum Schlüsselfaktor für erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit wird. Die breitere Vermittlung von Transformationen kann sich auf die Ausweitung der Infrastruktur für immersive Welten stützen und bedarf einer entsprechenden Ausgestaltung durch die Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung.

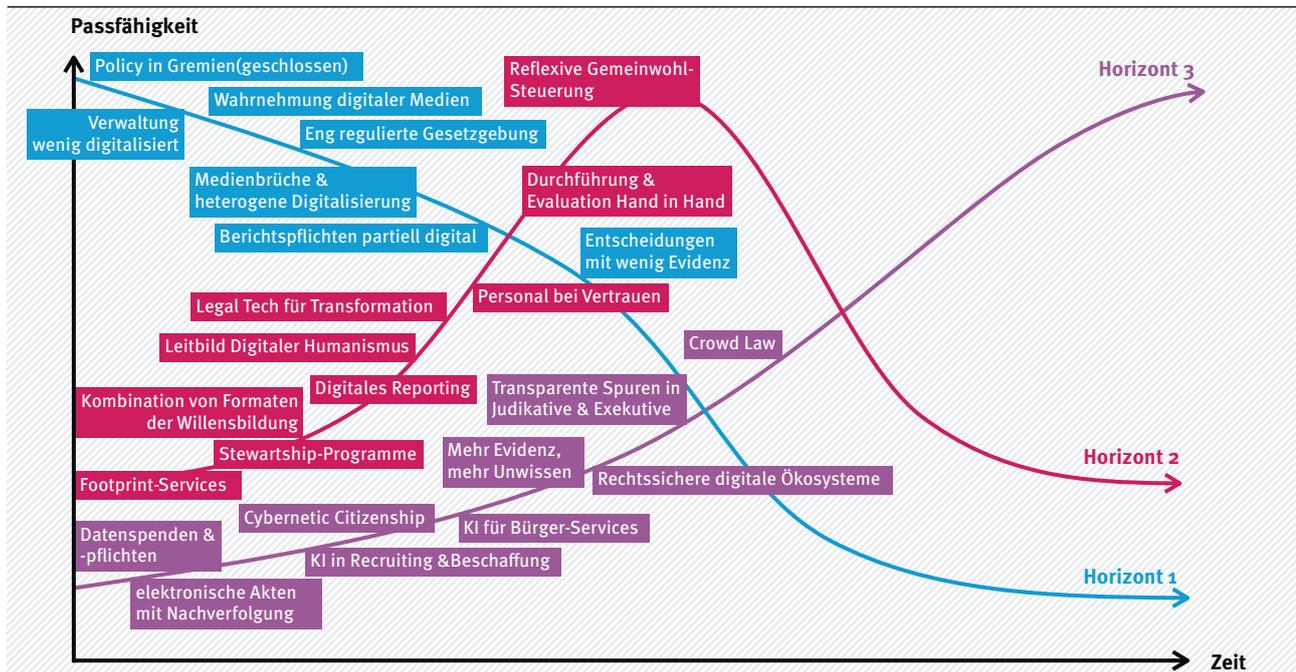
- ▶ Forschungsfördernde Einrichtungen werden die Forschungsförderung stärker an den Bedarfen nach realweltlicher Veränderung und am Leitbild des digitalen Humanismus ausrichten. Dies betrifft nicht nur die anwendungsorientierte Forschung, sondern auch die Grundlagenforschung zum Forschen in digitalen Logiken im Anthropozän. Hierzu könnten weiterhin Förderprogramme dienen. Die Forschungsförderung könnte jedoch auch beweglich sein und dorthin gehen, wo sich Verbindungen von realweltlichem Änderungsbedarf und Forschungskompetenzen herauskristallisieren (z. B. offene Forschungsplattformen). Die Einbettung der Forschung in die reale Welt ist eine von mehreren Voraussetzungen für die Erfassung der Forschungseffekte in Echtzeit. Die Durchführung und Evaluierung von Umweltforschungsförderung gehen damit im digital durchdrungenen Anthropozän Hand in Hand.

Die Umweltforschung führt ihre bewährten Aktivitäten fort und nimmt gleichzeitig die neu aufkommenden Entwicklungen frühzeitig wahr. Damit passt sie zwar kurzfristig möglicherweise schlechter zur Welt wie sie ist als die bisherige Umweltforschung, aber mit zunehmender Wirksamkeit des reflexiven Aufgreifens neu aufkommender digitaler Umweltforschungspraktiken hat sie mittelfristig die höchste Passfähigkeit (Horizont 2) aller möglichen Umweltforschungswelten.

In der Kollisionszone der drei Horizonte für die Umweltforschung im digitalen Zeitalter werden Fragen des digital erzeugten Wissens, der digitalen Kompetenz, der Veränderung von Mensch-Technik-Umweltbeziehungen, der Veränderung von Beziehungen zwischen Menschen/Akteuren, der Governance der

Abbildung 07

**Umweltgovernance im digitalen Zeitalter – schematisch dargestellt im Drei-Horizonte-Modell**



Anmerkungen: auf den drei Horizonten sind verschiedene die Umweltgovernance beeinflussende digitale Entwicklungen im Hinblick auf ihre Passfähigkeit, wie die Welt ist, aufgetragen; blau: Horizont 1 – heute etablierte Praktiken, violett: Horizont 3 – neu aufkommende Praktiken, rot: Horizont 2 – transformative Praktiken.

Quelle: Fraunhofer ISI

Digitalisierung und der Governance durch Digitalisierung, der doppelten Transformation und der Reichweite der Digitalisierung an Intensität zunehmen (vgl. Kapitel 3.1 Emerging Issues).

Die **Governance**, auch die Umweltgovernance, zählt heute zu den vergleichsweise wenig digitalisierten Bereichen der Gesellschaft (**Horizont 1**).

- ▶ Das Design von Politik, einschließlich der Umweltpolitik, und ihre rechtswirksame Kodifizierung basiert auf etablierten Prozessen mit seinen definierten Gremien, Anhörungen und Gesetzesinitiativen, Ausschusssitzungen und Kabinettsrunden ebenso wie den geschlossenen Sitzungen mit Interessenvertretungen aus Wirtschaft und – in geringerem Maße – auch Zivilgesellschaft und Forschung. Zwar wird die zunehmend digital vermittelte Meinungsbildung wahrgenommen, aber eine eigenständige digital vermittelte Willensbildung ist derzeit kein fester Bestandteil von umweltpolitischen Willensbildungsprozessen.

Gesetzgeberische Prozesse sind so angelegt, dass sie offen für normative Aushandlungen legitimer politischer Akteure mit ihren unterschiedlichen Zielsetzungen innerhalb der verfassungsmäßigen Grenzen sind. Entscheidungen mit partieller Evidenz über die vermeintlichen Wirkungen, aber großer Unwissenheit sind die Norm. Digitale Tools zur Unterstützung der Kollaboration von Ressorts und Stakeholdern spielen derzeit nur eine begrenzte Rolle.

- ▶ Die Verwaltungen, einschließlich die Umweltverwaltungen, sind bislang nur in geringem Ausmaß digitalisiert. Papierakten, Datenbanken, Austausch über Email und zahlreiche Medienbrüche sind charakteristisch für die vorherrschende Verwaltungspraxis in den meisten Umweltbehörden. Die große Zahl der Umweltbehörden ist auf kommunaler Ebene angesiedelt und verfügt über ein sehr heterogenes Niveau an digitaler Ausstattung und Services. Die Ausweitung des Angebotes an digitalen Bürger\*innen-Services über ein Portal aus

einer Hand unterliegt einem Monitoring.<sup>67</sup> Der Vollzug des Umweltrechts erfolgt zumeist über Berichtspflichten beispielsweise von Unternehmen, die nur partiell auf digitale Eingabeformate zurückgreifen können.

Im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung der Welt sinkt zukünftig die Passfähigkeit der jetzigen Praxis des Politik-Designs, der Politikprozesse und der Kodifizierung von Recht sowie des Designs digitaler Behördenanwendungen, der Verwaltungsprozesse und des Vollzugs von Umweltrecht im Zeitverlauf.

Am Horizont tauchen digitale Umweltgovernancepraktiken auf, die sowohl auf Politik- als auch auf Verwaltungsebene die digitale Durchdringung der Welt aufgreifen (**Horizont 3**):

- ▶ Die Politik kann sich im Politik-Design möglicherweise zukünftig stärker auf das Selbstverständnis von Bürger\*innen im Rahmen eines Cybernetic Citizenship stützen. Solche Bürger\*innen hinterlassen nicht nur Daten für gemeinwohlorientierte Vorhaben als Datenspende (oder verpflichtend im Rahmen des geltenden Rechtes), sondern sie artikulieren aktiv Politikbedarfe und wirken im Rahmen von Crowdlaw an Gesetzgebungsprozessen mit. Digitale Tools unterstützen dabei die Transparenz, wer in welcher Richtung und in welchem Maße seine Spuren in Gesetzgebungsprozessen und exekutiven Entscheidungen hinterlassen hat. Dies bietet die Chance, zivilgesellschaftlichen Akteuren und der Forschung stärkeres Gewicht beizumessen, ohne dass damit zwingend im Sinne des Umweltschutzes bessere Politikergebnisse verbunden sein müssen. Digital erzeugte Evidenz in Umweltfragen vermag an Bedeutung zuzunehmen, andererseits sinkt im Anthropozän aufgrund der stärkeren Kopplung der gesellschaftlichen und vormals natürlichen Teilsysteme die Gewissheit der Auswirkungen von Politik. Digitale Technik ermöglicht eine effektivere Ausgestaltung und breitere Reichweite von Willensbildungsprozessen und mehr Transparenz in Politik-Designprozessen.
- ▶ Die Verwaltung fußt zukünftig womöglich auf den dauerhaft aktiven elektronischen Akten, die ohne Medienbruch nachvollziehbar bearbeitet werden

können. Das Recruiting von Verwaltungspersonal und das Beschaffungswesen macht sich Künstliche Intelligenz zunutze, um ebenso wie die Privatwirtschaft auf die besten Talente und die besten Produkte und Services für ihre jeweiligen Zwecke zurückgreifen zu können. Abteilungen von Behörden und Behörden untereinander kommunizieren in digitalen Ökosystemen anstelle von hierarchischen organisierten getrennten Einheiten. In diesen digitalen Ökosystemen ist die Rechtsicherheit in Bezug auf die Befugnisse von Personen, Abteilungen und Ressorts digital hinterlegt und eingeschrieben. Im Außenverhältnis zu Bürger\*innen und Unternehmen dominieren teil-automatisierte Services, z. B. zur Beantwortung von Anfragen und zum Nachkommen nach Berichtspflichten. Voraussetzung hierfür ist die umfassende Digitalisierung der Verwaltung. Die Planung, Abwicklung und Prüfung von monetären Vorgängen erfolgt in Bezug auf digitales Geld.

