

Unsere gemeinsame digitale Zukunft

Empfehlungen



Mitglieder des WBGU

Prof. Dr. Dirk Messner (Vorsitzender)

Direktor des Instituts für Umwelt und menschliche Sicherheit der Universität der Vereinten Nationen (UNU-EHS) und Co-Direktor des Center for Advanced Studies on Global Cooperation Research, Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Sabine Schlacke (Vorsitzende)

Professorin für Öffentliches Recht und Geschäftsführende Direktorin des Instituts für Umwelt- und Planungsrecht an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Prof. Dr. Martina Fromhold-Eisebith

Leiterin des Lehrstuhls für Wirtschaftsgeographie an der RWTH Aachen

Prof. Dr. Ulrike Grote

Direktorin des Instituts für Umweltökonomik und Welthandel der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover und Senior Fellow am Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF), Bonn

Prof. Dr. Ellen Matthies

Professorin für Umweltpsychologie an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Prof. Dr. Karen Pittel

Direktorin des Zentrums für Energie, Klima und Ressourcen des ifo Instituts, Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung und Professorin für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Energie, Klima und erschöpfbare natürliche Ressourcen an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Joachim Schellnhuber

Direktor Emeritus des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK)

Prof. Dr.-Ing. Ina Schieferdecker

Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) in Berlin, Professorin für Quality Engineering von offenen verteilten Systemen an der TU Berlin und Direktorin des Weizenbaum-Instituts für die vernetzte Gesellschaft

Prof. Dr. Uwe Schneidewind

Präsident und wissenschaftlicher Geschäftsführer am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH und Professor für Innovationsmanagement und Nachhaltigkeit („Sustainable Transition Management“) an der Bergischen Universität Wuppertal



Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen

Unsere gemeinsame digitale Zukunft

Empfehlungen

Dieses Dokument enthält die Empfehlungskapitel des WBGU-Gutachtens „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“. Die Langfassung des Gutachten erscheint in einigen Wochen.

**Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung-
Globale Umweltveränderungen (WBGU)**

Geschäftsstelle
Luisenstraße 46
10117 Berlin
Tel.: 030 2639480
Email: wbg@wbg.de
www.wbg.de

Redaktionsschluss: 11.04.2019

Zur sprachlichen Gleichbehandlung: Als Mittel der sprachlichen Darstellung aller sozialen Geschlechter und Geschlechtsidentitäten wird in diesem Gutachten bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, die Sternchen-Form (z.B. Leser*innen) verwendet.

Zitierweise für diese Publikation: WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Berlin: WBGU.

Leitautor*innen: Martina Fromhold-Eisebith, Ulrike Grote, Ellen Matthies, Dirk Messner, Karen Pittel, Hans Joachim Schellnhuber, Ina Schieferdecker, Sabine Schlacke, Uwe Schneidewind

Mitautor*innen: Katharina Bohnenberger, Marcel J. Dorsch, Marian Feist, Juliana Gärtner, Maja Göpel, Ulrike Jürschik, Carsten Loose, Reinhard Messerschmidt, Nele Petrusjanz, Johannes Pfeiffer, Benno Pilardeaux, Teresa Schlüter, Astrid Schulz, Paul Szabo-Müller, Hannah Wallis, Nora Wegener

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-946830-02-3

© WBGU Berlin 2019

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Das diesem Bericht zu Grunde liegende F&E-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit unter dem Förderkennzeichen 01RI0708A4 durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autor*innen.

Gestaltung: WERNERWERKE GbR, Berlin
Titelbilder: ©gettyimages: Marcia Straub „An Abstract Image of the Woods“ und
Flashpop „Group of children wearing virtual reality headsets“

Herstellung: WBGU
Satz: WBGU

Inhaltsverzeichnis

9	Handlungsempfehlungen	17
9.1	Digitalisierung für die Agenda 2030 und die Transformation zur Nachhaltigkeit nutzen	23
9.1.1	Digitalisierung und die Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen	25
9.1.1.1	Dekarbonisierung und Klimaschutz im Energiesektor vorantreiben, Rebound-Effekte vermeiden	25
9.1.1.2	Kreislaufwirtschaft für mehr Ressourceneffizienz und Vermeidung von Elektroschrott nutzen	26
9.1.1.3	Nachhaltige Landnutzung und Schutz von Ökosystemen sicherstellen	27
9.1.1.4	Weltumweltbewusstsein und nachhaltigen Konsum durch Digitalisierung unterstützen	27
9.1.1.5	Unternehmen in Gestaltung einer digitalisierten nachhaltigen Zukunftswirtschaft einbinden	28
9.1.2	Armutsbekämpfung und inklusive Entwicklung	29
9.1.2.1	Analoge Basis stärken	29
9.1.2.2	Entwicklungszusammenarbeit und -planung mit digitalen Technologien verbessern	30
9.1.2.3	Digitalisierung der Städte an Nachhaltigkeitskriterien ausrichten und inklusiv gestalten	30
9.1.2.4	Nutzung digitaler Technologien in Strategien nachhaltiger und inklusiver Mobilität einbetten	31
9.1.3	Arbeit der Zukunft und Abbau von Ungleichheit	32
9.1.3.1	Arbeit der Zukunft als Nachhaltigkeitsaufgabe thematisieren	32
9.1.3.2	Sicherung und Förderung sozialer Standards im Arbeitsschutz	33
9.1.3.3	Monitoring und Verbesserung der Funktionsfähigkeit der Arbeitsmärkte	33
9.1.3.4	Neue Mechanismen der Verteilung entwickeln und umfassend prüfen	34
9.1.3.5	Internationale Arbeitsteilung: Auf Strukturwandel vorbereiten	34
9.1.4	Wissen, Bildung und digitale Mündigkeit	35
9.1.4.1	Bildung für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft frühzeitig konzipieren	35
9.1.4.2	Pakt der Zukunftsbildung verhandeln	35
9.1.4.3	Bildung als Zukunftsinvestition ernst nehmen	36
9.1.4.4	Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung prominent unterstützen	36
9.1.4.5	Wissen als integralen Bestandteil von Zukunftsgestaltung begreifen und organisieren	36
9.2	Neue Nachhaltigkeitsherausforderungen durch die digitale Revolution	36
9.2.1	Big Data und Privatsphäre	36
9.2.1.1	Staatliche und privatwirtschaftliche Verantwortlichkeit für Privatsphärensicherheit stärken	37
9.2.1.2	Völkerrecht zum internationalen Schutz der Privatsphäre auf UN-Ebene schaffen	38
9.2.1.3	Digitalen Strukturwandel der Öffentlichkeit gemeinwohlorientiert und innovativ gestalten	38
9.2.2	Fragilität und Autonomie technischer Systeme	39

9.2.2.1	Sicherheit der Digitalisierung als Voraussetzung für die Transformation zur Nachhaltigkeit	39
9.2.2.2	Einsatz automatisierter Entscheidungen	40
9.2.3	Ökonomische und politische Machtverschiebungen	41
9.2.3.1	Öffentlich-rechtliche IKT-Infrastrukturen und digitale Gemeingüter schaffen	41
9.2.3.2	Steuer- und Abgabensysteme reformieren	42
9.2.3.3	Monopolisierungstendenzen vorbeugen und Wettbewerb auf digitalisierten Märkten stärken	44
9.3	Weltordnung des Digitalen Zeitalters.	45
9.3.1	Global Governance für die nachhaltige Gestaltung des Digitalen Zeitalters	45
9.3.1.1	UN-Gipfel „Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ anberaumen	45
9.3.1.2	Verankerung des Themas Digitalisierung und Nachhaltigkeit im UN-System sicherstellen	46
9.3.1.3	Völkerrechtlicher Rahmen als unverzichtbarer Bestandteil.	47
9.3.1.4	Wissenschaftliches Gremium zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit berufen.	47
9.3.2	Die EU als Vorreiterin für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft	47
9.3.2.1	Weichenstellungen für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft	47
9.3.2.2	Datenschutz und Ethik bei Technikgestaltung als Wettbewerbs- und Standortvorteil ausbauen	48
9.3.3	Akteurskonstellationen für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften.	49
9.3.3.1	Zivilgesellschaftliche Netzwerke für individuelle und gemeinwohlbezogene Belange ausbauen	49
9.3.3.2	Tech-Communities als Verbündete für die Transformation zur Nachhaltigkeit gewinnen.	49
9.3.3.3	Mainstreaming technischen Wissens und Modernisierung staatlicher Institutionen	51
9.3.3.4	Ressourcen transnationaler und internationaler Organisationen für Nachhaltigkeit nutzen	51
9.4	Neue normative Fragen – Die Zukunft des <i>Homo sapiens</i>.	51
9.4.1	Gehirn-Computer-Schnittstellen: Datenschutz und Abschaltmöglichkeit verankern ..	52
9.4.2	Zulassungsstandards und „Frühwarnsysteme“ im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion	52
9.4.3	Verständnis des Verhältnis „Mensch – Maschine – Umwelt“ kontinuierlich anpassen	53
9.4.4	Effektive und inklusive Diskursarenen schaffen.	53
10	Forschungsempfehlungen	55
10.1	Übergeordnete Forschungsschwerpunkte	56
10.2	Forschungsstrukturen – Transformationsforschung und transformative Forschung im Digitalen Zeitalter.	57
10.2.1	Forschungsprogramme und -strategien an der Schnittstelle von Digitalisierung und Nachhaltigkeit ausbauen.	58
10.2.1.1	Horizon Europe: Digitalisierte Nachhaltigkeit in Europa zentral verankern .	58
10.2.1.2	Future Earth: Nachhaltigkeitsforschung in Richtung Digitalisierung erweitern.	59
10.2.1.3	Hightech-Strategie 2025: Digitalisierung und Nachhaltigkeit stärker zusammendenken	60
10.2.1.4	FONA ⁴ : Verknüpfung mit Digitalisierung herstellen.	60
10.2.1.5	Energieforschungsprogramm der Bundesregierung: Nachhaltigkeitswirkungen sowie die internationale Perspektive stärken.	60

10.2.2	Empfehlungen an bestehende Akteure im Wissenschaftssystem	61
10.2.2.1	DFG: Ständige Senatskommission für Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung einrichten	61
10.2.2.2	Universitäten und Hochschulen: Leitlinien formulieren und weiterentwickeln	62
10.2.2.3	Akademien der Wissenschaften: Bezüge zur Nachhaltigkeit stärker adressieren	62
10.2.2.4	Wirtschaft: Ethik- und Nachhaltigkeitsaspekte in unternehmensinterne F&E integrieren	62
10.2.3	Forschungsinstitut(e) zu den Grundfragen der digitalisierten Nachhaltigkeit gründen	63
10.2.3.1	Neue Forschungsinstitute bei außeruniversitären Forschungseinrichtungen	63
10.2.3.2	Initiative für ein neues Max-Planck-Institut zum Thema „Geo-Anthropologie“ umsetzen	63
10.2.4	Das Wissenschaftssystem weiterentwickeln und neue Formen der Kooperation von Wissenschaft und Gesellschaft etablieren	63
10.2.4.1	Offene Wissenschaftsstrukturen zur gemeinsamen Wissensproduktion....	63
10.2.4.2	Digital unterstützte Wissenschaft in und mit der Öffentlichkeit – von lokal bis global	64
10.2.4.3	Digital unterstützte Trans- und Interdisziplinarität zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen	65
10.2.4.4	Relevanten Anteil der Forschung inter- und transdisziplinär organisieren und Erkenntnistheorie stärker in die wissenschaftliche Ausbildung integrieren.	65
10.2.4.5	Drittmittel bereitstellen und Freiräume schaffen, um stärker aus der Forschung in öffentliche Diskurse hineinzuwirken	67
10.3	Inhaltliche Forschungsempfehlungen	67
10.3.1	Forschung zur Digitalisierung für Nachhaltigkeit	68
10.3.1.1	Forschung zum ökologischen Fußabdruck digitaler Lösungen und zur Kreislaufführung von Produkten, Komponenten und Rohstoffen	68
10.3.1.2	Digitalisierung als Weichenstellerin der Dekarbonisierung	69
10.3.1.3	Nachhaltige Industrie 4.0 und ressourcenschonender industrieller Metabolismus.....	69
10.3.1.4	Forschung zur Digitalisierung für globale Ernährungssicherung und Naturschutz	70
10.3.1.5	Nutzung der Digitalisierung für eine nachhaltige Stadtentwicklung	70
10.3.1.6	Neue Entwicklungsmodelle für Entwicklungs- und Schwellenländer	71
10.3.2	Forschung für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften	71
10.3.2.1	Arbeit der Zukunft: Neue Teilhabeformen entwickeln	71
10.3.2.2	Finanzierungskonzepte für Staat und Sozialsysteme erarbeiten	71
10.3.2.3	Forschung zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktionen	72
10.3.2.4	Technik- und experimentelle Folgenabschätzung für den Umgang mit großer Unsicherheit	72
10.3.2.5	Forschung für einen nachhaltigen Umgang mit Daten.....	72
10.3.2.6	Forschung zu sozialen Plattformen	72
10.3.2.7	Bildungsforschung zur Befähigung des Individuums im nachhaltigen Digitalzeitalter	73
10.3.3	Forschung zur Zukunft des <i>Homo sapiens</i>	74
10.3.3.1	Digitale Anthropologie: Wie verändert sich das Menschenbild?	74
10.3.3.2	Wirkungen der Digitalisierung auf Kognition, Emotion und soziales Leben erforschen.....	74
10.3.3.3	Erforschung der Zukunft der menschlichen Zivilisation	74