Die Passfähigkeit der neu aufkommenden digitalen Governancepraktiken zur Welt ist zunächst gering (Horizont 3), steigt aber mittelfristig im Großen und Ganzen über das Niveau der abnehmenden Passfähigkeit der etablierten Governancepraktiken (Horizont 1).

Die Umweltgovernance nimmt die digitalen Veränderungen in der Governance und in ihrem Umfeld wahr und positioniert sich dazu (**Horizont 2**):

- ▶ Digitalpolitik orientiert sich am Leitbild des digitalen Humanismus. Politische Vorhaben werden angestoßen und entwickelt, indem mit Hilfe digitaler Tools verschiedene Willensbildungsformate miteinander kombiniert werden, die Einflussnahme verschiedener Akteure kenntlich gemacht wird und im Politikprozess bei Vernachlässigung von betroffenen Akteursgruppen und/oder Gemeinwohlorientierung eingegriffen und entsprechend gegengesteuert wird. Digitale Technik dient der Förderung des Zusammenlebens gesellschaftlicher Gruppen nicht in dem Sinne, dass Interessenkonflikte „maschinell behoben“ werden, sondern dass sie assistiert, legitimen Interessen insbesondere in Bezug auf das Gemeinwohl einschließlich dem Umweltschutz Stimme und Argumentationsgewicht zu verschaffen. Aufbauend auf Analysen

67 So digital ist der deutsche Staat noch nicht – INSM

von digital hinterlegten Konfliktfällen durch Legal Tech Algorithmen wird mittelfristig ein Transformationen ermöglichender Rechtsrahmen geschaffen.

- ▶ Verwaltungen stellen Bürger\*innen, NGOs und Unternehmen Daten und Algorithmen differenziert für private, privatwirtschaftliche und gemeinwohlorientierte Zwecke zur Verfügung. Bürger\*innen erhalten die Möglichkeit ihren Umweltfußabdruck digital abzubilden, zu benchmarken und maßgeschneiderte Empfehlungen zur messbaren Verbesserung ihres Umweltfußabdrucks zu erhalten. Der Vollzug der Berichtspflichten im Umweltrecht ist weitgehend digitalisiert und wird durch systematische menschliche Überprüfung verifiziert. Auf der anderen Seite ist sich die Verwaltung des Faktors Mensch im Verhältnis zu Bürger\*innen bewusst und belässt Verwaltungsprozesse mit erhöhtem Vertrauensbedarf (z. B. Beratung in bestimmten Lebenslagen u. a. auch im Hinblick auf Nachhaltigkeit) weitgehend seinem Personal.

Die Umweltgovernance führt ihre bewährten Aktivitäten fort und nimmt gleichzeitig die neu aufkommenden Entwicklungen frühzeitig wahr. Damit passt sie kurzfristig zwar schlechter zur Welt wie sie ist als die bisherige Umweltgovernance, aber mit zunehmender Wirksamkeit des reflexiven Aufgreifens neu aufkommender digitaler Umweltgovernancepraktiken hat sie mittelfristig die höchste Passfähigkeit (H2) aller möglichen Umweltgovernancewelten.

In der Kollisionszone der drei Horizonte für die Umweltgovernance im digitalen Zeitalter werden Fragen des digital erzeugten Wissens, der digitalen Kompetenz, der Veränderung von Mensch-Technik-Umweltbeziehungen, der Veränderung von Beziehungen zwischen Menschen/Akteuren, der Governance der Digitalisierung und der Governance durch Digitalisierung, der doppelten Transformation und der Reichweite der Digitalisierung an Intensität zunehmen (vgl. Kapitel 3.1 Emerging Issues).

### 3.3 Auf dem Weg zu einem veränderten Umgang mit Digitalthemen in der Umweltforschung und -governance

Umweltforschung schafft die Wissensgrundlagen für die Umweltgovernance. Diese Wissensgrundlage ist grundsätzlich unvollständig und um normative Aspekte zu erweitern. Die Umweltgovernance steht vor der Aufgabe, sich zu den möglichen Horizonten zu positionieren. Die zeitliche Dynamik der Horizonte muss nicht so wie im Drei-Horizonte-Modell verlaufen. Die Kunst wird darin bestehen, alle drei Horizonte so zu verfolgen, dass die Umweltforschung und -governance kurz-, mittel- und langfristig für das aufkommende digitale Zeitalter gerüstet ist. Neben neuen Aufgabenbereichen für die Umweltforschung und -governance geht es vor allem um die Verankerung der digitalen Dynamiken in der täglichen Arbeit des Umweltressorts.

#### *Neue Aufgabenbereiche für die Umweltforschung*

Die Umweltforschungspolitik kann eine Forschungsagenda entwickeln, indem es den Entwicklungsprozess mit Hilfe der automatisierten Erschließung von digitalen Wissensbeständen und der breiteren Einbindung von Akteursgruppen mittels digitaler Kooperationstools unterstützt. Die Komplementarität des wechselseitigen Debiasing von Mensch und Maschine bedarf eingehender Untersuchungen, um die Legitimität und Akzeptanz von KI-basierten Methoden auch in der Umweltforschung zu erhöhen. Hierfür bedarf es gegebenenfalls Code of Conducts, die Regeln für den Umgang mit digitalen Daten und Algorithmen spezifizieren.

Die Digitalisierung der Welt eröffnet neue Zugänge zur Beobachtung, Erhebung und Beeinflussung des realen Alltagsverhaltens. In konzeptioneller Hinsicht gilt es, die grundlegenden Veränderungen von Mensch-Technik-Umwelt-Beziehungen im digitalen Zeitalter aufzugreifen und die vielschichtige Delegations-, Verbesserungs- und Kommunikationsbedürfnisse der Menschen anzuerkennen und im Sinne des Umweltschutzes auszugestalten. Durch den digitalen, experimentellen und vernetzten Charakter sind Forschungsprojekte zukünftig stärker in die Welt eingebettet, wodurch sie kurzfristig breitenwirksam werden können. Hierbei gilt es, die erwünschten und unerwünschten Nebeneffekte der Rekontextualisierung von digitaler Umweltforschung vorausschauend in den Blick zu nehmen.

Die Forschungsförderung muss zukünftig realweltliche Veränderungsbedarfe besser erkennen und unter Umständen agilere Förderungsmethoden aktiv platzieren („hin zum Veränderungsbedarf und den vorhandenen Kompetenzen“). Die Durchführung und Evaluierung von Umweltforschungsförderung gehen im digital durchdrungenen Anthropozän stärker Hand in Hand.

Besonderes Augenmerk ist auf die Erforschung eines Nachhaltigkeitstransformationen ermöglichenden Forschungs- und Rechtsrahmens durch Digitalisierung zu legen. Hierzu gilt es auch etwaige Hindernisse für experimentelle, in die Realwelt eingebettete digitale Formate zu identifizieren und zu adressieren. In Governance-Laboren können beispielsweise die Wirkungen verschiedener Anreizsysteme auf die Selbstverständnisse in Wirtschaft und Gesellschaft erprobt werden. Die Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung sollte sich mit den Möglichkeiten und Grenzen immersiver Welten für die Vermittlung von Themen befassen.

Die Skalierung modellhafter Nachhaltigkeitstransformationen ist unter den Bedingungen der derzeitigen Machtverhältnisse auf Seiten digitaler Plattformunternehmen zu untersuchen und auch die systematische Ausrichtung der digitalen Plattformunternehmen an Nachhaltigkeitstransformation ist kritisch zu ergründen.

#### *Neue Aufgabenbereiche für die Umweltgovernance*

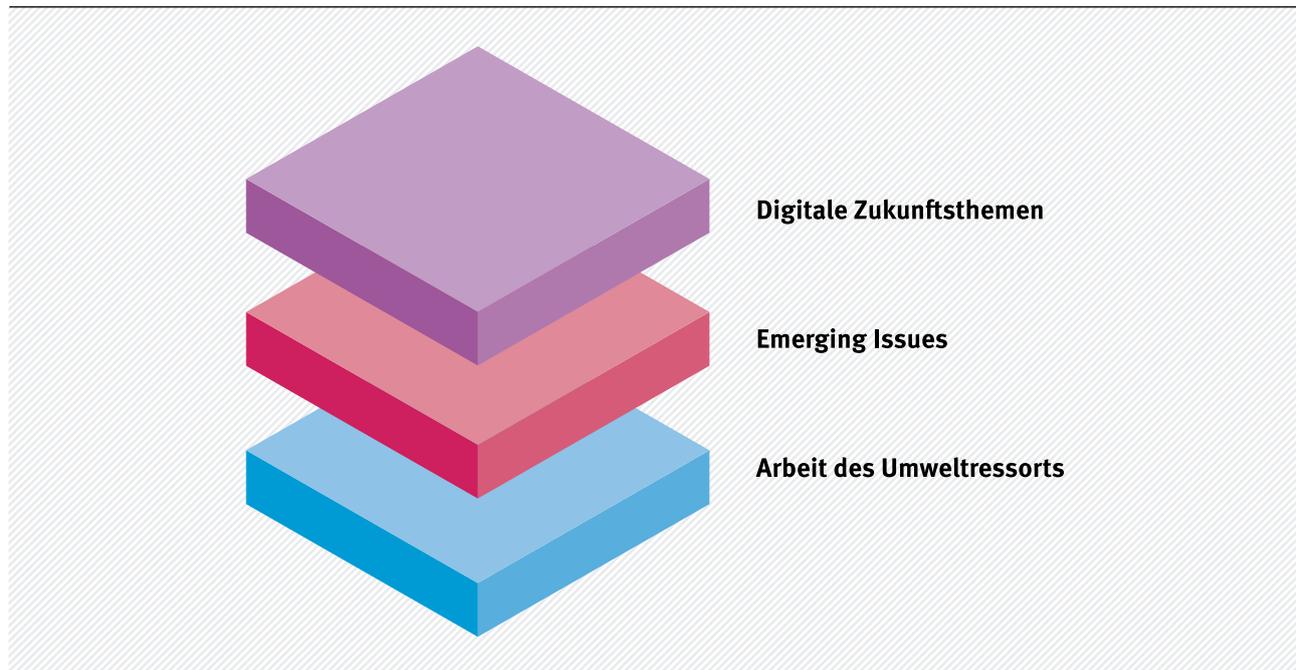
Zuvorderst kommt der Umweltgovernance die Aufgabe zu, die Reichweite und Grenzen der Digitalisierung für die Umweltgovernance zu ergründen, zu bewerten und in politische Prozesse aktiv einzubringen. Hierzu gehört auch das Beibehalten des menschlichen Kontaktes beispielsweise bei der Nachhaltigkeitskommunikation zu bestimmten Lebenslagen. Art und Ausmaß der Beteiligung des Umweltressorts an interministeriellen politischen und praktischen Aktivitäten im Sinne der Twin Transition sind ein Schlüssel dafür, ob die digitale Transformation nachhaltig wird und ob die Umweltgovernance von digitalen Kooperationen profitieren wird. Umweltpolitische Digitalpolitik sollte sich am Leitbild des digitalen Humanismus orientieren und an dessen Ausgestaltung beteiligen.

Das Umweltressort hat eigene Gestaltungsspielräume mit Blick auf die gezielte digital unterstützte Meinungs- und Willensbildung, das Engagement und die Mitwirkung in der digitalen Öffentlichkeit und kann diese digitalen Formate mit etablierten Formaten kombinieren. Die Potentiale der digitalen Formate liegen insbesondere auch bei der Kenntlichmachung der Einflussnahme verschiedener Akteure sowie der Identifizierung vernachlässigter Akteursgruppen und Schutzgüter in Umweltgovernanceprozessen, um entsprechend gegensteuern zu können.

Die Umweltverwaltungen können Akteuren zukünftig systematischer Daten und Algorithmen differenziert für private, privatwirtschaftliche und gemeinwohlorientierte Zwecke zur Verfügung stellen. Auch kann der Zugang von Bürger\*innen (insbesondere Services zur Berechnung, zum Benchmarking und zur Verringerung des Umweltfußabdrucks) und von Unternehmen (insbesondere Services für die digitale Handhabung von Berichtspflichten) zu Dienstleistungen der Umweltverwaltung vorangetrieben werden. Hinsichtlich des Stewardships für umweltbezogene digitale Gemeingüter (Daten, Algorithmen, Software, etc.) könnte das Umweltressort eine Vorreiterfunktion einnehmen.

Andere Governance-Aspekte wie Crowd Law, Legal Tech und der digitale Staat als neues technisches Regime liegen zwar jenseits der eigentlichen Kernkompetenz des Umweltressorts, das diesbezüglich – vorbehaltlich der Qualifizierung der Reichweite und Grenzen der Digitalisierung – aber eine Impulsfunktion einnehmen könnte. Aufbauend auf Analysen von digital hinterlegten Konfliktfällen könnte durch Legal Tech Algorithmen mittelfristig ein Transformationen ermöglichender Rechtsrahmen geschaffen werden.

### Drei Zugänge zur systematischen Erschließung von Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter



Anmerkungen: Die drei Einstiege können als alternative Zugänge zu den Inhalten dieses Horizon Scans verstanden werden.

Quelle: Fraunhofer ISI

#### *Verankerung eines digitalen Kompasses in der Arbeit des Umweltressorts*

Die Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter kann über drei Zugänge erschlossen werden: die zehn digitalen Zukunftsthemen, die acht übergreifenden Emerging Issues und verschiedene Arbeitsbereiche/Aktivitäten des Umweltressorts (Abbildung 08).

Die möglichen Implikationen eines digitalen Zukunftsthemas mit seinen Emerging Issues für die Umweltforschung- und governance im digitalen Zeitalter sind vergleichsweise allgemein gehalten. In der praktischen Arbeit des Umweltressorts besteht ein Bedarf, die Thematik konkret auf einen Arbeitsbereich oder eine Aktivität herunterzubrechen.

Hierzu wurde im Vorhaben auch eine Arbeitshilfe für die schnelle Generierung einer Einschätzung der Relevanz der Zukunftsthemen und Emerging Issues für konkrete Arbeitsbereiche oder Aktivitäten des Umweltressorts entwickelt und beispielhaft erprobt (Abbildung 09). Grundsätzlich kann die Arbeitshilfe zum Framing einer neuen Aktivität (z. B. Entwicklung eines Refoplan-Vorhabens) oder zum nachholenden Reframing einer bereits laufenden Aktivität (z. B. Suche

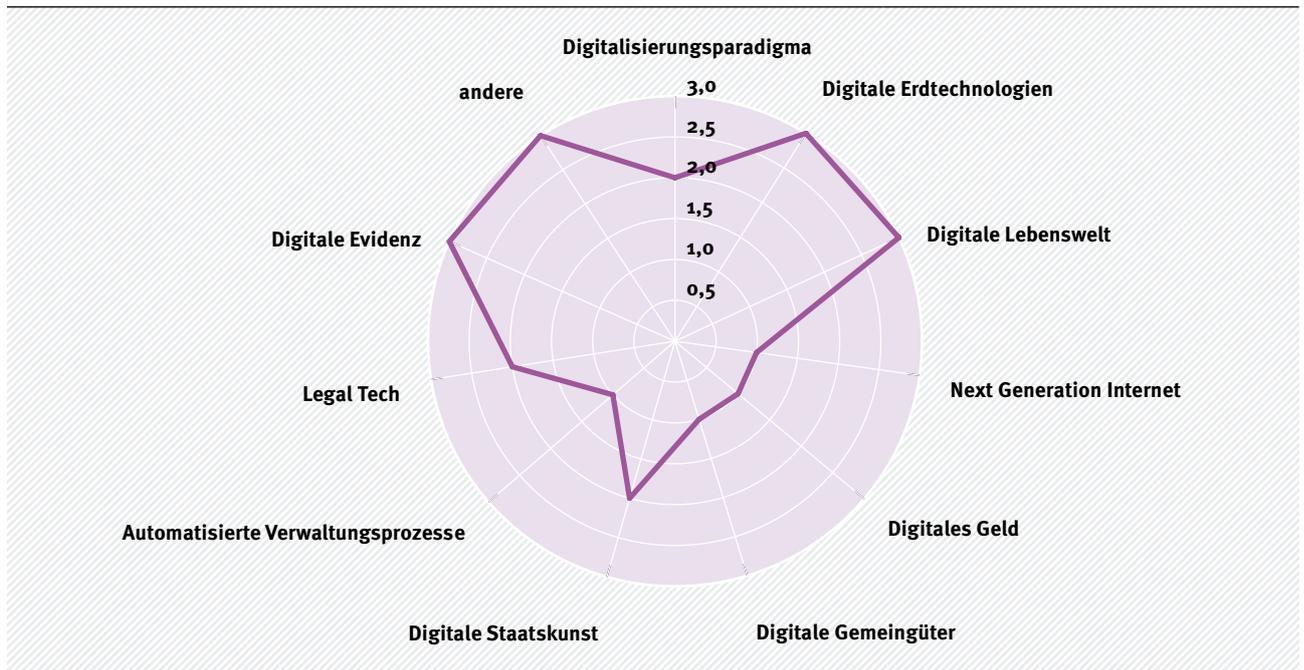
und Einstellung von Personal) verwendet werden. Im Kern wird die Digitalisierung systematisch als Folie über schon laufende oder geplante Aktivitäten darübergelegt um diese neu zu interpretieren.

Bei der Erstellung eines digitalen Kompasses wird die Bedeutung eines Zukunftsthemas für eine Aktivität des Umweltressorts qualitativ eingeschätzt und dann auf einer Skala von 1 (marginale Bedeutung für die Aktivität), 2 (additiv: zusätzlicher Aspekt für die Aktivität), 3 (wichtig) und 4 (transformative Veränderung der [Sichtweise auf die] Aktivität). Ein solches Spinnennetz (Abbildung 09) kann für eine übergeordnete Aktivität wie die Entwicklung eines Forschungsvorhabens verwendet werden, aber auch für Teilaktivitäten wie Ideengenerierung, Leistungsbeschreibung, Verwaltung und Bewertung von Angeboten.

Was als digitales Zukunftsthema gilt, ist grundsätzlich veränderbar. Deshalb ist den hier aufgeführten zehn digitalen Zukunftsthemen noch eine Kategorie „andere“ hinzugefügt, die sich aus laufenden oder zukünftigen Horizon Scanning Prozessen speisen könnte.

Abbildung 09

### Beispiel für die Einschätzung der Relevanz digitaler Zukunftsthemen für eine fiktive Aktivität des Umweltressorts



Anmerkungen: Relevanzskala von 0 bis 3 zunehmend; Kartierung der Relevanz der zehn Zukunftsthemen aus diesem Horizon Scanning und von „andere“, um die Offenheit zu illustrieren.

Quelle: Fraunhofer ISI

Dieser strukturierte systemische Ansatz mit den drei Ebenen als didaktischem Zugang erlaubt einen relevanten Diskurs über die Digitalisierung, anstatt an vielen Aktivitäten kleinteilig und heterogen beteiligt zu sein.