Handlungsempfehlungen

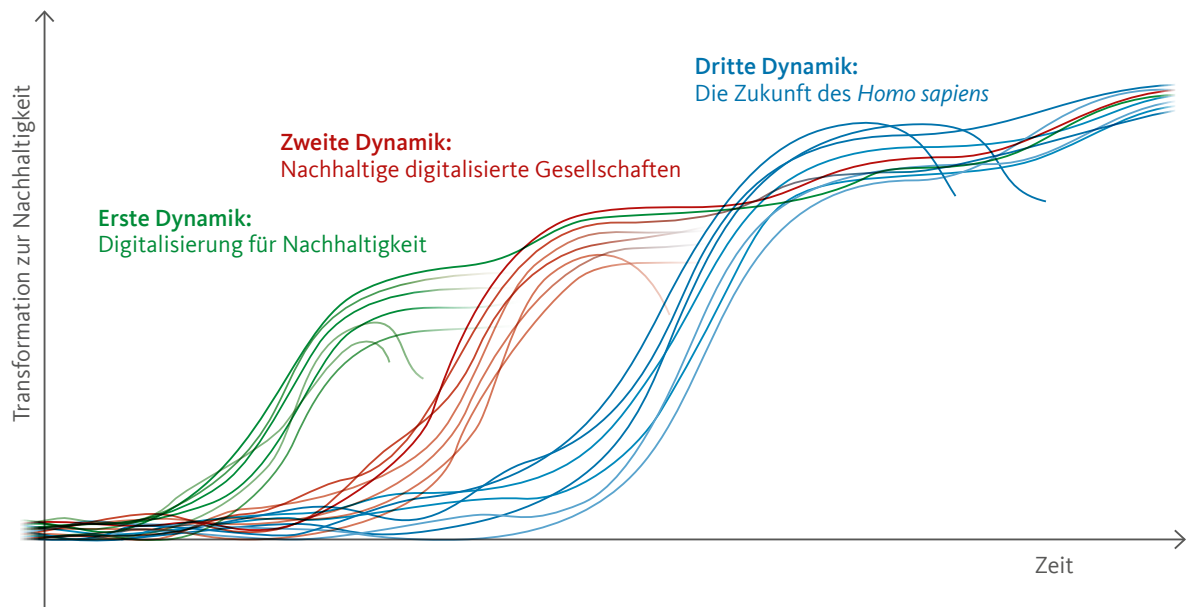
Der WBGU empfiehlt, die Digitalisierung ausdrücklich in den Dienst der Nachhaltigkeit zu stellen. Ohne aktive Gestaltung birgt der globale digitale Wandel das Risiko, die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit weiter zu beschleunigen. Ohne Regulierung und demokratische Kontrolle kann er auch den Zusammenhalt unserer Gesellschaften gefährden, Grund- und Menschenrechte verletzen und unsere Demokratien schwächen. Nur wenn die Nutzung digitaler Technologien in eine Strategie nachhaltiger Entwicklung eingebettet wird, kann sie auch einen positiven Beitrag für *unsere gemeinsame digitale Zukunft* leisten. Dies erfordert, den Blick über das Jahr 2030, dem Zieljahr der UN-Nachhaltigkeitsziele (SDGs), hinaus zu richten. Damit nimmt der WBGU im Unterschied zu den meisten Studien internationaler Organisationen zu diesem Thema eine längerfristige Perspektive ein. Langfristigkeit erfordert eine adaptive Politikgestaltung und eine Kultur zukunftsorientierten Denkens, gestützt auf systemisch angelegte Langfristanalysen und -szenarien.

Der digitale Wandel findet in einer Zeit statt, in der entscheidende Weichen gestellt und unerwünschte Pfadabhängigkeiten aufgebrochen werden müssen, damit die Transformation zur Nachhaltigkeit gelingen kann. Erfahrungsgemäß steigt in solchen Phasen die Wahrscheinlichkeit grundsätzlicher Veränderungen (Systemumschwünge). Die Herausforderung für Politik und Gesellschaften besteht darin sicherzustellen, dass der digitale Wandel in Richtung Nachhaltigkeit gelenkt werden kann.

Um die vor uns liegenden Veränderungsmöglichkeiten zu fassen, unterscheidet der WBGU drei Dynamiken des Digitalen Zeitalters und deren Interaktion mit nachhaltiger Entwicklung (Abb. 9.1; Kap. 7). Diese Dynamiken beinhalten zeitlich versetzt sehr unterschiedliche Herausforderungen, aber alle erfordern sofortiges Handeln. In der *Ersten Dynamik* steht die Umsetzung der Agenda 2030 im Zentrum und die Frage, welche Weichen gestellt werden müssen, um die Digitalisierung für die Erreichung der SDGs fruchtbar zu machen. Hier geht es um konkrete Politikmaßnahmen

der Umsetzung, für die der WBGU ein Bündel an Empfehlungen gibt, etwa zu urbaner und ländlicher Entwicklung (Kap. 9.1). Die *Zweite Dynamik* betrifft die tiefgreifenden, strukturellen Veränderungen für Gesellschaft, Wirtschaft und Individuum durch die Digitalisierung, wie zum Beispiel neue Herausforderungen im Umgang mit Privatsphäre sowie umfassende Veränderungen der Marktdynamiken. Digitalisierung eröffnet neue Chancen, kann aber auch gewaltige Risiken erzeugen: Derzeit bewegt sich der digitale Wandel auf einem nicht nachhaltigen Pfad. Hier geht es also um präventive Politikgestaltung und darum, dass sich Gesellschaften besser auf tiefgreifende, teilweise disruptive Veränderungen vorbereiten. Technikfolgenabschätzung, Risikoanalyse, die Verzahnung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsforschung und deren Integration in die Politik sind hier zentral (Kap. 9.2). In der *Dritten Dynamik* stellen sich Fragen über die Zukunftsfähigkeit sowie Identität des Menschen und menschlicher Gesellschaften im Verhältnis zur sich entwickelnden natürlichen und technischen Umwelt. Hier stellen sich neue normative Fragen, die das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine betreffen. Um diese Herausforderungen bewältigen zu können, sind gesellschaftliche Dialogprozesse zentral, um wünschenswerte Zukünfte abzustecken. Dafür empfiehlt der WBGU u. a. die Einrichtung von Diskursarenen für grundsätzliche Fragen des Menschseins im Digitalen Zeitalter (Kap. 9.4).

Bei allen Dynamiken liegt die Herausforderung darin, die Wucht der Digitalisierung mit den Zielen nachhaltiger Entwicklung in Einklang zu bringen. Angesichts der sich rasch ändernden Rahmenbedingungen bedarf aber auch die Verständigung über globale Nachhaltigkeit einer Weiterentwicklung. Übergreifend werden daher Vorschläge für eine Global Governance-Architektur sowie die mögliche Rolle der Europäischen Union (EU) diskutiert, die allen Dynamiken gerecht werden kann. Deutlich wird, dass die Politik ihren Modus ändern muss, von einer starken Gegenwartsorientierung, Kritiker*innen würden sagen „Gegenwartsverwaltung“, hin zu einer stärkeren Zukunfts-



↑ Nachhaltigkeit digital unterstützen

- Planetarische Leitplanken einhalten (Klima, Natur, Böden, Ozeane)
- Soziale Kohäsion sichern (gegen Hunger, Armut, Ungleichheit; für Zugang zu Wasser, Gesundheit, Bildung, Energie)

↓ Ökologische und gesellschaftliche Disruption

- Mehr Emissionen und Ressourcennutzung
- Mehr Ungleichheiten
- Mehr Machtkonzentration
- Erosion von Bürgerrechten und Privatheit
- Erosion der Steuerungsfähigkeit des Staates

↑ Neuer Humanismus

- Vernetzte Weltgesellschaft als Weiterentwicklung von Aufklärung und Humanismus
- Entwicklung von Welt(umwelt)-bewusstsein
- Kooperationskultur, Empathie, globale Solidarität

↓ Digital ermächtigter Totalitarismus

- Ausgehöhlte Demokratien und digital ermächtigte Autokratien
- Massive Ungleichheiten, Elitenherrschaft, Totalüberwachung und Freiheitsverlust
- Umweltzerstörung und Verlust sozialer Kohäsion

↑ Selbstbewusstsein des *Homo sapiens* stärken

- Bewahrung des biologischen Menschen in seiner natürlichen Umwelt
- Ethisch reflektierte Weiterentwicklung des Menschen
- Mensch-Maschine-Kollaboration gestalten

↓ Entgrenzung von Mensch und Maschine

- Missbrauch im Verhältnis Mensch-Maschine
- Superintelligenz
- Künstliche Evolution des Menschen

Abbildung 9.1

Drei Dynamiken des Digitalen Zeitalters.

Die Grafik zeigt den positiven Fall einer gelungenen Einhegung der Dynamiken durch Zielsetzung und Gestaltung. Alle drei Dynamiken laufen bereits heute parallel an, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität; es handelt sich also nicht um eine strenge zeitliche Abfolge. Jede Dynamik besteht aus unterschiedlich verlaufenden Teilpfaden. Die Bezeichnung der Dynamiken spiegelt die jeweils erforderlichen Handlungsprioritäten wider.

Die Texte unterhalb der Abbildung geben Stichworte zu den *Potenzialen* (↑: obere Reihe) und den *Risiken* (↓: untere Reihe) der drei Dynamiken.

Quelle: WBGU; Grafik: Wernerwerke, Berlin

gestaltung, die nur gelingen kann, wenn Politik, Gesellschaft und Wirtschaft zusammenwirken.

Für seine thematischen Analysen zur Verbindung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit hat der WBGU einen exemplarischen Ansatz gewählt, der sich in „Schauplätzen des digitalen Wandels“ niederschlägt (Kasten 9-1). Diese geben einen vielfältigen Eindruck der Gestaltbarkeit der Digitalisierung im Dienst der

Großen Transformation zur Nachhaltigkeit. Eine ausführliche Darstellung der Schauplätze inklusive spezifischer Handlungs- und Forschungsempfehlungen findet sich in Kapitel 5.

In seinem 2018 vorgelegten Impulspapier „Digitalisierung: Worüber wir jetzt reden müssen“ hat der WBGU Schlüsselfragen zu zehn Themenkomplexen formuliert (WBGU, 2018b). Die Strukturierung der

Handlungsempfehlungen lehnt sich im Wesentlichen an diese Themenkomplexe an. Dabei wird nicht der Anspruch erhoben, Antworten für alle im Papier gestellten Fragen zu präsentieren. In vielen Fällen können bereits heute konkrete Vorschläge zur Gestaltung des digitalen Wandels gemacht werden. In anderen Fällen geht es angesichts der bestehenden Unsicherheiten zunächst darum, gesellschaftliche Diskursräume zu schaffen, um das Verständnis für das Ausmaß der möglichen Veränderungen zu schärfen und normative Grundlagen für die Gestaltungsaufgabe zu entwickeln, die sich daraus ergibt. Denn die Digitalisierung ist keine Naturgewalt, sondern der Weg in *unsere gemeinsame digitale Zukunft* ist ein aktiv zu gestaltender Prozess.

Weichenstellungen für einen europäischen Weg zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft

Die EU sollte eine Vorreiterrolle für die Integration von Nachhaltigkeit und Digitalisierung wahrnehmen. Gerade durch die Verstärkung technologischer Innovationen und deren systematische Verbindung mit nachhaltigkeitsorientierten sozialen, kulturellen und institutionellen Innovationen könnte die EU dem globalen Technologiewettlauf eine besondere Prägung geben und Vorreiterin bei der Suche nach Pfaden zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft sein. In Teilbereichen der Digitalisierung ist die EU bereits Vorreiter durch rechtliche Rahmensetzungen. Für Daten- und Privatsphärenschutz ist die EU-Datenschutz-Grundverordnung (EU, 2016) weltweit bislang einzigartig. Sie konkretisiert Grundrechte, indem sie Individuen vor der kommerziellen oder staatlichen unerlaubten Nutzung personenbezogener Daten schützt. Die EU arbeitet zudem an einem europäischen Datenraum, der Bürger*innen und Unternehmen ein hoch entwickeltes, gut funktionierendes, transparentes System öffentlicher Daten, Informationen, Dienste und Standards bieten soll. Dieses System soll auch dazu beitragen, Wettbewerbsfähigkeit und Datenschutz zusammenzuführen, um im besten Falle Wettbewerbsvorteile für Unternehmen aus dem EU-Raum zu schaffen, z.B. im Wettbewerb mit China und den USA.