#### Weiterführung des Horizon Scanning

Das Horizon Scanning fand vorwiegend im Jahr 2021 statt und wurde in verringerter Intensität bis 2023 weitergeführt. Veränderungen wie das Internet der Dinge, Big Data, Künstliche Intelligenz, die Einführung neuer Mobilfunkgenerationen und die Steigerung der Rechenleistungen finden fortwährend und gleichzeitig statt. Der hier vorliegende Horizon Scan stellt eine Momentaufnahme dar. Die Digitalisierung ist allerdings ein hochdynamischer Trend und bringt fortlaufend neue Anwendungen und Technologien hervor. Auch die Gesellschaft verändert sich, zum einen als Nutzer von digitalen Tools als auch deshalb, weil wir in sich verändernden Lebenswelten leben (u. a. globale geopolitische Lage, unsichere Klimaereignisse als Bedrohung und als Windows of Opportunity für Klimapolitik).

Zwar sind die identifizierten Zukunftsthemen breit und werden noch lange wichtig sein, aber ein neuer oder kontinuierlicher Horizon Scanning Prozess zu Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter könnte möglicherweise neue interessante Themen und Zuschnitte aufbringen. Vielen Umweltfachleuten im Umweltressort fehlt es an zeitlichen Ressourcen und an vertiefter digitaler Kompetenz, wohingegen es den Digitalisierungsfachleuten oft an Fachkompetenz im Hinblick auf die Art und Weise der Umweltforschung und -governance fehlt. Ein Horizon Scanning zur fortlaufenden frühzeitigen Erkennung von Chancen und Risiken der Digitalisierung für die Umweltforschung und -governance könnte deshalb dazu beitragen, die institutionelle Kapazität des Umweltressorts wesentlich zu stärken.

## 4 Quellenverzeichnis

- Andersson, C., Hallin, A., Ivory, C. (2022). Unpacking the digitalisation of public services: Configuring work during automation in local governance. In: *Government Information Quarterly* (39), Artikel 101662. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101662>.
- Atkinson, P. (2022). What the Covid-19 experience has taught us about the limits of evidence-informed policy making. In: *Elephant in the Lab*. Online verfügbar unter [doi:10.5281/zenodo.6415413](https://doi.org/10.5281/zenodo.6415413).
- Bakker, K., Ritts, M. (2018). Smart Earth: A meta-review and implications for environmental governance. In: *Global Environmental Change* 52, S. 201–211. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.011>.
- Bauer, T. (2018). Die Vereindeutigung der Welt. Über den Verlust an Mehrdeutigkeit und Vielfalt. Ditzingen: Reclam (Was bedeutet das alles?).
- Best, R. de (2021). The Cryptoverse. Cryptocurrencies becoming mainstream. Data on Stage: webinar series by statista. statista, 27.01.2021.
- Bigelow, S. J. (2020). Definition: infrastructure as code. Tech target. Online verfügbar unter <https://www.techtarget.com/search/chitoperations/definition/Infrastructure-as-Code-IAC>.
- Blühdorn, I., Butzlaff, F., Deflorian, M., Hausknost, D., Mock, M. (2020). Nachhaltige Nicht-Nachhaltigkeit. Warum die ökologische Transformation der Gesellschaft nicht stattfindet. 2nd ed. Bielefeld: transcript Verlag (X-Texte zu Kultur und Gesellschaft). Online verfügbar unter <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.5555/9783839454428>.
- Bogner, A., (2021). Die Epistemisierung des Politischen. Wie die Macht des Wissens die Demokratie gefährdet. 3. Aufl. Ditzingen: Reclam (Was bedeutet das alles?).
- Bundesregierung (Hg.) (2018). Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025. Online verfügbar unter [https://www.hightech-strategie.de/hightech/shareddocs/downloads/files/hts2025.pdf;jsessionid=5932ECoB5A355CA8F8991681CF6E2505.live381?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.hightech-strategie.de/hightech/shareddocs/downloads/files/hts2025.pdf;jsessionid=5932ECoB5A355CA8F8991681CF6E2505.live381?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 24.11.2021.
- Bundesregierung (2021). Datenstrategie der Bundesregierung. Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum. Kabinettsfassung. Hg. v. Bundeskanzleramt. Berlin.
- Carletti, E., Classens, S., Fatas, A., Vives, X. (2020). The Bank Business Model in the Post-Covid-19 World. The Future of Banking 2. Hg. v. IESE Banking Initiative und CEPR. CEPR – Center for Economic Policy Research. London.
- Cartas, C. F., Gavrilit, L., Koundouri, P., Markianidou, P., Mulkin, M., Munne, R. et al. (2022). Policy prediction, the future of evidence-based policymaking? How data and converging technologies impact agenda setting and policy design. Policy Cloud – Cloud for Data-Driven Policy Management. Online verfügbar unter [www.policycloud.eu](http://www.policycloud.eu).
- City of Helsinki (2019). The Carbon-neutral Helsinki 2035 Action Plan. Online verfügbar unter [http://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2019/06/Carbon\\_neutral\\_Helsinki\\_Action\\_Plan\\_1503019\\_EN.pdf](http://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2019/06/Carbon_neutral_Helsinki_Action_Plan_1503019_EN.pdf).
- Cuhls, K., Erdmann, L., Warnke, P., Toivanen, H., van der Giessen, A., Seiffert, L. (2015). Models of Horizon Scanning. How to integrate Horizon Scanning into European Research and Innovations Policies. Hg. v. European Commission. Fraunhofer ISI; TNO.
- Curry, A., Hodgson, A. (2008). Seeing in Multiple Horizons. In: *Journal of Future Studies* 13 (1), S. 1–2.
- Decker, J. (2022). Megatrend im Metaverse. In: *kicker* (48), S. 76–78.
- Duwe, D., Busch, M., Weissenberger-Eibl, M. A. (2022). Enabling the Metaverse. Whitepaper zu internationalen Nutzerpräferenzen, Geschäftsmodellen und Innovationsprozessen im Metaverse. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe. Online verfügbar unter [doi:10.24406/publica-219](https://doi.org/10.24406/publica-219).
- EEA (2021). EEA-Eionet Strategy 2021–2030. Delivering data and knowledge to achieve Europe's environment and climate ambitions. Hg. v. EEA European Environment Agency. Luxemburg.
- Ehrenberg-Silies, S., Peters, R., Wehrmann, C., Christmann-Budian, S. (2022). Welt ohne Bargeld – Veränderungen der klassischen Banken- und Bezahlssysteme. Hg. v. TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB Kurzstudie, 2).
- Erdmann, L., Cuhls, K., Warnke, P., Potthast, T., Bossert, L., Brand, C., Saghri, S. (2022). Digitalisierung und Gemeinwohl – Transformationsnarrative zwischen Planetaren Grenzen und Künstlicher Intelligenz. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Rosslau (UBA Texte, 29/2022). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_29-2022\\_digitalisierung\\_und\\_gemeinwohl.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_29-2022_digitalisierung_und_gemeinwohl.pdf).
- Erdmann, L., Schirrmeister, E. (2016). Constructing transformative scenarios for research and innovation futures. In: *Foresight* 18 (3), S. 238–252. Online verfügbar unter DOI 10.1108/FS-06-2014-0041.
- Erdmann, L., Röß, A., (2020). Warum die Innovationsforschung ein explizites Innovationsverständnis braucht. In: Fraunhofer ISI (Hg.): Beiträge zur Analyse der Digitalisierung aus Innovationsperspektive. Karlsruhe (Fraunhofer ISI Discussion Papers: Innovation Systems and Policy Analysis, 68), S. 63–72.
- ESA (2022). Identification of medium- to long-term drivers of change for the European space sector. ESA express procurement – basic. Hg. v. ESA The European Space Agency. Paris.
- European Council (2022). Declaration by the Presidency of the Council of the European Union calling for a European Initiative for Digital Commons. Online verfügbar unter [https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/declaration\\_of\\_the\\_presidency\\_european\\_initiative\\_for\\_digital\\_commons\\_cle894d85.pdf](https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/declaration_of_the_presidency_european_initiative_for_digital_commons_cle894d85.pdf).
- Ferrer, M. de (2022). Scientists have taught spinach to send emails and it could warn us about climate change. Hg. v. Euro-news.green. Online verfügbar unter <https://www.euronews.com/green/2021/02/01/scientists-have-taught-spinach-to-send-emails-and-it-could-warn-us-about-climate-change>.

- Geurts, A., Gutknecht, R., Warnke, P., Goetheer, A., Schirrmeister, E., Bakker, B., Meissner, S. (2021). New perspectives for data-supported foresight: The hybrid AI-expert approach. In: *Futures Foresight Science*. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1002/ffo2.99>.
- Gigerenzer, G. (2022). Homo Heuristicus: Entscheidungen und Ungewissheit. In: Karl-Rudolf Korte, Gert Scobel und Taylan Yildiz (Hg.): *Heuristiken des politischen Entscheidens*. 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (suhrkamp taschenbuch wissenschaft, 2354), S. 25–43.
- GISGeography (2022). 100 Earth Shattering Remote Sensing Applications & Uses. Online verfügbar unter <https://gisgeography.com/remote-sensing-applications/>, zuletzt aktualisiert am 28.05.2022.
- Gotsch, M., Erdmann, L., Eberling, E. (2020). Digitalisierung ökologisch nachhaltig nutzbar machen. Entwicklung von Handlungsempfehlungen zu den wichtigsten umweltpolitischen Maßnahmen in ausgewählten Trendthemen der Digitalisierung mittels der Durchführung von Stakeholderdialogen. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (UBA Texte, 171/2020). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_171-2020\\_digitalisierung\\_oe\\_kologisch\\_nachhaltig\\_nutzbar\\_machen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_171-2020_digitalisierung_oe_kologisch_nachhaltig_nutzbar_machen.pdf).
- Habermas, J. (2022). Ein neuer Strukturwandel der Öffentlichkeit und die deliberative Politik. Berlin: Suhrkamp.
- Han, B. (2021). Infokratie. Digitalisierung und die Krise der Demokratie. Berlin: Matthes & Seitz (Fröhliche Wissenschaft, 184). Online verfügbar unter <https://www.perlentaucher.de/buch/byung-chul-han/infokratie.html>.
- Hase, M. (2020). Hardware ist auch nur Software. IT Business. Online verfügbar unter <https://www.it-business.de/hardware-ist-auch-nur-software-a-977374/>.
- Hessels, L. K., Koens, L., Diederens, P. J. M. (2021). Perspectives on the future of Open Science. Effects of global variation in open science practices on the European research system. Hg. v. Publications Office of the European Union. Rathenau Instituut. Luxemburg. Online verfügbar unter [https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2021-12/perspectives\\_on\\_future\\_open\\_science\\_Rathenau\\_Instituut\\_EU\\_publication.pdf](https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2021-12/perspectives_on_future_open_science_Rathenau_Instituut_EU_publication.pdf).
- Indset, A. (2021). Neue digitale demokratische Republik: Heutige Politik hat ausgedient – wir brauchen eine Digitale Demokratische Republik. Hg. v. Focus Online. Online verfügbar unter [https://www.focus.de/digital/toetet-die-technologie-die-demokratie-oder-wir-sie-sie-retten\\_id\\_20890988.html](https://www.focus.de/digital/toetet-die-technologie-die-demokratie-oder-wir-sie-sie-retten_id_20890988.html).
- Jacob, K., Teebken, J., Paulick-Thiel, C., Walch, B., Alt, H. (2021). Transformation wagen. Entwicklung eines Lernlabors im Umweltressort. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA Texte, 165).
- Jahn, S., Kaste, S., Krcmar, H., Hein, A., Daßler, L., Paul, L., Plegger, S. (2021). eGovernment Monitor 2021. Staatliche Digitalangebote – Nutzung und Akzeptanz in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Hg. v. Initiative D21 e.V. und Technische Universität München. Kantar GmbH.
- Jakobs, H.-J. (2016). Wem gehört die Welt? Die Machtverhältnisse im globalen Kapitalismus. 2. Auflage. München: Knaus.
- Jehle, C. (2022). Sozialkreditsystem in China: Unterstützung, Überwachung oder Steuerung? Hg. v. Heise. Telepolis. Online verfügbar unter <https://www.telepolis.de/features/Sozialkreditsystem-in-China-Unterstuetzung-Ueberwachung-oder-Steuerung-6351274.html>.
- Jetzke, T., Richter, S., Abel, S., Keppner, B., Kahlenborn, W., Weiß, D. (2021). Von Blockchain über Raumfahrt bis virtuellen Welten. Ergebnisse des ersten Horizon Scanning-Zyklus für das Umweltressort. Umweltrelevante Zukunftsthemen. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/vdi\\_br\\_uba\\_report\\_horizon\\_scanning\\_web-bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/vdi_br_uba_report_horizon_scanning_web-bf.pdf).
- Kahn, P. H. (2011). Technological Nature. Adaptation and the future of human life. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Kind, S. (2022). Non-fungible tokens (NFTs). Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Themenkurzprofil, 54).
- Klobasa, M., Pelka, S., Nicholas, M., Erdmann, L., Gutknecht, R., Heimberger, H. et al. (2021). Plattformbasierte Datenökonomie. Ein strategisches Eigenforschungsprojekt des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI. Abschlussbericht. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe.
- Korte, K.-R., Scobel, G., Yildiz, T. (Hg.) (2022a). Heuristiken des politischen Entscheidens. 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (suhrkamp taschenbuch wissenschaft, 2354).
- Korte, K.-R., Scobel, G., Yildiz, T. (2022b). Politisches Entscheiden: Zwischen Komplexität, Kontingenz und Kunstfertigkeit. In: Karl-Rudolf Korte, Gert Scobel und Taylan Yildiz (Hg.): *Heuristiken des politischen Entscheidens*. 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (suhrkamp taschenbuch wissenschaft, 2354), S. 7–22.
- Kreml, S. (2022). Gratis-Einblick in Schufa-Daten kommt 2023. Hg. v. Heise online. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/news/Gratis-Einblick-in-Schufa-Daten-kommt-2023-7440680.html#:~:text=Die%20Schufa%20Holding%20AG%20%C3%B%CBernimmt,ohne%20daf%C3%BCr%20zahlen%20zu%20m%C3%BCssen>.
- Linkov, I., Trump, B. D., Poinsette-Jones, K., Florine, M.-V. (2018). Governance Strategies for a Sustainable Digital World. In: *Sustainability* (2). Online verfügbar unter <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/2/440>.
- Maffei, S., Leoni, F., Villari, B. (2020). Date-driven anticipatory governance: Emerging scenarios in data for policy practices. In: *Policy Design and Practice* 3 (2), S. 123–134. Online verfügbar unter DOI: 10.1080/25741292.2020.1763896.
- Marsal-Llacuna, M.-L. (2020). The people's smart city dashboard (PSCD). Delivering on community-led governance with blockchain. In: *Technological forecasting & social change*. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120173.
- Martinez, R. G. (2021). Data-driven and Theory-driven science: Artificial Realities and Applications to Saving Groups. Dissertation. University of Agder.

- Messner, D., Schlacke, S., Fromhold-Eisebith, M., Grote, U., Matthies, E., Pittel, K. et al. (2019). Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Hauptgutachten. Hg. v. WBGU. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.
- Misuraca, G., Barcevičius, E., Codagnone, C. (2020). Shaping Digital Government Transformation in the EU. Hg. v. Joint Research Center (Science for Public Policy Briefs, JRC121600).
- Münch, S., Störmer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M., Scapolo, F. (2022). Towards a green and digital future. Hg. v. Publications Office of the European Union. Joint Research Center. Luxemburg (EUR, 31075 EN). Online verfügbar unter doi:10.2760/977331.
- Nassehi, A. (2015). Gesellschaft. In: Sina Farzin und Stefan Jordan (Hg.): Lexikon Soziologie und Sozialtheorie. Hundert Grundbegriffe. Stuttgart: Reclam (Reclams Universal-Bibliothek, Nr. 19297), S. 85–90.
- Nestler, F. (2023). Amerikas Banken planen eigenes Bezahlsystem. Hg. v. Faz.net. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/digitec/amerikas-banken-planen-eigenes-bezahlsystem-18626310.html?GEPc=s5>.
- Newcomb, K., Smith, M. E., Donohue, R. E., Wyngaard, S., Reinking, C., Sweet, C. A. et al. (2022). Iterative data-driven forecasting of the transmission and management of SARS-CoV-2/COVID-19 using social interventions at the county level. In: *Scientific Reports* 12, Artikel 890. Online verfügbar unter <https://www.nature.com/articles/s41598-022-04899-4>.
- Nida-Rümelin, J. (2019). Digitaler Humanismus. In: *Max-Planck-Forschung* (2), S. 10–15.
- Ohse, S., Michl, C. (2021). The Future of Cryptocurrencies. Hg. v. ScMI Scenario Management International. Paderborn.
- Oliveira, M. C., Siqueira, L. (2022). Digitalization between environmental activism and counter-activism: The case of satellite data on deforestation in the Brazilian Amazon. In: *Earth System Governance* 12, Artikel 100135. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.esg.2022.100135>.
- O’Neil, C. (2017). Angriff der Algorithmen. Wie sie Wahlen manipulieren, Berufschancen zerstören und unsere Gesundheit gefährden. München: Carl Hanser Verlag; Ciando (Ciando library). Online verfügbar unter [http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok\\_id/2301006](http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/2301006).
- Opiela, N., Kar, R. M., Thapa, B., Weber, M. (2019). Executive KI: Vier Zukunftsszenarien für Künstliche Intelligenz in der öffentlichen Verwaltung. Hg. v. Kompetenzzentrum Öffentliche IT. Fraunhofer FOKUS. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccv/2018/2018\\_Exekutive\\_KI\\_2030.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccv/2018/2018_Exekutive_KI_2030.pdf).
- Oswald, O. R. S., Selmanovic, S., Lee B., Arndt, L. (2022). Technologieregulierung in China: bayerische Unternehmen im Sozialkreditsystem. Hg. v. bdit – Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bdit Analysen und Studien, 8). Online verfügbar unter DOI: 10.35067/xypq-kn67.
- Pedro, I. S. (2021). Degrees of Epistemic Opacity. Online verfügbar unter [http://philsci-archive.pitt.edu/18525/9/is\\_degrees\\_epistemic\\_opacity\\_v03.pdf](http://philsci-archive.pitt.edu/18525/9/is_degrees_epistemic_opacity_v03.pdf).
- Peters, R. (2023). Metaverse – immersive, cyberphysische Welte. Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Themenkurzprofil, 63).
- Plessner, H. (2003). *Conditio Humana*. Gesammelte Schriften VIII. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Ramesohl, S., Losse-Müller, T. (2021). Digital-ökologische Staatskunst. Staatliche Handlungsfähigkeit als Voraussetzung für sie sozial-ökologische Gestaltung der digitalen Transformation. izt; Wuppertal Institut (CO:DINA Positionspapier, 2).
- Reckwitz, A. (2020). Die Gesellschaft der Singularitäten. Zum Strukturwandel der Moderne. Berlin: Suhrkamp.
- Renda, A. (2020). Explorative scenarios of governance by and of emerging technologies with far-reaching consequences on society and the economy. Deliverable 4.5. Trigger – Trends in Global Governance and Europe’s role. Online verfügbar unter <https://trigger-project.eu/wp-content/uploads/2020/09/D4.5-Explorative-scenarios-of-governance.pdf>.
- Rosa, A. B., Warnke, P., Röß, A., Sessa, C., Ivanova, S. (2021). Publication of Scenarios for Global Governance: 2nd Workshop report and brochure. Deliverable 5.2 in the Trigger project. Trigger – Trends in Global Governance and Europe’s role. Online verfügbar unter [https://trigger-project.eu/wp-content/uploads/2021/03/D5.2\\_Publication-of-Scenarios-for-Global-Governance\\_v1.pdf](https://trigger-project.eu/wp-content/uploads/2021/03/D5.2_Publication-of-Scenarios-for-Global-Governance_v1.pdf).
- Rosnay, M. Delong de; Stalder, F. (2020). Digital Commons. In: *Internet Policy Review* 9 (4). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.14763/2020.4.1530>.
- Sancho, J., Del Hoyo, R., Duzha, A., Yovkova, I., Georgieva, A., Tartiovska, M., Nikolova, P. (2022). D6.11 Use case scenarios definition & design. Policy Cloud – Cloud for Data-Driven Policy Management. Online verfügbar unter [www.policycloud.eu](http://www.policycloud.eu).
- Schirmeister, E., Göhring, A-L., Warnke, P. (2019). Psychological biases and heuristics in the context of foresight and scenario processes. In: *Futures Foresight Science*. Online verfügbar unter DOI: 10.1102/ff02.31.
- Siebold, N., Gümüşay, A. A., Richthofen, G. von (2022). The promises and perils of applying artificial intelligence for social good in entrepreneurship. Alexander von Humboldt Institute for Internet and Society. Berlin.
- Singapore Ministry of Law (2020). The road to 2030: Legal Industry Technology & Innovation Roadmap Report.
- Steinmüller, K., Burchardt, A., Gondlach, K., Gracht, H. von der, Kisgen, S., Ellermann, K. et al. (2022). Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls. In: *Zeitschrift für Zukunftsforschung* 1. Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0009-32-55276>.
- Streck, R. (2021). Pegasus-Spionagesoftware gegen Journalisten und Aktivistinnen im Einsatz. Hg. v. Heise. Telepolis. Online verfügbar unter [https://www.telepolis.de/features/Pegasus-Spionagesoftware-gegen-Journalisten-und-Aktivistinnen-im-Einsatz-6142288.html?wt\\_mc=sm.share.mail.link](https://www.telepolis.de/features/Pegasus-Spionagesoftware-gegen-Journalisten-und-Aktivistinnen-im-Einsatz-6142288.html?wt_mc=sm.share.mail.link).