Die EU hat ebenso eine Vorreiterrolle im Bereich der Nachhaltigkeitspolitik: So ist Umweltschutz als EU-Ziel in der Grundrechtecharta und im EU-Vertrag verankert. Ferner arbeitet die EU derzeit an einem neuen Umweltaktionsprogramm und einer Dekarbonisierungsstrategie als Beitrag zum Pariser Übereinkommen. Die EU ist jedoch (noch) keine Pionierin, wenn es um die dringend notwendige, umsetzungsorientierte Verzahnung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung geht. Überlegungen, wie digitaler Wandel für die Verwirklichung der SDGs genutzt werden kann oder welche ethischen Grundsätze für die Anwendung von Künstlicher Intelligenz

(KI; Kap. 3.3.3) entwickelt werden sollten, stehen noch am Anfang.

Für einen *europäischen Weg zu digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaften* schlägt der WBGU Weichenstellungen auf fünf unterschiedlichen Bühnen vor, um den tiefen Umbruch für Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter zu meistern. Gelingen kann dieser Weg nur dann, wenn diese miteinander verzahnt werden.

1. *Neuer Humanismus für das Digitale Zeitalter – das normative Fundament unserer Gesellschaften erneuern:* Der WBGU entwickelt einige Grundzüge eines neuen Humanismus für das Digitale Zeitalter, um die fundamentalen und gefährdeten Errungenschaften von Humanismus und Aufklärung der vergangenen zwei Jahrhunderte zu verteidigen und zugleich attraktive Zukunftsperspektiven für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft zu schaffen. Unsere Hoffnung ist, dass Europa zu einer solchen zivilisatorischen Anstrengung in der Lage sein könnte.
2. *Charta für den Übergang zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft:* Gesellschaftliche Diskurse für einen neuen Humanismus brauchen einen Startpunkt. Der WBGU hat auf der Grundlage seiner Analysen und Diskussionen wesentliche Prinzipien und Leitplanken für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft in einer Charta verdichtet, die sich die EU zu eigen machen kann. Zu diesen Leitzielen gehören der Schutz des Planeten sowie die Bewahrung der Integrität des Menschen, vor allem durch Schutz der Menschenwürde. Diese Charta umfasst zudem die Unterstützung lokaler und globaler Fairness, Gerechtigkeit sowie Solidarität unter den Bedingungen digitaler Umwälzungen. Schließlich beinhaltet sie die Stärkung von Welt(umwelt)bewusstsein und von Kulturen und Ordnungen globaler Kooperation durch Nutzung digitaler Möglichkeiten sowie die Entwicklung von KI, welche menschliche Entfaltungsmöglichkeiten, gesellschaftliche Lernfähigkeit und soziale Kohäsion unterstützt. Die Charta kann Ausgangspunkt zur Erneuerung der Nachhaltigkeitsparadigmen werden und *unsere gemeinsame digitale Zukunft* national, europäisch und global ins Zentrum der Anstrengungen stellen. Die Charta knüpft an die Agenda 2030 an und geht zugleich über sie hinaus, um normative Grundlagen unserer Gesellschaften im Digitalen Zeitalter zu markieren.
3. *Bausteine einer handlungsfähigen Verantwortungsgesellschaft:* Wissenschaft und Bildung sind Grundlagen für Freiheit, Teilhabe und Eigenart des Einzelnen im Sinne zukunftsorientierter und kreativer Teilhabegesellschaften. Die Anforderungen an unsere Gesellschaften können nicht nur durch einzelne Instrumente (wie CO₂-Steuer, Ressourcen-

Kasten 9-1

Schauplätze des digitalen Wandels

Die „Schauplätze des digitalen Wandels“ sollen exemplarisch einen vielfältigen Eindruck von der Gestaltbarkeit der Digitalisierung im Dienst der Großen Transformation zur Nachhaltigkeit geben. Im Gutachten werden konkrete Themen knapp vorgestellt und analysiert sowie jeweils Handlungs- und Forschungsempfehlungen abgeleitet.

Industrieller Metabolismus

Digitalisierung verändert die energetischen und stofflichen Austauschbeziehungen (Metabolismus) in Unternehmen und Wertschöpfungsketten. Bei digitalen Geräten überwiegen derzeit die Umwelttrisiken (z.B. Elektroschrott). In der Produktion bieten digitalisierte, im Sinne von Industrie 4.0 koordinierte Fertigungsprozesse Potenziale für höhere Ressourceneffizienz. Digitale Plattformen könnten eine enge Verknüpfung der Stoffströme zwischen Unternehmen ermöglichen. Die globalen Nachhaltigkeitsimplikationen und der Beitrag zur Kreislaufwirtschaft sind ambivalent zu bewerten und verlangen vertiefte Analysen.

Neue Ansätze des nachhaltigen Wirtschaftens

Digitale Technologien ermöglichen neue, kollektiv organisierte und gemeinwohlorientierte Wirtschaftsformen. Dazu zählen neue Geschäftsmodelle (nachhaltiges digitales Unternehmertum bzw. grüne digitale Start-Ups) und Unternehmensformen (Plattform-Kooperativen), alternative Produktionsformen (prosumer, commons-based peer production) sowie partizipative Wertschöpfung (Sharing Economy). Verbundene Potenziale zu heben, erfordert passende rechtliche Rahmenbedingungen, wie auch entsprechende Wirtschaftsförderung und den Aufbau von Infrastrukturen.

Nachhaltiges Konsumverhalten

Der Einsatz digitaler Technologien kann Konsument*innen dabei unterstützen, auf nachhaltige Weise zu konsumieren (z.B. durch suffiziente und ressourcenschonende Nutzung, Wiederverwenden, Reparieren und Teilen). Der Fokus liegt auf Entscheidungen der Konsument*innen über Art, Menge und Nutzung der Produkte. Es werden nachhaltigkeitsrelevante Formen „digitalisierten Konsums“ vorgestellt und Herausforderungen und Potenziale des digitalisierten Konsums für die Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen aufgezeigt.

Onlinehandel

Onlinehandel nimmt rasant zu. Negativen Umwelteffekten durch Lieferdienste, Verpackungsmüll oder Retouren stehen positive Effekte durch reduzierte Privatfahrten oder optimierte Logistik gegenüber. Der Großteil des Umsatzes im Onlinehandel konzentriert sich derzeit auf wenige Unternehmen, die den stationären Handel verdrängen. Die Möglichkeiten sinken, die Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards am Herkunftsort zu kontrollieren. Kommunen und Städte sollten Strategien entwickeln, um auf die Verdrängung des stationären Einzelhandels zu reagieren.

Elektroschrott in einer Kreislaufwirtschaft

Digitalisierung ist ein Treiber für Ressourcenextraktion und schnell wachsende Mengen von Elektroschrott und toxischem Abfall. Um diesen Trend umzukehren, müssen Ziele der Kreislaufwirtschaft wie Ressourcenschonung, Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Recycling bereits in Geschäftsmodel-

le und Produktdesigns integriert werden. Klare Regulierung und Anreizsetzung, gesellschaftliche Verankerung sowie eine Forschungsoffensive sind Hebel, um Potenziale zu heben, die digitale Technik entlang des gesamten Produktlebenszyklus bietet.

Digitalisierung für Klimaschutz und Energiewende

Digitale Lösungen unterstützen die Integration fluktuierender erneuerbarer Energien in die Energiesysteme und können den Zugang zu moderner Energie in netzfernen Regionen befördern. Problematisch können direkt und indirekt durch die Digitalisierung ausgelöste Steigerungen der Energienachfrage sein. Langfristige Ziele müssen klar und verlässlich gesetzt werden, um Investitionen und Innovationen für den Klimaschutz zu nutzen. Die Sicherheit der zunehmend komplexen Energiesysteme sowie der Datenschutz sollten von Anfang an mitbedacht werden.

„Smart City“ und nachhaltige Stadtentwicklung

Nachhaltige Stadtentwicklung unter dem Einsatz digitaler Technologien setzt voraus, dass Kommunen und Stadtgesellschaften ihre Gestaltungshoheit gegenüber der Digitalwirtschaft bewahren und eine eigene Technologiesouveränität aufbauen. Eine wachsende Zahl von Städten investiert aktiv in dezentrale digitale urbane Plattformen, offene Architekturen und Gemeinwohlorientierung. Setzt sich dieser Trend durch, besteht berechtigte Hoffnung, dass der digitale Wandel für eine inklusive, nachhaltige Stadtentwicklung genutzt werden kann.

Urbane Mobilität

Digital gestützte Innovationen im Verkehrsbereich werden derzeit in vielen Städten erprobt und lassen disruptive Veränderungen erahnen. Offen sind vielfach der Umgang mit Daten sowie Fragen der Haftung. Die Lösung zentraler Probleme urbaner Verkehrssysteme (z.B. hohe CO₂- und Luftschadstoffemissionen, Flächenverbrauch, Lärmbelastung, steigende Fahrt- und Transportzeiten sowie Unfallrisiken) ist aber keine rein technologische Frage, sondern wird sich aus der passenden Einbettung digitaler Lösungen in übergreifende Konzepte nachhaltiger urbaner Mobilität entscheiden.

Präzisionslandwirtschaft

Landnutzung ist ein zentrales Nachhaltigkeitsthema für Ernährungssicherung und Naturschutz. Die Digitalisierung darf nicht die Trends in der industriellen Landwirtschaft verstärken. Sie sollte dafür eingesetzt werden, dass Umweltschäden durch Düngemittel- und Pestizideinträge sinken sowie die Diversität von Anbauformen und Landschaftsgestaltung gefördert wird. Vertrauenswürdige Datensysteme, der Fokus auf Datenhoheit sowie Open Data und Open Source können helfen, zunehmenden Kontrollverlust sowie Abhängigkeit der Landwirt*innen von Agrarunternehmen zu verhindern.

Landwirtschaft in Entwicklungsländern

Kleinbauern und -bäuerinnen bewirtschaften den größten Teil der weltweiten Agrarflächen. Präzisionslandwirtschaft ist sehr kapitalintensiv und daher für die kleinbäuerliche Landwirtschaft in Entwicklungsländern weniger geeignet. Dennoch kann die Digitalisierung über verbesserten Zugang zu Informationen, Beratung und Bildung eine Steigerung der Effizienz, der Produktivität und der Nachhaltigkeit von Kleinbetrieben ermöglichen. Der Zugang zu Mobilkommunikation und die Organisation der Kleinbetriebe in Genossenschaften spielen dabei eine zentrale Rolle.

Monitoring biologischer Vielfalt

Die Digitalisierung verändert den Naturschutz auf fundamentale und transformative Weise. Digital gestütztes Monitoring von Ökosystemen kann die Treiber der Biodiversitätskrise nicht direkt beeinflussen, aber es ist eine Quelle wertvollen Wissens und eröffnet neue Möglichkeiten bei der Überwachung von Managementregeln und Verboten, die eine Übernutzung biologischer Ressourcen verhindern sollen. Die Vision eines globalen Systems für das Monitoring biologischer Vielfalt mit teilautomatisierten Bestandsaufnahmen von Arten und Ökosystemleistungen wird realistischer.

Kollektives Weltbewusstsein

Erdsystembewahrendes Handeln einzelner Menschen kann durch entsprechendes Problembewusstsein sowie konkretes Handlungswissen motiviert werden. Neue digitale Möglichkeiten, etwa Interaktivität, Gaming, virtuelles Naturerleben oder bürgerwissenschaftliche Projekte (Citizen Science) bieten neue Chancen zur Umweltbewusstseinsbildung. Perspektivisch erwächst daraus eine neue Bereitschaft zu globaler Kooperation und einem starken Weltbürgerbewusstsein.

Öffentlicher Diskurs

Digitale Technologien verändern wie wir kommunizieren, wie wir gesellschaftliche Debatten wahrnehmen und wie wir daran teilnehmen können. Neue Partizipationsformen, algorithmische Vorstrukturierung von Medieninhalten, die Nutzung sozialer Medien und neue Formen der Redaktion von Inhalten restrukturieren den öffentlichen Diskurs. Neue Kompetenzen sowie adäquate rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen sind notwendig, damit auch langfristig die Fundamente demokratischer Meinungsbildung und journalistischer Qualität erhalten werden können.

Scoring

Scoring-Verfahren bilden menschliches Verhalten durch einen Zahlenwert ab. Sie werden in immer mehr gesellschaftlichen Kernbereichen (z.B. Gesundheitsversorgung, Strafverfolgung) als Entscheidungsgrundlage eingesetzt, oft ohne Wissen der Betroffenen. Potenziale für eine objektivere Entscheidungsfindung werden durch mangelnde Transparenz über Einsatzgebiete, Methoden und Daten sowie fehlender Aufsicht unterwandert. Individuen sollten ein Recht auf rationale Entscheidungsbegründung erhalten. Wie Scoring gesellschaftliche Normen und moralische Standards beeinflusst, sollte ein zentrales Forschungsthema sein.