Tan, E., Cromptvoets, J. (2022). A new era of digital governance. In: Evrim Tan und Joep Cromptvoets (Hg.): The new digital era governance. How new digital technologies are shaping public governance. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, S. 13–49.

Thiel, T. (2020). Demokratie in der digitalen Konstellation. In: Gisela Riescher, Beate Rosenzweig und Anna Meine (Hg.): Einführung in die politische Theorie. Grundlagen – Methoden – Debatten. 1. Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, S. 331–349.

Thompson, N. C., Ge, S., Sherry, Y. M. (2020). Building the algorithm commons: Who discovered the algorithms that underpin computing in the modern enterprise? In: *Global Strategy Journal* 11 (1), S. 17–33. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1002/gsj.1393>.

van Genderen, J., Goodchild, M. F., Guo, H., Yang, C., Nativi, S., Wang, L., Wang, C. (2020). Digital Earth Challenges and Future Trends. In: H. Guo, M. F. Goodchild und A. Annoni (Hg.): Manual of Digital Earth. Singapore: Springer, S. 811–827.

van Woensel, L. (2021). Guidelines for foresight-based policy analysis. Hg. v. European Parliament. Panel for the Future of Science and Technology. Online verfügbar unter [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690031/EPRS\\_STU\(2021\)690031\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690031/EPRS_STU(2021)690031_EN.pdf).

Webster, J., Amos, M. (2019). A Turing Test for Crowds. In: *Royal Society Open Science* 7 (7). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1098/rsos.200307>.

World Bank Group (Hg.) (2021). Central Bank Digital Currency. A Payments Perspective. International Bank for Reconstruction and Development.

World Economic Forum Digital Currency Governance Consortium (2021). Vision for 2021 Deliverables. Briefing Paper. Hg. v. WEF – World Economic Forum. Cologny/Genf.

Zuboff, S. (2019). Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus. Weitere Beteiligte: Sebastian Pappenberger. 4 CDs (21h 15 min). München: ABOD Verlag.

Zweck, A., Braun, M. (2021). Predictive Analytics: Sind Zukunftsforscher\*innen bald ein Auslaufmodell? Hg. v. VDI Technologiezentrum (VDI Research).

# 5

Anhang



## 5 Anhang

### A Ausführlichere Beschreibung der Horizon Scanning Methodik

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde das Thema „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“ für die Strategische Vorausschau des Umweltressorts aufbereitet. Zu den Anforderungen gehörte es, sämtliche digitale Entwicklungen zu identifizieren, die für die Umweltforschung und -governance (einschließlich ihrer Umfeldveränderungen) hochrelevant und neuartig sind. Hierfür wurde ein themenspezifischer Horizon Scanning Prozess entwickelt, durchgeführt und ausgewertet. Der Scanreport gibt einen umfassenden, ausführlichen und strukturierten Überblick zu den Themen und Entwicklungen, die sich „am Horizont“ abzeichnen.

Ausgangspunkt für das Design des Horizon Scanning Prozesses war ein spezifischer Ansatz des Competence Center Foresight des Fraunhofer ISI zur Entschärfung von Urteilsverzerrungen (Biases) in Bezug auf Signale des Wandels und Zukunftstrends (Abbildung A1).

Durch die Zusammenstellung eines Scanning Teams mit diversen fachlichen Hintergründen<sup>68</sup>, diverse mediale Zugänge zu Signalen für Veränderungen und flankierende Interviews zur Ausrichtung des Scans wurden insbesondere Power-, Mentality- und Surveillance-Filter sowie Confirmation-, Overconfidence- und Overprediction-Biases adressiert. Der Power-Filter entsteht durch Machtverhältnisse und der Mentality-Filter durch etablierte Denkstrukturen im Scanning Prozess, während der Surveillance-Filter auf die grundsätzlich beschränkten Ressourcen eines jeden Scanning-Prozesses verweist. Typische Biases in der Suche und Einschätzung von Signalen sind Confirmation (Bestätigung oder Unterstützung vorheriger Annahmen und Werte), Overconfidence (Überschätzung der eigenen Urteilskraft) und Overprediction (Extrapolation der Gegenwart in die Zukunft).

Aus diesen Vorüberlegungen ergeben sich folgende **Anforderungen an das themenbezogene Horizon-Scanning:**

- ▶ gleichberechtigte Beachtung technischer und gesellschaftlicher Veränderungssignale im Kontext der Digitalisierung,
- ▶ Beachtung von Mainstream- und Nischen-Diskursen und systematische Konfrontation der beiden in der Bewertung der Signale,
- ▶ breite Suche in etablierten Feldern (Sektoren, Disziplinen) und ergänzend in Randbereichen,
- ▶ Einsatz teil-automatisierter Tools (z. B. Webscraping) und kreativer Methoden (z. B. explorative Interviews mit Vordenkenden und Foresight-Expert\*innen), in denen verschiedene Beobachtungen einander gegenübergestellt und Muster kritisch reflektiert werden.

Demensprechend kamen beim Scanning folgende Ansätze zum (Abbildung A2).

Das (teil-)automatisierte Scanning (Geurts et al. 2021) umfasste die Schritte Auswahl eines Anbieters von Web-News (NEWS-API wurde ausgewählt)<sup>69</sup>, Scraping von Web-News anhand einer Ontologie mit den Schlüsselbegriffen aus den Bereichen digitale Technik, digitale Gesellschaft, (Umwelt)Forschung und (Umwelt)Governance auf Englisch<sup>70</sup>, ein Topic Modeling<sup>71</sup> und die Identifikation hochrelevanter Einzelnews.

Zudem wurden digital verfügbare Haupt- und Randquellen ausgewertet, die den Kriterien hohe Qualität, Aktualität, Originalität und, als Ensemble, Diversität genügen. Folgende vier Formate standen dabei im Vordergrund:

68 Im Scanning-Team wirken mit: ein Historiker und Data Scientist, eine Japanologin, Sinologin und Betriebswirtschaftlerin, eine Kommunikationswissenschaftlerin, Soziologin, und Wirtschaftspolitikwissenschaftlerin, ein Psychologe, eine Physikerin, ein Politikwissenschaftler, und ein Umweltingenieur.

69 NEWS-API bietet ein kontinuierliches Webscraping über 50.000 News-Sites und News-Blogs (von Zeitungen und Unternehmen) aus 54 Ländern an. Zu diesen Ländern gehören u. a. auch die USA, China und Deutschland. Die Nachrichten sind in die sechs Rubriken Business, Entertainment, Sports, Health, Science und Technology gegliedert. Die Nachrichten reichen ein bis zwei Jahre zurück. Als Ergebnis des Webscraping kann man zwischen Schlagzeilen, Volltexten und Primärquellen wählen; zusätzlich werden Metadaten wie Hyperlinks mitgeliefert (<https://newsapi.org/>).

70 Die zentralen Begriffe der Digitalisierung werden international auf Englisch verwendet (z. B. Smart X), so dass sie auch in den Nachrichtendokumenten in anderen Sprachen erscheinen. Hinsichtlich der Länder werden also nicht nur englischsprachige Länder wie die USA, England und Indien abgedeckt, sondern bei bestimmten Begriffen auch alle 54 Länder. Estland, als eines der im Hinblick auf digitale Governance fortschrittlichsten Länder ist jedoch nicht vertreten. Allerdings werden News der Regierung von Estland auch in den von NEWS-API gescrapten Medien wie BBC, Economist und Wired diskutiert.

71 Die (teil-)automatisierte Formulierung von Themenlandkarten anhand von Begriffshäufigkeiten und dem Grad ihrer Verknüpfung.

- ▶ Journals: z. B. Science and Public Policy, Environmental Science and Policy
- ▶ Websites mit News, Blogs und Foren: z. B. Global Power Shift, The GovLab
- ▶ Konferenzen: z. B. World Economic Forum, Making Sense of Digital Society
- ▶ Archive und Metaquellen: z. B. PhilSci Archive, Stack

Darüber hinaus wurden flankierende Interviews mit Visionär\*innen und Foresight-Praktiker:innen geführt (vgl. Anhang C1), um mögliche konzeptionelle Biases zu korrigieren.

Eine fokussierte Suche nach Begriffskombinationen zur Abdeckung aller 20 Scanfelder erweiterte die Abdeckung und erbrachte weitere Evidenz für einzelne Signalkandidaten.