Zukunftsbildung

Die Digitalisierung wird bisher bei Bildungsangeboten nicht systematisch einbezogen. Die geplanten Förderungen von Digitalkompetenzen und Infrastruktur (z.B. im DigitalPakt Schule) erscheinen notwendig, aber nicht hinreichend. Das Zusammendenken von Digitalisierung und Nachhaltigkeit erfordert vielfältige Initiativen im Kontext Bildung. Der WBGU zeigt, wie Bildung im Sinne einer „Zukunftsbildung“ gestaltet werden könnte, welche Risiken kompensiert werden sollten (etwa sog. „fake news“) und wo Potenziale für solidarische Lebensqualität gehoben werden können.

Öffentlich-rechtliche IKT

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) haben gesellschaftlich stark an Bedeutung gewonnen und beeinflussen zunehmend das Leben der Bürger*innen. Der öffentlichen Hand kommt eine Verantwortung für den Betrieb und

die Inhalte einer öffentlich-rechtlichen IKT zu. Diese ist eine wichtige Voraussetzung für gleichberechtigte Teilhabe am gesellschaftlichen Leben, für die Bereitstellung von und den Zugang zu digitalen Gemeingütern und auch Standortfaktor für Innovation, Wettbewerb, Beschäftigung und nachhaltiges Wirtschaftswachstum.

Digitale Technik als Gender-Bender?

Geschlechtergerechtigkeit ist trotz wachsender politischer Aufmerksamkeit in keinem Land der Welt erreicht. Bestehende Gender-Ungleichheiten und Stereotypen werden in sozio-technischen Systemen wie dem Internet reproduziert, was zu neuer Benachteiligung führen kann. Gleichstellungsmaßnahmen, auch jenseits des zweigeschlechtlichen Verständnisses, sind weiterhin notwendig. Emanzipatorisches Potenzial bietet digitale Technik durch Informationszugang und Vernetzung, Aufdeckung von Diskriminierung und Sensibilisierung in digitalen Experimentierräumen.

Selbstvermessung des Körpers

Angebote zur digitalen Selbstvermessung stellen Menschen Informationen über ihren eigenen Körper bereit und bieten den Vergleich zu anderen. Der WBGU zeigt daran beispielhaft die Implikationen der Digitalisierung des Gesundheitswesens sowie der allseitigen Datenerhebung und -verfügbarkeit. Der potenziell besseren Informationsbasis für Nutzer*innen stehen starke Qualitätsdefizite mit Blick auf Datenschutz, -qualität, -erhebung und -verarbeitung gegenüber. Zudem könnten Privatsphäre, persönliche Freiheit und Selbstbestimmung der Nutzer*innen eingeschränkt werden.

Internationale Arbeitsteilung

Der fortschreitende digitale Strukturwandel in der internationalen Arbeitsteilung wird zu einer Neujustierung der Rolle von Entwicklungs- und Schwellenländern führen. Eindeutige Schlussfolgerungen zur Wirkung der Digitalisierung auf die internationale Organisation von Wertschöpfungsketten sind derzeit nur eingeschränkt möglich. Hohen potenziellen Verlusten von Arbeitsplätzen durch digital gestützte Automatisierung und Prozesse der Rückverlagerung von Produktion stehen neue Zugänge zu Märkten vor allem durch digitale Plattformen gegenüber.

Arbeitswelten der Zukunft

Arbeitsmärkte werden durch Digitalisierung und Nachhaltigkeitstransformation tiefgreifend umgestaltet. Beschäftigten werden dem Menschen auch in Zukunft erhalten bleiben. Offen ist, wie diese gesellschaftlich eingebettet und organisiert werden können, damit die Funktionen von Erwerbsarbeit heute – Sicherung von Lebensunterhalt und gesellschaftlicher Teilhabe sowie Grundlage von Selbstwertgefühl – in Zukunft gewährleistet werden. Digitaler Wandel und Nachhaltigkeitstransformation bieten aber Chancen, neue Leitbilder für nachhaltigere Arbeitswelten zu entwickeln und zu etablieren.

Digitale Gemeingüter

In Anlehnung an Gemeingüter im Allgemeinen sind digitale Gemeingüter Daten, Informationen, Bildungs- und Wissensartefakte im Gemeinwohlinteresse, die öffentlich und barrierefrei zur Verfügung stehen. Sie sind vor ausgrenzender Inanspruchnahme zur Profitmaximierung und vor Missbrauch zu schützen. Dazu sind sowohl organisatorische, regulatorische als auch finanzielle Weichenstellungen wie Bereitstellungspflichten nötig, um Gemeinwohlorientierung mittels digitaler Gemeingüter auszuprägen.

bepreisung oder Novellierungen der bestehenden Weltwettbewerbsordnung) „gelöst“ werden. Vielmehr müssen handlungsfähige Verantwortungsgesellschaften entwickelt und gestärkt werden, damit die skizzierten Umbrüche gemeistert und gestaltet werden können. Der WBGU sieht hier folgende zentrale Bausteine, die – in ihrer Gesamtheit und wenn sie klug verbunden werden – die Architektur dieser Gesellschaften ergeben. Als Bausteine einer derartigen handlungsfähigen Verantwortungsgesellschaft, die in der EU gefördert werden sollte, schlägt der WBGU vor:

- Menschen müssen befähigt werden, die anstehenden Umbrüche zu verstehen und mitzugestalten. Umfassende Bildung für nachhaltige Entwicklung im Digitalen Zeitalter ist der Schlüssel hierzu.
- Wissenschaft sollte Zukunftswissen zur Gestaltung digitalisierter Nachhaltigkeit und nachhaltiger Digitalisierung erarbeiten. So wie vor vier Dekaden die Herkulesaufgabe bewerkstelligt wurde, Klima- und Erdsystemforschung mit sozialwissenschaftlichen sowie ökonomischen Disziplinen zu den heute etablierten Nachhaltigkeitswissenschaften zusammenzuführen, gilt es nun, diese rasch und eng mit der Digitalisierungsforschung zu verzahnen.
- Staaten müssen selbst fähig sein zu gestalten: Staaten und öffentliche Institutionen sollten in ihre eigenen Fähigkeiten investieren, um digitale Kompetenzen für den Übergang zur Nachhaltigkeitsgesellschaft auf- bzw. auszubauen.
- Die Schaffung von Experimentierräumen und Diskursarenen in Deutschland und Europa würde es ermöglichen, Innovationen vorzubereiten und zu beschleunigen, Zukunft vorzudenken und Beispiele für Zukunftsgestaltung zu entwickeln.
- Die neuen Machtkonstellationen müssen eingeehtet werden, um demokratische Teilhabe zu sichern. Wichtige Beispiele angesichts der hohen globalen Mobilität der Digitalwirtschaft sind eine internationale Harmonisierung des Wettbewerbsrechts und der Unternehmensbesteuerung sowie grenzüberschreitend klar regulierte, diskriminierungsfreie und im Sinne der Interoperabilität standardisierte Austauschprozesse in virtuellen Räumen.
- Die digitalen Veränderungen haben prinzipiell weltumspannende Wirkung, so dass globale, regel- und fairnessbasierte Ordnungsmodelle nötig sind, die eine Verbindung von digitalem Wandel mit der Transformation zur Nachhaltigkeit, wie sie in der Charta des WBGU vorgeschlagen werden, ermöglichen. Nur wenn die EU einen

gemeinsamen Weg in diese Richtung entwickelt, können europäische Gesellschaften Einfluss auf die globale Neuordnung der Zukunft nehmen.

- Digitalisierung wird die Entwicklungschancen der Gesellschaften in Entwicklungs- und Schwellenländern fundamental verändern, zum Guten wie zum Schlechten. Die internationale Kooperation für nachhaltige Entwicklung und die Zusammenarbeit Deutschlands und der EU mit den Vereinten Nationen und anderen multilateralen Akteuren sollte daher in diese Richtung dringend ausgebaut werden.
4. *Technologische Game Changer können Nachhaltigkeitstransformationen beschleunigen:* Die Digitalisierung bietet einen enormen Instrumenten- und Methodenkasten, der für die Nachhaltigkeitsziele effektiv und effizient zum Einsatz gebracht werden muss. Beispiele für technologische Game Changer, die die EU rasch voranbringen sollte, um in Kooperation und Wettbewerb mit anderen Staaten und den Vereinten Nationen Veränderungsprozesse in den europäischen Gesellschaften und in der Weltwirtschaft auszulösen, sind:
- Die erweiterten Möglichkeiten einer digitalisierten Erdfern- und -nahbeobachtung und die dafür benötigte Sensorik, Geräte und Infrastrukturen sollten weltweit ausgebaut und für ein umfassendes und echtzeitnahes Monitoring der natürlichen Erdsysteme, ihrer Zustände und ihrer Entwicklung ertüchtigt werden. Daraus resultierende internationale digitale Gemeingüter (Kap. 5.3.10) sollen als Ausgangspunkt für die Etablierung und Realisierung von Diensten und Anwendungen für ein Welt(umwelt)bewusstsein (Kap. 5.3.1) genutzt werden.
 - Darauf aufbauend sollten die Nationalstaaten im Kontext der UN ein weltweit abgestimmtes und interoperables System einer digitalen SDG-Indikatorik etablieren, um so die Aktualität, Transparenz, Vergleichbarkeit und Überprüfbarkeit digitalisierter nationaler und internationaler SDG-Reports zu verbessern.
 - Parallel dazu sollten die für die SDG-Indikatorik und die Erdbeobachtung erfassten nachhaltigkeits- und umweltorientierten Daten als digitale Gemeingüter zugänglich gemacht werden.
 - Nicht zuletzt sollten IKT-Infrastrukturen als Teil der öffentlich-rechtlichen Daseinsvorsorge (Kap. 5.3.5) diskriminierungsfrei bereitgestellt werden und so Teilhabe und die Herausbildung von „Qualitätsmedien“ auch im digitalen Raum begünstigt werden.
 - Unter Nutzung digitaler Technologien sollten weltweit Prozesse und Infrastrukturen etabliert

werden, die eine Erfassung von Emissions- und Ressourcenfußabdrücken in traditionellen Wirtschaftszweigen wie auch der Digitalwirtschaft über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ermöglichen.

- Die vielfältigen Potenziale von KI sollten für Nachhaltigkeitsfragen zum Einsatz kommen. Es geht beispielsweise darum, Stoffkreisläufe, Produktionsabläufe, Lieferketten, Nutzungskontexte und Konsummuster besser zu verstehen, wesentliche Trigger und Muster zu bestimmen sowie Optimierungspotenziale zu identifizieren und umzusetzen.
- Die Nutzung der Digitalisierung zur Ermittlung ökologischer Kenngrößen und Zusammenhänge (z.B. SDG-Erreichung, Fußabdrücke, Stoffkreisläufe) schafft die Informationsbasis für eine effiziente Regulierung des Verbrauchs von Umweltressourcen. Insbesondere für das zentrale Ziel der Dekarbonisierung kann Digitalisierung den Unterschied machen, da sie neben ihrer zentralen Rolle in der Realisierung der Energieversorgung mit erneuerbaren Energien zudem dezidierte erzeugungs- und verbrauchsorientierte Regulierungen ermöglicht. Diese können im Zusammenspiel mit Wirtschaftspolitiken zur Dekarbonisierung Wirkung entfalten.
- Keine dieser an die Digitalisierung gebundenen Hebel werden jedoch wirkmächtig, wenn nicht die Resilienz, Cybersicherheit und Vertrauenswürdigkeit digitalisierter Infrastrukturen, ihre Langlebigkeit und Robustheit sowie auch eine dem Menschen vorbehaltene Entscheidungshoheit bei gesellschaftsrelevanten Automatismen mit KI umfassend gewährleistet werden.

5. *Nachhaltigkeit und Resilienz der Wirtschaft stärken:* Digitalisierungsprozesse eröffnen nicht nur Chancen eine grüne Ökonomie voranzubringen, sondern auch die Diversität und Resilienz von Wirtschaftsstrukturen zu stärken, indem die Privatwirtschaft durch weitere Wirtschaftsformen ergänzt wird. Digitalisierung wird auch von genossenschaftlichen, öffentlichen oder gemeinwohlorientierten Unternehmen genutzt, um neue Geschäftsmodelle hervorzubringen. Diese entstehende Diversität knüpft erneut an die alten Stärken der europäischen Nachkriegsökonomien an: eine starke Privatwirtschaft, die Vielfalt von Unternehmensformen sowie in Institutionen und Normensysteme eingebettete Märkte. Um die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen ist es wichtig, neue Gleichgewichte zwischen unternehmerischem Wettbewerb, staatlicher Rahmensetzung, gesellschaftlicher Verantwortung und Gemeinwohlorientierung zu fin-

den. Die durch das Pariser Klimaübereinkommen, die Agenda 2030 sowie die vom WBGU skizzierte Charta für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft gesetzten Leitplanken und Werte könnten so zur Richtschnur der Erneuerung Europas werden.

Immanuel Kant hatte die Aufklärung im Kern als „Veränderung der Denkungsart der Menschen“ analysiert. Auf einer neuen Zivilisationsstufe im Digitalen Zeitalter stehen wir im Ringen um nachhaltige, global wie virtuell vernetzte, digitalisierte Gesellschaften und um Suchprozesse in Richtung eines neuen Humanismus vor einer ähnlichen Herausforderung: *der Weiterentwicklung unserer Zivilisation, auf einem endlichen Planeten, im digitalen Anthropozän.*

9.1 Digitalisierung für die Agenda 2030 und die Transformation zur Nachhaltigkeit nutzen

Der Einsatz digitaler Lösungen kann in vielen Fällen die Erreichung der Agenda 2030-Ziele befördern. Es ist aber auch notwendig, Risiken einzuhegen, die durch die Digitalisierung für die Erreichung der SDGs entstehen. Die Analyse des WBGU macht deutlich, dass es keine einfachen technologischen Lösungen für die Erreichung der SDGs gibt – sie müssen immer gesamtgesellschaftlich eingebettet sein. Digitale Lösungen können fehlende politische Ambition, fehlende Regulierung, fehlende Institutionen und fehlende Steuerungsinstrumente nicht ersetzen. Im Zentrum sollte stehen, die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen, um die Wucht der Digitalisierung in die richtige Richtung zu lenken. Darüber hinaus bekommt die Agenda 2030 durch den digitalen Wandel aus Sicht des WBGU noch eine besondere Dringlichkeit, da die Erreichung der Ziele vielfach auch als Voraussetzung gesehen werden kann, Gesellschaften für die durch die Digitalisierung anstehenden umfassenden Umwälzungen fit zu machen. In der Fachliteratur und aktuellen Berichten liegen bereits erste Ansätze zur nachhaltigen Digitalisierungs-gestaltung vor (Kasten 9.1-1).

Der WBGU geht mit einem holistischen Blick in verschiedenen Bereichen der bestehenden Nachhaltigkeitsagenda exemplarisch in die Tiefe und gibt ausgewählte Empfehlungen. Die enge Verbindung zwischen den SDGs wird dabei deutlich (Kap. 8.2). Da viele der Themen auch nach dem Jahr 2030 aktuell sein werden, gehen die Empfehlungen z.T. darüber hinaus und beziehen sich allgemein auf die Transformation zur Nachhaltigkeit.

Kasten 9.1-1**Empfehlungen zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der Fachliteratur**

In Vorbereitung der Ausarbeitung der beiden Empfehlungskapitel dieses Gutachtens wurden für eine Sichtung bereits existierender Handlungsempfehlungen entsprechende Textpassagen aus 90 Quelldokumenten, welche Digitalisierung implizit oder explizit im Nachhaltigkeitskontext verorten, in einer qualitativ-interpretativen Diskursanalyse zu kompakten Aussagen verdichtet. Die gesamte Analyse, sowohl für Handlungs- als auch Forschungsempfehlungen, wird als gesonderter Dokument unter www.wbgu.de als PDF zum Download zur Verfügung gestellt. Teilweise sind diese mehrfach in verschiedenen Quellen enthalten. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass derzeit international und national ein starkes Gewicht auf Empfehlungen gelegt wird, die aus einer eher an technischen Lösungen orientierten Perspektive formuliert wurden. Digitalisierung wird vergleichsweise selten breiter und als sozio-technisches System rezipiert. Die Strukturierung der Themen erfolgte deckungsgleich zu den Kategorien des dem Gutachten vorangegangenen Impulspapiers zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit (WBGU, 2018b).

Im Hinblick auf den *Erhalt natürlicher Lebensgrundlagen* (Kap. 9.1.1) wird in mehreren Texten vorgeschlagen, globale Umweltprobleme mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) zu lösen, den ökologischen Fußabdruck von IKT im Lebenszyklus zu reduzieren, auf nationaler bis globaler Ebene Energielabel umzusetzen sowie in öffentlichen Einrichtungen so energieeffiziente Technologie wie möglich einzusetzen, um dort mit gutem Beispiel voranzugehen. Darüber hinaus reicht die inhaltliche Bandbreite von technologischer Optimierung (z. B. Indikatorik, Evaluation) und konkreten Regulierungsoptionen bzw. Standards bis hin zu einer fundamentalen Umgestaltung der Wirtschaftsordnung (z. B. Sharing Economy).

Auch bezüglich *Armutsbekämpfung und inklusiver Entwicklung* (Kap. 9.1.2) zielt einer der beiden häufigsten Vorschläge auf eine Problemlösung mittels KI. Jedoch wird demgegenüber in mehreren Texten gefordert, benachteiligte Gruppen (z. B. Kinder) vor negativen Auswirkungen der Digitalisierung zu schützen und diese stattdessen zu nutzen, um ihre Teilhabe zu fördern. Das weitere Spektrum umfasst sowohl generelle als auch partiell fokussierte Anti-Diskriminierungsvorschläge als auch technische Lösungen im Hinblick auf SDGs und generelle Probleme globaler und lokaler sozialer Ungleichheit (z. B. Rohstoffe, digitale Teilhabe) sowie auf konkrete Probleme zugeschnittene Handlungsempfehlungen.

Beim Themenkomplex *Arbeit der Zukunft und Abbau von Ungleichheit* (Kap. 9.1.3) wird am häufigsten vorgeschlagen, die Rendite der Automatisierung zur Bewältigung ihrer Folgen einzusetzen, beispielsweise zur Finanzierung eines bedingungslosen Grundeinkommens. Eng verwandt sind spezifischere Vorschläge, die durch KI erzielte Produktivität sozial gerecht zu verteilen oder Daten zu besteuern. Weiterhin wird jedoch betont, dass Arbeit auch zukünftig eine wichtige Basis für Lebensunterhalt und Selbstbestimmung darstelle. Die restlichen Vorschläge betreffen Themen von Aus- und Weiterbildung bis hin zu einer digitalen Revolution des Finanzsystems.

Auch im Bereich *Wissen, Bildung und digitale Mündigkeit* (Kap. 9.1.4) wird am häufigsten die KI thematisiert, allerdings im Hinblick auf den Diskurs zum Thema, welchen es als Dialog mit und in der Gesellschaft zu fördern gelte. Zusätzlich wird eine „digitale Aufklärung“ im Sinne der (Be-)Förderung indi-

vidueller und letztlich kollektiver Mündigkeit adressiert. In diesem Zusammenhang werden eine informierte öffentliche Digitalisierungsdebatte sowie Rechte auf Bildung zum selbstbestimmten digitalen Leben und auf freie digitale Meinungsäußerung ohne Zensur empfohlen. Die restlichen Vorschläge sind neben weiteren Anknüpfungspunkten zu Mündigkeit spezifischer ausgestaltet (z. B. verbraucherzentriertes Datenportals, Ausbildung einer neuen Generation angewandter KI-Ethiker*innen).

Der mit Abstand größte Anteil von Empfehlungen der analysierten Texte bezieht sich auf *Big Data und Privatsphäre* (Kap. 9.2.1). Am häufigsten wird im Hinblick auf Datenschutz gefordert, die Prinzipien *privacy by design* und *by default* durchzusetzen. Weitere Quellen adressieren Rechte auf Datenschutz und Privatsphäre sowie Selbstbestimmung über personenbezogene Daten sowie den Grundsatz der Datensparsamkeit und wenden sich gegen Vorratsdatenspeicherung und gegen eine vermeintlich informierte Einwilligung per AGB. Auf technischer Seite wird Anonymisierung und Transparenz bei Big-Data-Verarbeitung sowie die Sicherstellung und Förderung von Datenportabilität bzw. -austausch eingefordert. In Bezug auf algorithmische Entscheidungsfindung (ADM; Kap. 9.2.2) werden transparente und nachvollziehbare Prozesse sowie unabhängige menschliche Kontrollinstanzen insbesondere im Hinblick auf Bias, gefordert. Einige Quellen plädieren für einen „Algorithmen-TÜV“, andere generell für eine strengere gesetzliche Regulierung, menschliche Kontrolle insbesondere im Hinblick auf die Ziele sowie eine klare Verantwortung der Schöpfer*innen von ADM-Prozessen für deren Resultate. Die restlichen Empfehlungen adressieren weitere Aspekte, wie z. B. Stärkung von Datenschutzbeauftragten, corporate data governance oder die Bewahrung persönlicher Datenhoheit.

Das Thema *Fragilität und Autonomie technischer Systeme* (Kap. 9.2.2) wird neben eher generellen Empfehlungen einerseits spezifisch auf IT- und Datensicherheit sowie andererseits auf menschenrechtskonformes maschinelles Lernen adressiert. Am häufigsten wird die Verantwortung von (juristischen) Personen für KI-Handlungen betont. Im Teilbereich IT- und Datensicherheit wird die Förderung offener Standards, Maximierung von Datensicherheit sowie die Sicherstellung der Unversehrtheit, Vertraulichkeit und Integrität von IKT empfohlen. Häufig geht es um die Bewahrung von menschlicher Autonomie und Kontrolle über die Technik, etwa wenn kein „black box“ Einsatz von KI in gesellschaftlichen Kernbereichen gefordert wird. Weitere Empfehlungen adressieren insbesondere die Entwicklung einer europäischen und globalen KI-Charta (Metzinger, 2018; Kap. 3.6.3), sowie weitere ethische Elemente (z. B. graduelle technologiebasierte Ethik für Robotik, ethische und rechtliche Standards für autonomes Fahren).

Am häufigsten wird zum Thema *ökonomische und politische Machtverschiebungen* (Kap. 9.2.3) die Gewährleistung von Netzneutralität und eine stärkere Dezentralisierung von Plattformen gefordert. Die restlichen Empfehlungen umfassen vielfältige Aspekte von der Ermächtigung der Bürger*innen zu juristischen Prozessen über ein Recht auf nicht digitales Wählen bis hin zu für die Öffentlichkeit transparenten IKT-Unternehmen, die Förderung gesellschaftlicher und ökonomischer Vielfalt oder Daten als demokratisches reguliertes Gemeinschaftsgut. Weitere Empfehlungen adressieren verschiedene Themen von digitaler Öffentlichkeit über Softwareentwicklung im Einklang mit dem öffentlichen Interesse bis hin zu wirksamer Unternehmenshaftung. Jenseits davon wird die Modernisierung internationaler Verträge für Daten-

sicherheit oder die Einbettung eines kollaborativen KI-Ökosystems in die Firmenstrategien von Erstausrüstern angeregt.

Zur bereits am Ende des vorigen Abschnitts berührten *Global Governance für die nachhaltige Gestaltung des digitalen Zeitalters* (Kap. 9.3.1) stehen die Weiterentwicklung internationaler juristischer Rahmenbedingungen, die Wahrung von Prinzipien der Stakeholderdiversität nach Region, Sprache, Gender, Interessen bei angestrebter Partizipation der Stakeholder untereinander auf gleicher Augenhöhe sowie prozessuale Aspekte und vor allem die Internet-Governance im Fokus. Weitere Aspekte reichen von einer datengetriebenen EU-Wirtschaftspolitik bis hin zur Verantwortung der Privatwirtschaft und der Forderung, dass diese die Menschenrechte respektiert.

Neue normative Fragen und die Zukunft des Homo sapiens (Kap. 9.4) werden vergleichsweise selten aufgeworfen, adressieren jedoch heterogene Themen mit unterschiedlicher Aktualität und wissenschaftlicher Grundlage. Auf Basis der Unantastbarkeit menschlicher Würde auch im Digitalen Zeitalter werden „Neurorechte“ als internationale Konvention,

die Privatheit neuronaler Daten oder strenge Regulierung ihres (Weiter-)Verkaufs, körperliche Integrität sowie keine maschinelle Entscheidung über Leben und Tod thematisiert. In diesem Zusammenhang wird auch gefordert, Forschung zu autonomen Waffensystemen zu unterbinden, keine voll-automatisierten Waffensysteme einzusetzen oder drohnen-basiertes Töten international zu ächten. Auch militärisches KI-Wettrüsten sei zu verhindern, ebenso wie die Schaffung eines postbiotischen Bewusstseins oder künstlichen Subjekts bzw. entsprechende Forschung. Eine andere Quelle spricht sich jedoch dafür aus, Superintelligenz nur ethisch geplant und gesteuert zu entwickeln.

Die Liste zeigt, dass innerhalb der Fachliteratur bereits einige Ansätze zur nachhaltigen Digitalisierungsgestaltung adressiert werden. Der WBGU schließt im vorliegenden Kapitel in thematisch verbreiteter und inhaltlich konkreter Form daran an. Zu beachten ist jedoch, dass das vorab analysierte Material selektiv und nicht repräsentativ sein kann, da permanent weitere Publikationen erscheinen.

9.1.1

Digitalisierung und die Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen

Die Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen bildet eine der drei Dimensionen des vom WBGU entwickelten normativen Kompasses (Kap. 2.2.1) und umfasst zum einen die Einhaltung planetarischer Leitplanken (etwa zum Klimaschutz oder zur Erhaltung biologischer Vielfalt), zum anderen auch die Vermeidung lokaler Umweltprobleme. Diese Themen werden in verschiedenen SDGs aufgegriffen. Derzeit laufen viele Trends in Richtung steigender Gefahr der Überschreitung von Leitplanken, steigender Emissionen und steigender Ressourcennutzung. Die Digitalisierung kann dazu beitragen, dies weiter zu verstärken. Umso wichtiger ist es, die politischen, ökonomischen und regulativen Rahmenbedingungen zu schaffen, diese Trends umzukehren und die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen, um die natürlichen Lebensgrundlagen auch langfristig zu erhalten. Hierfür werden im Folgenden beispielhaft Empfehlungen für ausgewählte Themen gegeben.



sinken, wird mittelfristig zusätzlich eine Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre nötig sein, um die Ziele des Übereinkommens zu erreichen. Gleichzeitig soll bis 2030 der Zugang aller Menschen zu nachhaltiger und moderner Energie gesichert werden (SDG 7).