Die Signalkandidaten wurden vom Scanteam regelmäßig diskutiert, modifiziert und schließlich zu einem Set von 69 Signalen für Veränderungen in Umweltforschung und -governance durch Digitalisierung ausgearbeitet.

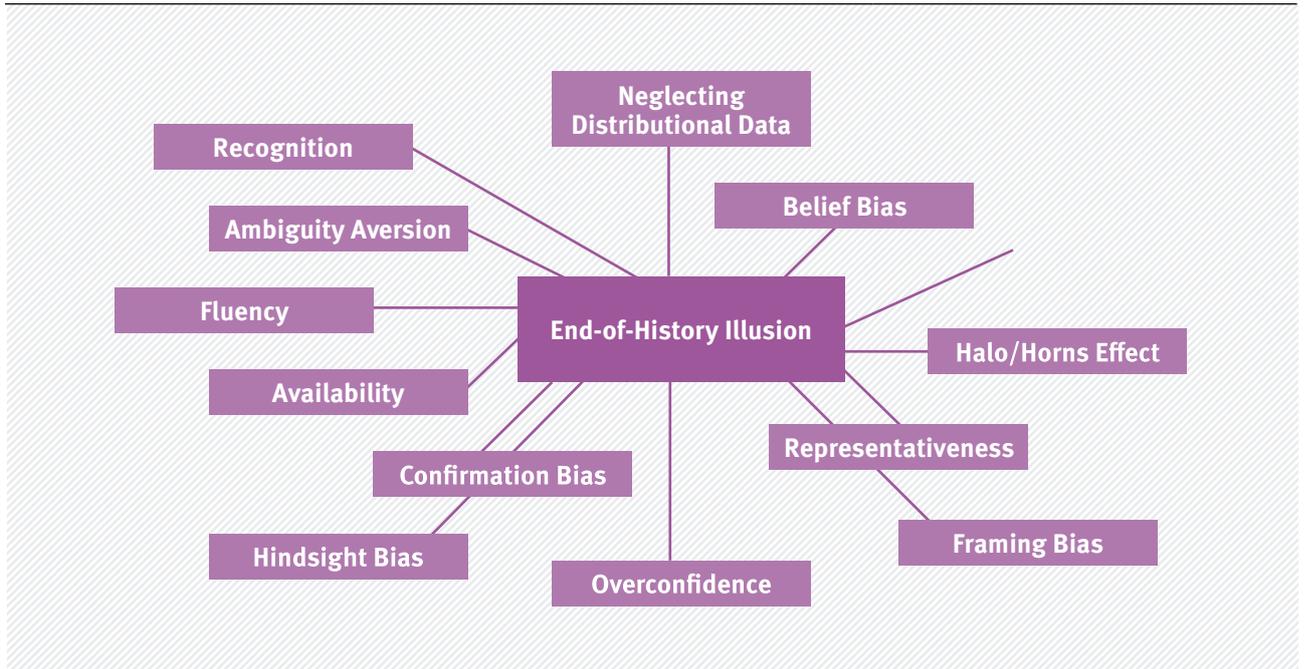
Das Sense-Making erfolgte in interaktiven Formaten, einem Clusterungsworkshop und einem Zukunftsworkshop.

- a. Der Clusterungsworkshop fand am 29. September statt und versammelte vorwiegend Teilnehmende aus dem BMUV und dem Umweltbundesamt sowie aus den Competence Centern Foresight, Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme, Neue Technologien sowie Politik und Gesellschaft (vgl. Anhang C2). Ziel des Workshops war es, die im Horizon Scanning identifizierten Trends signale zu sichten, qualitativ zu bewerten und zu neuen Zukunftsthemen zu verdichten.
- b. Der Zukunftsworkshop fand am 13. Januar 2022 statt. Neben Vertreter\*innen aus dem Umweltressort und vom Fraunhofer ISI nahmen externe Expert\*innen aus Wissenschaft, Foresight und Politik teil (vgl. Anhang C3). Ziel des Workshops war es durch Einbezug externer Expertise *Emerging Issues* (neu aufkommende Entwicklungen, Themen, Fragen), zu identifizieren und ihre Bezüge zu für Umweltforschung und -governance herauszuarbeiten.

Unter Einbezug weiterer Recherchen von Begriffsdefinitionen, Strukturierungen und Foresight-Studien wurde schließlich die zehn Zukunftsthemen ausgearbeitet, die Verbindungen ihrer *Emerging Issues* analysiert und abschließend im Drei-Horizonte-Framework (Curry und Hodgson 2008) für Umweltforschung und für Umweltgovernance auf alternative Art und Weise synthetisiert.

Abbildung A1

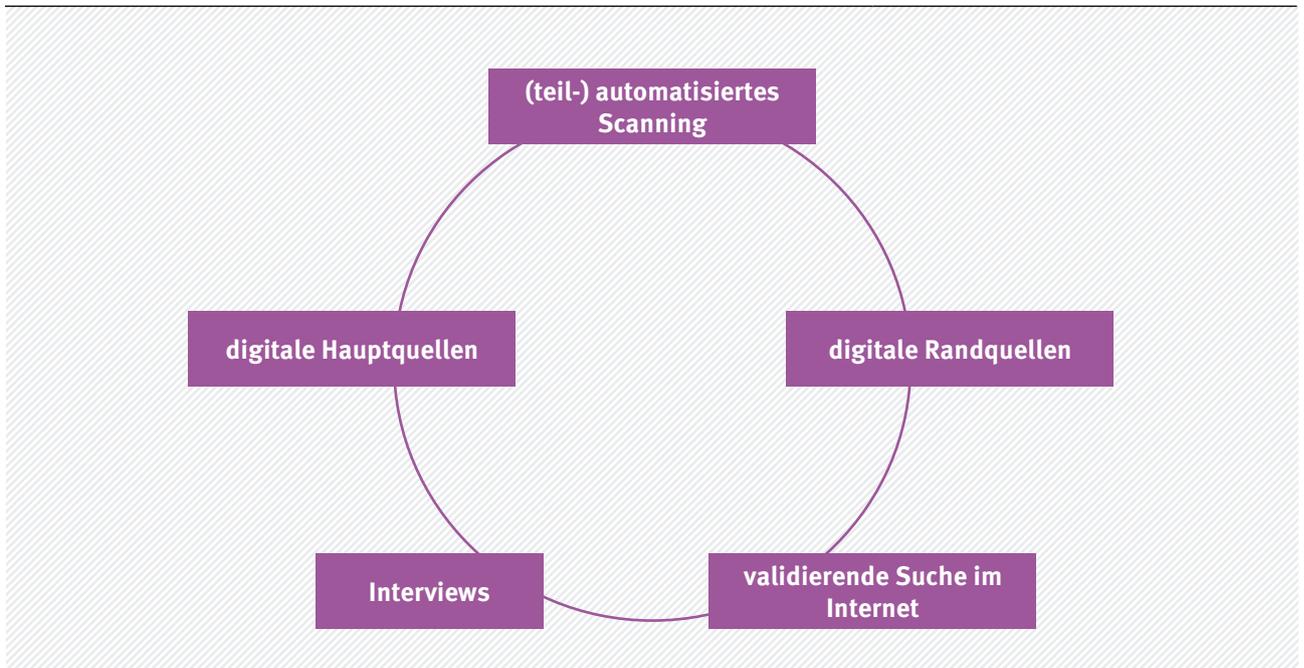
**Auswahl vom Competence Center Foresight des Fraunhofer ISI untersuchter Biases**



Quelle: Schirmeister et al. 2019

Abbildung A2

**Zugänge zu Quellen für das Horizon Scanning im Projekt „Umweltforschung und -governance im digitalen Zeitalter“**



Quelle: Fraunhofer ISI

## B Ergänzende Darstellung aufkommender Entwicklungen und Themen

Im Scanning nach Signalen für Veränderungen standen folgende Fragen im Fokus:

- ▶ Welche gerade aufkommenden Entwicklungen und Trends in der Umweltforschung und -governance durch Digitalisierung gibt es, die über die bekannten Studien hinausgehen und die das Umweltressort aufgreifen könnte, um sich gut für die Zukunft zu rüsten?

- ▶ Wie verändert sich das Umfeld des Umweltressorts durch Digitalisierung (Zielgruppen von Politik, politische Systeme, Demokratieverständnis, Meinungsbildungsprozesse usw.) und welche Rückwirkungen könnte das in Zukunft auf Umweltforschung und -governance haben?

Im Ergebnis wurde 69 Signale für Veränderungen identifiziert, in rund 6–10 Zeilen ausformuliert und mit 2–6 Quellen hinterlegt (unveröffentlicht).