Der WBGU empfiehlt, weltweit auf einen beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien hinzuwirken (WBGU, 2016). Digitale Technologien übernehmen hier zunehmend wichtige Funktionen bei der Systemintegration und können den Zugang zu Elektrizität in netzfernen Regionen ermöglichen. Sie erlauben zudem die Elektrifizierung von Sektoren, die bisher durch die Nutzung fossiler Energieträger gekennzeichnet sind. Damit die Transformation zur Nachhaltigkeit gelingt, darf die globale Nachfrage nach Energie allerdings nicht zu stark steigen (WBGU, 2011). Um die Potenziale und Risiken des digitalen Wandels für den Klimaschutz systematisch zu erfassen und daraus Ansatzpunkte für politisches Handeln abzuleiten, empfiehlt der WBGU die Einrichtung einer Digitalisierungskommission für Dekarbonisierung zu prüfen.

Digitalisierung kann ohne klare Rahmenbedingungen als Brandbeschleuniger des steigenden Energie- und Ressourcenbedarfs sowie der Treibhausgasemissionen wirken. Wenn Milliarden neue Geräte in den kommenden Jahren vernetzt werden, wird die Energienachfrage von Datenzentren und Übertragungsdiensten steigen. Grundvoraussetzung, um die Potenziale der Digitalisierung für die Transformation der Energiesysteme und den Klimaschutz zu nutzen, sind daher effektive Klima- und energiepolitische Rahmenbedingungen, wie sie der WBGU in früheren Gutachten bereits ausgeführt hat (WBGU, 2011, 2016b). Dies

9.1.1.1

Dekarbonisierung und Klimaschutz im Energiesektor vorantreiben, Rebound-Effekte vermeiden

Die erfolgreiche Umsetzung des Übereinkommens von Paris erfordert eine weitgehende Dekarbonisierung der globalen Energiesysteme bis Mitte des Jahrhunderts. Je nachdem, wie schnell die Treibhausgasemissionen

umfasst bekannte (aber nicht ausreichend eingesetzte) klimapolitische Instrumente wie eine CO₂-Bepreisung (Kap. 9.2.3.2) oder die Abschaffung von Subventionen fossiler Energieträger, aber auch eine geeignete Technologieförderung. Langfristige Ziele müssen klar und verlässlich gesetzt werden, um Investitionen in die richtige Richtung zu lenken. Auch rechtzeitige Infrastrukturinvestitionen sind notwendig, um Smart Grids für erneuerbare Energien großflächig Realität werden zu lassen.

Der WBGU empfiehlt zudem, Effizienzstandards für digitale Lösungen und digitalisierte Infrastrukturen zu etablieren sowie beispielsweise effiziente Datenzentren zu zertifizieren, um einem steigenden Energieverbrauch gegenzusteuern. Energie- und Ressourceneffizienz sollten dezidierte Innovationsziele für digitale Technologien und Anwendungen sein. Um den Zugang aller Menschen zu modernen Energiedienstleistungen in netzfernen Regionen zu schaffen, empfiehlt der WBGU zudem, die Potenziale von „virtuellen Kraftwerken“ und Mini Grids auf Basis erneuerbarer Energien zu nutzen. Digitale Anwendungen können die derzeit häufig noch in solche Systeme eingebundenen Diesellgeneratoren überflüssig machen. Mini Grids erreichen weit höhere Serviceleistungen als etwa Solar Home Systems und können so auch in netzfernen Regionen eine produktive Energienutzung ermöglichen. Spezifische Empfehlungen für die Dekarbonisierung der Energiesysteme beinhaltet auch Kapitel 5.2.1.

9.1.1.2

Kreislaufwirtschaft für mehr Ressourceneffizienz und Vermeidung von Elektroschrott nutzen

Ein zentraler Baustein der Transformation zur Nachhaltigkeit ist die Überführung einer derzeit überwiegend auf lineare Wertschöpfungsketten ausgerichteten Wirtschaft in eine Kreislaufwirtschaft, die sich an den Prinzipien der nachhaltigen Ressourcennutzung orientiert und sich auf weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe stützt (Kap. 5.2.5). Die Ausrichtung auf die 3R-Strategie „reduce, reuse, recycle“ sieht eine Priorisierung vor, bei der die Abfallvermeidung (z.B. durch Ökodesign, Suffizienz, Sharing) vor der Wiederverwendung steht (z.B. Aufbereitung, Reparatur, Refabrikation) und erst zuletzt auf das Recycling gesetzt wird.

Die Digitalisierung trägt einerseits aufgrund der stark wachsenden Produktion elektronischer Geräte maßgeblich zur Verschärfung der Probleme der linearen Wirtschaft bei, indem sie die Nachfrage nach strategischen Metallen und die Menge an toxischem Elektroschrott steigert. Andererseits kann Digitalisierung helfen, Kreisläufe sichtbar zu machen und Koordinationslücken zu schließen. Der WBGU empfiehlt daher eine

transformative Strategie hin zur Kreislaufwirtschaft, die auf globaler Ebene den gesamten Lebenszyklus der Produkte in den Blick nimmt und sich systematisch digitaler Technologien bedient. Weitere wesentliche Bestandteile dieser Strategie sind das Monitoring von Stoffströmen, regulatorische Voraussetzungen in Form von Steuer- und Abgabensystemen (Kap. 9.2.3.2), neue Geschäftsmodelle, soziale Innovationen sowie gewandelte kulturelle Praktiken der Verbraucher*innen.

Digitale Ansätze sollten helfen, die Produktnutzungsdauer der Geräte zu beobachten, zu analysieren und möglichst zu verlängern, toxische und umweltgefährdende Stoffe zu ersetzen, Exporte von Elektroschrott zu verhindern sowie die Wiederverwendungs-, Reparatur- und Recyclingfähigkeit der Produkte zu verbessern. Die entsprechende Weichenstellung kann durch eine globale Rahmensetzung mit Bezug auf das SDG 12 erfolgen, die 3R-Verbindlichkeiten festlegt. Doch sind in erster Linie nationale Regelungen erforderlich, welche die Herstellerverantwortung erweitern, die Kreislaufwirtschaft in Beschaffungswesen und Ausschreibungen einbinden sowie Anreize für soziale Innovationen setzen.

Beispielsweise können der Aufbau eines digital gestützten globalen Monitoring-Systems für Elektroschrott sowie das Tracking und Vermeiden von Rohstoffen aus Konfliktregionen dazu beitragen, die Sammlungs-, Wiederverwendungs- und Recyclingquoten von Elektroschrott und anderen Geräten sowie die Wiedergewinnung strategischer Metalle erheblich zu steigern.

Die weltweite Einführung eines digitalen Produkt- bzw. Elektroschrottpasses unter Nutzung von Konzepten des Internet der Dinge (IoT; Kap. 3.3.1) sollte geprüft werden. Zudem sollten (digitale) Optionen stärker genutzt sowie ausgebaut werden, die zur Übernahme von mehr Verantwortung durch Unternehmen und Konsument*innen beitragen. Anregungen für soziale Innovationen in der Bevölkerung sollten die Förderung einer Reparaturkultur und generell die Steigerung des 3R-Bewusstseins betreffen, etwa durch Unterstützung von Informations-, Ersatzteil- und Gebrauchtplattformen, Repair Cafés und vereinfachte Rückgabemöglichkeiten für Geräte. Ansätze auf Unternehmensseite sollten auf langlebige, reparatur- und recyclingfreundliche Produktdesigns ausgerichtet sein (z.B. Recht auf Reparatur) sowie auf nutzungsorientierte Geschäftsmodelle (Sharing Economy, Produkt-Service-Systeme). Der Einsatz von digitaler Sensorik, Robotik und KI in Wertstoffsortieranlagen kann deren Effizienz deutlich unterstützen. Weitere konkrete Empfehlungen bieten die Kapitel 5.2.1 und 5.2.5.

9.1.1.3

Nachhaltige Landnutzung und Schutz von Ökosystemen sicherstellen

Nachhaltige Landnutzung ist eines der wichtigsten Zukunftsthemen. Für die langfristige Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln und Biomasse ist der Schutz von Böden und Landflächen vor Übernutzung und Degradation entscheidend. Das in der UN-Konvention zur Desertifikationsbekämpfung (United Nations Convention to Combat Desertification – UNCCD) vereinbarte Ziel, die Landdegradation zu stoppen, sollte nachdrücklich verfolgt werden. Gleichzeitig gilt es, den in der Biodiversitätskonvention (Convention on Biological Diversity – CBD) vereinbarten Stopp des Verlusts von biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen umzusetzen. Digitale Technologien und Anwendungen können hier einen Beitrag leisten, sofern der politische Wille gegeben ist und entsprechende Rahmenbedingungen gesetzt werden. Dies ist derzeit vielfach nicht der Fall, so dass die meisten Biodiversitätsziele der CBD (Aichi-Ziele) ohne erhebliche zusätzliche Anstrengungen nicht erreicht werden können. Laut Global Biodiversity Outlook (CBD, 2014) zeigen entscheidende Treiber des Biodiversitätsverlusts – Verringerung des Verlusts, der Fragmentierung und der Übernutzung natürlicher Ökosysteme, die Verbreitung invasiver, gebietsfremder Arten sowie nicht zuletzt der Klimawandel – keine Fortschritte oder sogar Rückschritte. Digitale Techniken (z.B. Drohnen oder Sensoren) sollten zunehmend als Hilfe bei der Umsetzung der Ziele und Politiken genutzt werden, um Schutz und nachhaltige Nutzung biologischer Vielfalt zu fördern. So lassen sich z.B. akute Probleme der Wilderei in Afrika mit digitalen Methoden (z.B. Drohnen- oder Satellitentracking von Herden und Tieren) begegnen. Weitere Empfehlungen, wie Monitoring von Ökosystemen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt eingesetzt werden kann, enthält Kapitel 5.2.11.

Landwirtschaftliche Betriebe setzen derzeit meist auf Monokulturen und verwenden in großem Umfang Pestizide und Nährstoffe, was Ökosysteme, ihre Ökosystemleistungen sowie ihre biologische Vielfalt belastet. Es sollte vermehrt darum gehen, kleinskaligere, ökologisch kompatible Anbaumethoden zu fördern sowie Agrarchemikalien so sparsam wie möglich zu verwenden. Insofern bietet die Präzisionslandwirtschaft hier vielfältige Möglichkeiten. In Entwicklungsländern sollten die Chancen einer digitalisierten Präzisionslandwirtschaft vor allem aus einer Kombination arbeitsintensiver, manueller Tätigkeit zur Bewirtschaftung kleiner Flächen (z.B. manuelle Mikrodüngung und -bewässerung) und dem Zugang zu aktuellen Informationen und Beratungsleistungen sowie dem Zugang zu Mikro-

finanzierung gesehen werden. Digitale Methoden (z.B. digitalisierte Landkataster basierend auf Blockchain-Technologien; Kap. 3.3.5) können helfen, die Landrechte der lokalen, kleinbäuerlichen Bevölkerung zu sichern. Empfehlungen zu den Schauplätzen Präzisionslandwirtschaft und zur Digitalisierung der Landwirtschaft in Entwicklungsländern finden sich in den Kapiteln 5.2.9 und 5.2.10.

9.1.1.4

Weltumweltbewusstsein und nachhaltigen Konsum durch Digitalisierung unterstützen

Digitalisierung kann nachhaltiges Konsumverhalten auf verschiedene Arten unterstützen und dadurch einem wachsenden Weltumweltbewusstsein zu Geltung und Wirksamkeit verhelfen. Hierfür sollten glaubwürdiges und verlässliches Wissen, Daten und Informationen im Sinne einer transformativen Bildung über das Internet oder die öffentlich-rechtliche IKT (Kap. 9.2.3.1) breit zugänglich bereitgestellt werden, etwa zu ökologischen Auswirkungen der Herstellung, Transport, Nutzung und Entsorgung bzw. Wiederverwendbarkeit von Produkten. Verlässliche Informations- und Bezugsquellen unterstützen die Entscheidungsfindung von Konsument*innen in Bezug auf nachhaltigere wie etwa ressourcenschonendere oder energieeffizientere Produkte. Der WBGU empfiehlt, Hersteller und Handel zu verpflichten, digital aufbereitete Informationen über die Nachhaltigkeit von Produkten, wie etwa über die bei der Herstellung und beim Transport des Produkts entstandenen CO₂-Emissionen, eingesetzten Ressourcen oder sozialen Auswirkungen (z.B. Kinderarbeit, Arbeitsschutz) zur Verfügung zu stellen. Denkbar hierfür sind z.B. digitale Plattformen und Links auf Verkaufsplattformen oder Codes auf den Produkten. Auch voreingestellte Nachhaltigkeitsfilter in Online-Shops sind denkbar („Sustainability by Default“).

Ob Informationen über die Nachhaltigkeit Kaufentscheidungen von Verbraucher*innen tatsächlich beeinflussen, hängt nicht zuletzt davon ab, ob diesen Informationen auch vertraut wird bzw. ob Mängel in Bezug auf die Qualität der Informationen ggf. sanktioniert werden können. Hier könnten etwa erweiterte Gewährleistungspflichten des Herstellers oder Händlers (Schlacke et al., 2016) nachhaltige Kauf- und Nutzungsentscheidungen unterstützen. Auch ein Recht auf Reparatur, inklusive weitreichender Offenlegungspflichten der zur Reparatur benötigten Informationen für Drittanbieter (Kurz und Rieger, 2018) erweitert die Möglichkeiten von Verbraucher*innen, ein Produkt nachhaltig nutzen zu können.

Digitale Anwendungen zur Vernetzung und zum Explorieren von ressourcenschonenden Lebensstilen ermöglichen positive Auswirkungen auf die Umwelt im

Sinne der Ressourcenschonung. Der WBGU empfiehlt, die Entwicklung und Verbreitung digitaler Werkzeuge wie etwa Plattformen für die ressourcenschonende gemeinschaftliche Nutzung, das Wiederverwenden und Reparieren, Teilen und Tauschen von Produkten und die damit zusammenhängenden Vernetzungen zu fördern (Kap. 5.2.2; 5.2.11). Somit werden hier Konsumpraktiken und soziale Innovationen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft bzw. der 3R-Strategie „reduce, reuse, recycle“ adressiert. An der Entwicklung sollten auch potenzielle Nutzer*innengruppen so früh wie möglich, beispielsweise bereits bei der Erstellung von Nutzungsszenarien oder der Software im Rahmen von Plattformkooperativen (Kap. 5.3.6), beteiligt werden. Auch können Plattformen für das Teilen (Sharing-Plattformen) als öffentlich-rechtliche IKT (Kap. 5.3.5; Kap. 9.2.3.1) geschaffen werden (Peuckert und Pentzien, 2018:56).

Um Verbraucher- und Umweltschutz integrativ mittels digitaler Lösungen – etwa im Online-Handel – durchzusetzen, sollten Verbraucherschutzorganisationen finanziell und institutionell gestärkt werden. Ihre Kontrollfunktion, die sie über ihre Abmahn- und Verbandsklagerechte ausüben können, können sie auch für neue Formen des digitalisierten Konsums nur wahrnehmen, wenn sie personell und institutionell über ausreichende Kapazitäten verfügen.

Die voranstehenden Empfehlungen können der Weiterentwicklung des BMU/UBA-Leuchtturms „Wege und Bausteine einer digitalen Agenda für nachhaltigen Konsum“ dienen. Weitere exemplarische Empfehlungen finden sich in den Schauplätzen zum Onlinehandel (Kap. 5.3.2.4), zum Weltumweltbewusstsein (Kap. 5.3.1), zum Konsumverhalten (Kap. 5.2.3), zu Elektroschrott und Kreislaufwirtschaft (Kap. 5.2.11) und zur alternativen Ökonomie (Kap. 5.2.2).

9.1.1.5

Unternehmen in Gestaltung einer digitalisierten nachhaltigen Zukunftswirtschaft einbinden

Unternehmen beeinflussen über ihre Rohstoff- und Energiebedarfe, Produktionsweisen und Distributionslogistik sowie ihren Umgang mit Nebenprodukten und Reststoffen maßgeblich die Nachhaltigkeit der Warenproduktion. Als Anwender digitaler Technologien, etwa zur Optimierung von Materialeinsatz und Prozessorganisation, besitzen sie aber auch besondere Potenziale dafür, Digitalisierung und Nachhaltigkeit konstruktiv zu verknüpfen. Sie sollten somit noch aktiver als bisher in die Gestaltung einer nachhaltigen, digitalen Zukunftswirtschaft eingebunden werden, die innovative Technologien für eine ressourcenschonende, emissionsarme Produktionsweise nutzt und in Wert setzt. Als ‚Agenten des Wandels‘ bieten spezialisierte

Dienstleistungsunternehmen bereits seit langem technische und organisatorische Umweltberatung für Betriebe und verhelfen ihnen zu einer energie- und ressourceneffizienteren Produktion (Schulz, 2005). Wenn Entwicklung und Einsatz effizienzsteigernder digitaler Tools durch die wichtige Akteursgruppe der Nachhaltigkeitsberater*innen gezielt gefördert werden (etwa durch kostenlose Bereitstellung solcher Tools und Best-practice-Empfehlungen durch öffentliche Stellen oder Branchenverbände), können sie künftig die nachhaltige industriell-gewerbliche Warenproduktion in weiten Teilen der Wirtschaft noch wirkungsvoller unterstützen. Auch die internationale Ausweitung von Initiativen, die mit Hilfe digitaler Plattformen bereits heute kooperative Kontakte von Unternehmen zu Umweltberater*innen koordinieren und systematisch unterstützen (z.B. ÖkoBusinessPlan Wien) kann die Nachfrage nach betrieblicher Nachhaltigkeitsberatung steigern helfen.

Der WBGU empfiehlt auch für die Warenproduzenten selbst die Ausweitung von Anreizmaßnahmen (z.B. Zertifikate) ergänzend zu steuerlichen Regelungen (Kap. 9.2.3.2). Denn anders als die letztgenannten Auflagen können Zertifikate positiv motivierend auf betriebliches Nachhaltigkeitsverhalten wirken und binden potenziell weite Teile der Belegschaft in Initiativen zum Erreichen der Zertifizierung mit ein. Damit sollte die globale Verbreitung eines gesteigerten Verantwortungsgefühls der Privatwirtschaft für digital unterstützte nachhaltige Produktion angeregt werden. Vor allem wenn Unternehmen ihre Umweltziele mit Marketing- und Wettbewerbsvorteilen verbinden können, motiviert dies zur Nutzung von Digitalisierung für nachhaltige Produktion. Anreize können neue Produktlabels speziell für Produkte der Digitalwirtschaft bieten (z. B. nach dem Muster von Blauer Engel, bluesign), die mit Hilfe digitaler Dokumentation (z.B. unter Nutzung von Blockchains) oder Einbindung digital optimierter Prüfverfahren an Attraktivität und Glaubwürdigkeit gewinnen. Ähnliches gilt mit Blick auf internationale Gütesiegel oder Auditbasierte Zertifizierungen für nachhaltiges Agieren von Unternehmen im Zuge der Einführung digitaler Technologien (Weiterentwicklung von Ansätzen zu Corporate Socio-Environmental bzw. Digital Responsibility; Loew und Rohde, 2013; Visser und Tolhurst, 2017). Entsprechend ausgezeichnete Betriebe bzw. deren Produkte und Dienstleistungen sollten in öffentlichen Ausschreibungsverfahren bevorzugt werden, z.B. im Bereich der Beschaffung von IKT-Infrastrukturen. Außerdem bestehen Bezüge zur Forderung nach mehr öko-zertifizierten Warenangeboten zur Unterstützung des nachhaltigen Konsums (Kap. 5.2.3). Die Ausgestaltung und Wirksamkeit solcher Gütesiegel für Nachhaltigkeit ließe sich durch eine eigene Prüforganisation kontrollieren.

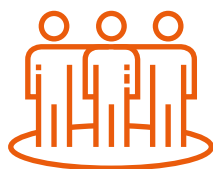
Was die regulative Rahmensetzung betrifft, sollte sich Deutschland im EU-Expertenausschuss und in den Normungsausschüssen für international gültige EMAS- und ISO-Standards dafür einsetzen, die Potenziale der Digitalisierung für Ressourceneinsparungen in Produktionsprozessen umfassend und systematisch zu nutzen. Die Standards für Umweltmanagementsysteme wie EMAS und ISO 14000 lassen sich bei Anwendung und regelhafter Integration digitalisierter Monitoring- und Kontrollverfahren noch anspruchsvoller setzen und wirksamer überprüfen. Die Ergebnisse der Konferenzen des World Circular Economy Forum (2017 und 2018) bieten Ansatzpunkte für die Etablierung international gültiger Standards einer digital optimierten Zertifizierungsstrategie für betriebliches Umweltmanagement (Kap. 5.2.1).

Weitere Ansatzpunkte für Deutschland, eingebunden in die EU, bieten sich bei der Innovations- und Wirtschaftsförderung. So können Ausschreibungen von BMBF oder EU zur internationalen Unternehmenskooperation etwa bei der Produktentwicklung oder zu gemeinsamen F&E-Aktivitäten von Betrieben und Forschungseinrichtungen gezielt darauf gerichtet werden, Digitalisierung auf breiter Front für nachhaltigere Güterproduktion einzusetzen (z.B. verankert im Horizont Europa-Programm). Ähnliches gilt für Förderinitiativen zu Spin-off-Firmengründungen, die innovative Ideen aus Forschungseinrichtungen bzw. Universitäten und Hochschulen oder etablierten Unternehmen anwenden und unternehmerisch umsetzen. Auch regionale Förderformate sollten hier Schwerpunkte setzen (z.B. vom BMBF unterstützte Cluster-Förderung, Anreize zur innovationsorientierten Regionalentwicklung, Smart Specialisation-Ansatz der EU-Regionalförderung (Foray, 2014; Morgan, 2017). Neue Allianzen und innovative Unternehmen lassen sich formen, die das beidseitig förderliche Zusammenspiel von Digitalisierung und Nachhaltigkeit auf globaler Ebene als Leitbild moderner Industrieentwicklung etablieren können und als ‚Industrie 5.0‘ zu einem neuen, zeitgemäßen Standard erheben (exemplarische Empfehlungen zum Bereich der globalen Warenproduktion sind in Kapitel 5.2.3 aufgeführt).

9.1.2

Armutsbekämpfung und inklusive Entwicklung

Die Bandbreite der Einschätzung von Potenzialen digitaler Technologien für die Entwicklungszusammenarbeit (EZ) reicht von stark technik-optimistisch geprägten Vor-



stellungen „alles wird digital gelöst“ bis zu jenen, die den digitalen Wandel zur Lösung der Kernprobleme menschlicher Entwicklung als wenig bedeutsam ansehen. Der WBGU zeigt, dass Digitalisierungsdynamiken die Umsetzung aller 17 SDGs beeinflussen. Damit gilt für die Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern, dass digitale Treiber des Wandels systematisch und sektorübergreifend berücksichtigt werden müssen. Digitalisierung sollte zu einer Querschnittsaufgabe der EZ werden. Digitale Kompetenzen in Entwicklungsministerien und -organisationen, aber auch in den öffentlichen Institutionen der Partnerländer, sollten daher signifikant ausgebaut werden. Besondere Aufmerksamkeit verdient, dass digitale Prozesse Strukturwandel in der internationalen Arbeitsteilung durch Automatisierung erzeugen, die die Muster der Integration der Entwicklungsländer in die Weltwirtschaft verändern werden. Zugleich entstehen in Entwicklungsländern neue Beschäftigungsmöglichkeiten durch digitale Plattformen. Wirtschafts-, beschäftigungs- und innovationspolitische Kooperationen müssen diese digitalen Instrumente des Wandels systematisch berücksichtigen. Mobilisiert werden sollten auch die digitalen Möglichkeiten, um Ressourcen- und Klimaeffizienz zu steigern und zugleich, z.B. durch Preisanreize, Rebound-Effekte zu reduzieren. In der Zusammenarbeit mit Schwellenländern wird es stärker um Dialog, Wissenschaftskooperation und Zusammenarbeit zur gemeinsamen Gestaltung des globalen digitalen Wandels gehen: Da Entwicklungs- und Schwellenländer wichtige Partner der Global Governance sind, sollten grenzüberschreitende Herausforderungen der Digitalisierung thematisiert und angegangen werden. Vor diesem Hintergrund setzt der WBGU im Folgenden beispielhaft Schwerpunkte bei den Themen Infrastrukturen und Bildung sowie bei verbesserten Datenanwendungen in der EZ, Stadtentwicklung und Mobilität (Kap. 5.2.7, 5.2.8).