Tabelle B1

### Überblick über die Signale für Veränderungen

Code	Titel
DT1	Quantencomputing: Sprung in der Rechenleistung und Cybersicherheit
DT2	DNA Computing und DNA Speicherung: Sprung in der Rechenleistung und Speicherkapazität
DT3	Digitaler Organismus: Konvergenz von digitaler Technik und lebenden Organismen
DT4	Allgegenwärtige digitale Messtechnik
DT5	Edge Computing: neue Möglichkeiten der dezentralen Datenverarbeitung
DT6	Small Data: Nische oder Alternative zu Big Data?
DT7	Autonome Fahrzeuge mit hybriden Missionen
DT8	Digitale Erdtechnologien: „Smart Earth“ und Digitaler Zwilling der Erde?
DT9	Internet der nächsten Generation
DT10	Mobilfunknetze der nächsten Generation
DS1	Digitale Echtzeitübersetzungen: Sprache ohne Grenzen
DS2	Soundscapes: Neue digitale Zugänge zum Alltagsleben
DS3	Digitale Lebensgefährten
DS4	Ebenbürtige digitale Kommunikation mit Tieren
DS5	KI-unterstützte Entscheidungsfindung
DS6	„Entscheider-Cockpits“
DS7	Leben im Metaversum – eine allumfassende digitale (Um-)Welt?
DS8	Mixed Reality verändert Arbeitsprozesse
DS9	Avatare als berufliche Agenten: Vernetzer, Vermittler oder Vertragspartner
DS10	Digital spielend Geld verdienen
DS11	Digitaler Euro für veränderte Zahlungsprozesse und -verhalten
DS12	Implikationen von Digitalwährungen
DS13	Digitale Assetierungstechnologien: „Besitze ein Stück von Allem“ Prinzip
DS14	Erforschung und Förderung der Meinungsbildung in der digitalen Welt
DS15	Beeinflussbarkeit von Online-Nutzer*innen
DS16	(Umwelt-)Kommunikation mit Storytelling in der Multimedia-Welt
DS17	Digitale Lernumgebungen
DS18	Experimente und Simulationen der Industrie 4.0 an der Schnittstelle zur Umweltforschung

Anmerkungen: DT – digitale Technik, DS – digitale Gesellschaft (digital society), DF – digitale Forschung, DG – digitale Governance

Code	Titel
DS19	Deep Tech Innovation
DS20	Das Militär als Pionier für die digitale Umwelterschließung?
DS21	Polarisierung der Macht durch Vertiefung der digitalen Ungleichheit
DS22	Social Scoring: auch in Deutschland?
DS23	Zunehmender Einfluss von digitaler Technik auf den Biorhythmus (Circadian) der Menschen
DS24	Wandel der Ortsbindung und des Ortsbewusstseins im digitalen Zeitalter
DF1	„Digital“ als neues Mantra der Gegenwart auch in der Umwelt- und Gesellschaftsforschung
DF2	Mensch-Umwelt-Beziehung und Anthropozän mit smarterer Forschung besser verstehen
DF3	Open Science Ecosystems
DF4	Langfristig angelegte digitale Forschungsinfrastrukturen
DF5	Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) mit zentral zusammengeführten Umweltdaten
DF6	Automatisiertes Forschungsmanagement
DF7	Automatisierte Erschließung der Inhalte des Internets
DF8	„Gut genug“-Paradigma – Ungenauigkeiten in der automatisierten Forschung erlaubt
DF9	Online Research Sprints für mehr Agilität in der Forschung
DF10	Altermetrics in der Forschung zur Messung von Qualität und Impact
DF11	Computersimulationen nicht vollständig durchschaubar (epistemische Opazität)
DF12	Versprechen radikal neuer Erkenntnisse durch KI
DF13	KI als Treiber vom digitalen Biasing sowie vom De-Biasing
DF14	Konvergenz menschlicher und künstlicher Intelligenz
DF15	Prognosemärkte
DG1	Staat 4.0 – personalisiert, automatisiert, partizipativ
DG2	Digitale Behördenkooperation
DG3	Crowd Law
DG4	Neue digitale Plattformen der Beteiligung und Vernetzung
DG5	Mit Crowdsourcing und Citizen Science hin zu einer Reallabor-Gesellschaft
DG6	Cybernetic Citizenship – Aktive Mitwirkung von Bürger:innen in Politik und Datennutzung
DG7	Daten sowie Algorithmen als öffentliche digitale Güter
DG8	Datenspenden
DG9	KI für das Personalmanagement im Umweltressort
DG10	KI für Öffentliche Beschaffung im Umweltressort
DG11	Digitale Forschungs- und Innovationspolitik (DSIP)-Initiativen als Alternative zu deliberativen Ansätzen
DG12	Digitalisierung erleichtert evidenzbasierten Politikstil
DG13	Evaluation von (Umwelt-)Governance mit Hilfe von KI
DG14	Normative Anforderungen an die Entwicklung künftiger digitaler Anwendungen
DG15	Digitale Technologiesouveränität
DG16	Daseinsvorsorge in der Plattformökonomie
DG17	Transformation der globalen Governance durch Digitalisierung
DG18	Beschleunigung von Prozessen notwendig: digitale, nachhaltige oder Twin Transition?
DG19	Öffentliche Investitionen in Digitalisierung und grüne Innovationen im Zuge der Covid-19-Pandemie
DG20	Intensive Datensammlung – jedoch ungenutzte Potenziale in der Datennutzung

Anmerkungen: DT – digitale Technik, DS – digitale Gesellschaft (digital society), DF – digitale Forschung, DG – digitale Governance

## C Mitwirkende im Scanning Prozess

Tabelle C1

### Interviewte zur Ausrichtung des Scans

Name	Vorname	Einrichtung	Datum
Belorgey	Nicolas	CEPS (Frankreich), CSH Dehli (Indien)	27. Juli 2021
Gheorghiu	Radu	Prospectiva (Rumänien)	20. Juli 2021
Meissner	Svetlana	BTU Cottbus (Deutschland)	21. Juli 2021
Popper	Rafael	Futures Diamond Ltd. (UK)	4. August 2021
Tonn	Bruce	Three3 (USA) and Association of Professional Futurists	20. Juli 2021

Tabelle C2

**Teilnehmende am Clusterungsworkshop (29. September 2021)**

Name	Vorname	Einrichtung	Abteilung/Funktion
Bilski	Noah	BMUV	Referat Z III 3 Interne Kommunikation, Verwaltungsdigitalisierung
Cuhls	Kerstin	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Döscher	Kerstin	UBA	PB 1 / Planung und Steuerung, Strategisches Controlling, Forschungscoordination
Dorsch	Marcel	UBA	PB 1 / Präsidialbereich / Digital Change and Sustainability Transformation
Erdmann	Lorenz	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Fritsch	Peter	BMUV	G II 3 / Raumordnung, Baurecht, Ländliche Entwicklung
Gotsch	Matthias	Fraunhofer ISI	Competence Center Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme
Kimpeler	Simone	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Koller	Matthias	UBA	I 1.1 / Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und -szenarien, Ressourcenschonung
Kowalczyk	Katrin	BMUV	G III 3 / Nachhaltigkeitspolitik und Bürgerbeteiligung
Löwe	Christian	UBA	Z 2.3 / Digitalisierung
Rörden	Jan	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Roth	Florian	Fraunhofer ISI	Competence Center Politik und Gesellschaft
Salzborn	Nadja	UBA	I 1.3 / Rechtswissenschaftliche Grundsatzfragen
Schulz	Alexandra	UBA	I 1.5 Nationale und internationale Umweltberichterstattung
Schwerz	Anette	BMUV	G I 4 Forschungsbeauftragter des BMUV, Umweltforschung, Wissenschaft, Koordinierung Fachaufsicht UBA
Veenhoff	Sylvia	UBA	I 1.1 / Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und -szenarien, Ressourcenschonung
Dickow	Marcel	UBA	Z 2.3 / Digitalisierung und Umweltschutz, E-Government
Friedewald	Michael	Fraunhofer ISI	Competence Center Neue Technologien
Klenner	Karsten	BMUV	G II 1 / Gesellschaftspolitische Grundsatzfragen

Tabelle C3

**Teilnehmende am Zukunftsworkshop (13. Januar 2022)**

Name	Vorname	Einrichtung	Abteilung/Funktion
Beckert	Bernd	Fraunhofer ISI	Competence Center Neue Technologien
Bendszus	Rafael	BMUV	T I 2 Umweltinformation, Chief Data Officer, Künstliche Intelligenz
Brozus	Lars	Stiftung Wissenschaft und Politik	Forschungsgruppe Globale Fragen, Stellvertretender Forschungsgruppenleiter
Cuhls	Kerstin	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Eberling	Elisabeth	Fraunhofer ISI	Competence Center Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme
Emmer	Martin	Freie Universität Berlin / Weizenbaum-Institut	Professor / Principal Investigator (PI)
Erdmann	Lorenz	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Friedewald	Michael	Fraunhofer ISI	Competence Center Neue Technologien
Fritsch	Peter	BMUV	G II 3 / Raumordnung, Baurecht, Ländliche Entwicklung
Gebauer	Jochen	BMUV	G I 2 Fachübergreifendes Umweltrecht / Planungsbeschleunigung
Ginzky	Harald	UBA	II 2.1 Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden
Gotsch	Matthias	Fraunhofer ISI	Competence Center Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme
Guggenheim	Felix	BMUV	G III 3/ Nachhaltigkeitspolitik und Bürgerbeteiligung
Gutknecht	Ralph	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Haake	Nels	Bundeskanzleramt	Referat 611 Politische Planung und Strategische Vorausschau
Hardach	Felix	BMUV	T III 1 Grundsatzangelegenheiten Strategie und Recht der Anpassung an den Klimawandel
Kettenburg	Annika	BMUV	T I 2 Umweltinformation, Chief Data Officer, Künstliche Intelligenz

Name	Vorname	Einrichtung	Abteilung/Funktion
Kimpeler	Simone	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Klein	Maike	Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)	Forschungsforum Öffentliche Sicherheit
Löwe	Christian	UBA	Z 2.3 / Digitalisierung und Umweltschutz, E-Government
Koller	Matthias	UBA	I 1.1 / Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und -szenarien, Ressourcenschonung
Neßhöver	Carsten	UBA	PB 1/ Präsidialbereich/ Leitung Projektgruppe Internationale Akademie Transformation für Umwelt und Nachhaltigkeit des UBA (TES Academy)
Peperhove	Roman	FU Berlin	Forschungsforum Öffentliche Sicherheit
Rörden	Jan	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Roth	Florian	Fraunhofer ISI	Competence Center Politik und Gesellschaft
Schirmeister	Elna	Fraunhofer ISI	Competence Center Foresight
Theiler	Olaf	Planungsamt der Bundeswehr	Leiter des Referats Zukunftsanalyse
Trier	Eva	future impacts	Strategy Consulting Associate
Ullrich	Stefan	Weizenbaum-Institut für vernetzte Gesellschaft	Referent für die KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz der ZUG
Veenhoff	Sylvia	UBA	I 1.1 / Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien und -szenarien, Ressourcenschonung
Vollmer	Lukas	BMUV	T I 2 Umweltinformation, Chief Data Officer, Künstliche Intelligenz
Zweck	Axel	RTWH Aachen	Honorarprofessor Innovations- und Zukunftsforschung



► **Unsere Broschüren als Download**  
Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)  
 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)  
 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)