9.1.2.1

Analoge Basis stärken

Der Einsatz digitaler Technologien zur Armutsbekämpfung (SDG 1) kann nur gelingen, wenn die dafür notwendige analoge Grundlage vorhanden ist (Weltentwicklungsbericht „Digital Dividends“; World Bank, 2016). Es bedarf zunächst des Ausbaus von Infrastrukturen, der Schaffung bezahlbarer Zugänge zu IKT sowie der Förderung digitaler Kompetenzen. Eine Strategie zur Nutzung der Potenziale digitaler Technik für ländliche Entwicklung muss vor allem diese analogen Lücken schließen, damit die digitale Kluft zwischen armen und reichen Teilen der Weltbevölkerung nicht noch größer wird. Wichtige Maß-

nahme zur erfolgreichen Nutzung der Potenziale der Digitalisierung für Armutsbekämpfung ist es also, die entsprechenden Ressourcen und Wissensausstattung für die EZ sicherzustellen.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, bietet die Digitalisierung viele Chancen für die Armutsbekämpfung, insbesondere im häufig infrastrukturell wenig erschlossenen ländlichen Raum von Entwicklungs- und Schwellenländern. Sie ermöglicht beispielsweise verbesserten Zugang zu Bildungsangeboten (Kap. 5.6.2), Gesundheitsdiensten (Online-Konsultationen), Finanzdienstleistungen (Kredite, Zahlssysteme per Mobiltelefon), Märkten, Wetterinformationen und Agrarberatung (Kap. 5.3.2), staatlichen Dienstleistungen (etwa digitalen Identitäten) sowie Beschäftigungsmöglichkeiten, die über digitale Plattformen vermittelt werden (Kap. 5.3.4). Blockchain-basierte Lösungen können die Bevölkerung gleichzeitig von vielerorts nur eingeschränkt verfügbaren Finanzdienstleistungen unabhängiger machen. Voraussetzung für deren umfassende Nutzung ist allerdings, dass die digitalen Lösungen an lokale sprachliche und kulturelle Gegebenheiten angepasst sind.

9.1.2.2

Entwicklungszusammenarbeit und -planung mit digitalen Technologien verbessern

Potenziell können Instrumente der EZ durch den Einsatz digitaler Technologien verbessert werden. Dabei kommt es darauf an, datengetriebene Ansätze mit einem lokalen und kontextspezifischen Verständnis zu verbinden. Anwendungsbereiche sind etwa humanitäre Hilfe (z.B. bei Seuchenausbruch oder Naturkatastrophen), der Einsatz in der Fischereiwirtschaft zur Kontrolle von Beifang und Fangquoten oder zur Auffüllung von Lagerbeständen (z.B. Impfstoffe). Große Potenziale bietet der Einsatz digitaler Technologien auch beim Monitoring, von der Umweltbeobachtung (Kap. 5.2.11) bis zur Messung von Entwicklungsfortschritten.

Datenanwendungen können auch für die Entwicklungsplanung genutzt werden. So ermöglichen etwa Echtzeitdaten mit Hilfe digitaler Technologien zeitnahe Entscheidungsfindung und Projektsteuerung: Laufende Entwicklungsaktivitäten können adaptiv gesteuert und auftretende Probleme unmittelbar behoben werden. Allerdings gibt es viele Barrieren, wie etwa Misstrauen in die Datenqualität, fehlende Kenntnis der verfügbaren Daten, Daten, die nicht adäquat in Informationen umgesetzt werden können sowie Informationen, die nicht auf die Bedürfnisse der Akteur*innen zugeschnitten sind (Pawelke et al., 2017). Um dem entgegenzuwirken, bedarf es entsprechenden Fachwissens und institutioneller Kapazitäten und Verantwortung, etwa Datenbeauftragte oder Datenschutz-

beauftragte. Beim Einsatz von Daten für Entwicklung stellen sich letztlich die gleichen Herausforderungen an Datenschutz und Schutz der Privatsphäre wie generell bei der Nutzung von Daten (Kap. 9.2.6).

9.1.2.3

Digitalisierung der Städte an Nachhaltigkeitskriterien ausrichten und inklusiv gestalten

Technologiesouveränität in der Stadtentwicklung verankern

Städte und die weltweite Wucht der Urbanisierung sind entscheidend für die Transformation zur Nachhaltigkeit. Gleichzeitig sind Städte zentrale Arenen des digitalen Wandels (WBGU, 2016a). Die urbane Digitalisierung darf dabei nicht nur technokratisch als Optimierungsaufgabe verstanden werden, vielmehr sollte jeglicher Technikeinsatz explizit in eine ökologisch nachhaltige und sozial inklusive Stadtentwicklung eingebettet werden. Dies bedeutet die Umsetzung der New Urban Agenda (UN Habitat, 2016b) und der SDGs (insbesondere SDG 11: Nachhaltige Städte und Siedlungen) mit urbaner Digitalisierungspolitik systematisch zu verbinden. Damit die Nutzung digitaler Technologien in der Stadtentwicklung im Interesse des Gemeinwohls gelingt, müssen Kommunen und Stadtgesellschaften Gestaltungshoheit bewahren, Technologiesouveränität aufbauen und sich zu Plattformanbietern entwickeln. Hierzu sollte eine digitale (Technologie-)Souveränität robust in Stadtentwicklungsprozessen verankert werden. Dabei sollten ein um die digitale Dimension erweitertes Recht auf Stadt anerkannt und entsprechende zivilgesellschaftliche und wissenschaftsgetriebene Initiativen gefördert werden. Darüber hinaus ist eine personelle und institutionelle Stärkung des Themas Digitalisierung erforderlich. Während viele Städte und Kommunen diesen Schritt auch bereits vollzogen haben, weisen insbesondere Städte in Entwicklungs- und Schwellenländern erheblichen Nachholbedarf auf. Kommunen sollten prioritär Stellen für Datenbeauftragte, Datenschutzbeauftragte und Digital Innovation Officers sowie Kompetenzzentren für Digitalisierung in Stadtverwaltungen schaffen (Kap. 5.4.1, 5.4.2).

Viele laufende Projekte zu digitaler Stadtentwicklung haben nur partiellen Bezug zu Nachhaltigkeitsthemen, sind tendenziell zu kleinteilig angelegt oder bekennen sich überwiegend nur rhetorisch zu Nachhaltigkeitsanforderungen, ohne Konsequenzen für das Projektdesign. Beispielsweise thematisieren die aktuellen Leuchtturmprojekte im Rahmen der EU Smart Cities and Communities-Initiative lediglich die Themen Energie und Mobilität; andere Aspekte nachhaltiger digitaler Stadtentwicklung werden nicht

aufgegriffen. Die Innovationsplattform Zukunftstadt (BMBF, 2018c) hat zwar die erforderliche Zielbestimmung, die Projekte erscheinen aber noch relativ kleinteilig. Aus Sicht des WBGU besteht daher Bedarf an regionaler, substanzieller Förderung urbaner Reallabore, die den erforderlichen Impuls für eine nachhaltige, digital unterstützte urbane Entwicklung geben können. Begleitend dazu sollte eine Nachhaltigkeitsindikatorik für Städte entwickelt werden, die u.a. die SDGs und Wirkungen der Digitalisierung darauf abbilden kann.

Urbane Datenräume aufbauen

Urbane Datenräume bezeichnen „den Raum, in dem urbane Daten erzeugt und verarbeitet werden“ (Fraunhofer, 2018:237). Dies bezieht sich auf alle Daten, die für urbane Entwicklung relevant sind, einschließlich der Daten, die in Städten generiert und gesammelt werden. Damit sind urbane Datenräume das Fundament einer partizipativen, skalierbaren und zukunftsweisenden Digitalisierung des öffentlichen Raums. Voraussetzung für den Aufbau eines urbanen Datenraums ist die Bestandsaufnahme des kommunalen Datenbestands sowie der lokalen IKT-Infrastruktur. Darauf aufbauend sollte eine Strategie für die Nutzung des urbanen Datenraums entwickelt werden, die auf der Identifizierung der für die Stadtentwicklung zentralen strategischen Handlungsfelder beruht. Eine solche Herangehensweise empfiehlt sich aus globaler Sicht auch für die urbane Entwicklungspolitik, die Umsetzung der New Urban Agenda sowie der SDGs (Kap. 5.4.1).

Wenn Kommunen bei der Gestaltung ihrer IKT-Infrastrukturen (Kap. 3.5.5) auf einzelne Hersteller oder Betreiber setzen, kann eine kostenintensive Abhängigkeit entstehen. Generell sollte die Offenheit im Sinne standardbasierter Schnittstellen, Formate und Dienste, die nicht nur für Hersteller oder Betreiber, sondern für verschiedenste Akteure zugänglich sind, bei der Anschaffung von Systemen und Produkten sowie beim Outsourcing gefordert werden, um Herstellerabhängigkeit (Vendor Lock-ins) zu vermeiden (Fraunhofer et al., 2018). Private Anbieter, die Daten im öffentlichen Raum sammeln, sollten zu einer Berichtslegung an die Kommunen und Verfügbarmachung von Aggregationen der Daten verpflichtet werden.

Um alle Akteure der Stadtentwicklung über urbane digitale Plattformen (Kap. 3.6, 4.1) einzubinden, sollten offene Schnittstellen und Formate sowie die Konformität von Standards für interoperable Mehrwert-Angebote zwingende Anforderungen bei der Realisierung urbaner digitaler Plattformen sein. Jede von der öffentlichen Hand beauftragte Software-Komponente sollte zudem möglichst als Open-Source-Software für die Nutzung oder Weiterentwicklung durch Dritte zur Verfügung ge-

stellt werden. Nur so wird ein dynamisches Ökosystem von verschiedenen Produkten geschaffen, ohne dass eine Herstellerabhängigkeit entsteht, die möglicherweise relevante Akteure aus der urbanen digitalen Plattform ausschließt (DIN SPEC OUP).

9.1.2.4

Nutzung digitaler Technologien in Strategien nachhaltiger und inklusiver Mobilität einbetten

Nachhaltige Mobilität ist ein wichtiger Aspekt der Agenda 2030. Im Folgenden konzentriert sich der WBGU auf den Teilaspekt der urbanen Personenmobilität. Die Lösung zentraler Probleme urbaner Verkehrssysteme (z. B. hohe CO₂- und Luftschadstoffemissionen, Flächenverbrauch, Lärmbelastung, steigende Fahrt- und Transportzeiten sowie Unfallrisiken) ist ebenso keine rein technische Frage, sondern wird sich an der passenden Einbettung digitaler Lösungen in übergreifende Konzepte nachhaltiger urbaner Mobilität entscheiden. Die Digitalisierung spielt aber eine wichtige Rolle im Diskurs zur Zukunft der Mobilität, da einer Kombination aus intelligenter Verkehrstechnik, geteilter Mobilität (z. B. Car Sharing, Bike Sharing, Mitfahrdienste) bzw. Mobilität als Dienstleistung, Elektromobilität und autonomem Fahren Nachhaltigkeitspotenziale zugesprochen werden. Mobilitätssysteme sollten frühzeitig auf Basis des Leitbilds nachhaltiger Mobilität entwickelt werden. Richtungsgeber*innen der Entwicklung sollten demokratisch legitimierte Institutionen sein, nicht Fahrzeughersteller oder Digitalunternehmen; im Zentrum muss das Wohlergehen der Menschen stehen. Der WBGU empfiehlt daher, auf Ebene der Städte im Zusammenspiel mit der nationalen Ebene Leitbilder und Umsetzungspläne für eine digital unterstützte, nachhaltige urbane Mobilität (fort-) zu entwickeln. Eine solche Stadt-, Raum- und Verkehrsplanung sollte Gesundheit und Lebensqualität ins Zentrum stellen.

Einen wichtigen Beitrag zur Förderung nachhaltiger Mobilität kann die Digitalisierung leisten, indem sie gesamtgesellschaftliche Kosten im Verkehrssektor transparent macht. Mit den neuen digitalen Technologien stehen Instrumente zur Verfügung, um nahe Echtzeit externe Effekte wie Emissionen, Flächenverbrauch, Zeitverluste usw. zu erfassen und zu bepreisen, etwa mittels intelligenter Verkehrsleitsysteme mit zeit- und auslastungsabhängigen Mautsystemen oder durch entsprechende Tarifgestaltung von Mobilität als Dienstleistung. Gleichzeitig gilt es, ungerechtfertigte Subventionen abzubauen. Diese Maßnahmen müssen allerdings im Hinblick auf ihre verteilungspolitischen Folgen eingebettet werden.

Um die Gestaltungshoheit öffentlicher Entscheidungsträger für nachhaltige Mobilität zu wahren, sollte einer

monopolistischen Datenkonzentration und marktbeherrschenden Stellungen einzelner privatwirtschaftlicher Akteure (z.B. Sharing-Anbieter, Mobilitätsdienstleister) vorgebeugt werden, da der Zugriff auf Daten zunehmend Voraussetzung für Planung und Steuerung digitalisierter Mobilität sind. Zudem müssen öffentliche Akteure dazu befähigt werden, selbst digitale Daten zweckgebunden zu erheben und einzusetzen. Eine besondere Aufmerksamkeit erfordern zudem der Datenschutz und der Schutz der Menschen vor Überwachung. Positions- und Mobilitätsdaten sind besonders sensibel, z.B. da aus ihnen unter Umständen selbst nach einer Anonymisierung auf die Identität des Trägers bzw. der Trägerin geschlossen werden kann und sie so herangezogen werden könnten, um einer Person weitere unabhängige Datensätze zuzuordnen. Entsprechend sollten schon bei der Konzeption solcher Vorhaben Fragen der Privatsphäre konsequent mitbedacht und der Schutz des Einzelnen vor Überwachung in die digitalen Lösungen eingebettet werden.

In Entwicklungs- und Schwellenländern sollte zudem auch die Sicherung des Zugangs zu Mobilitätsdienstleistungen für ärmere Bevölkerungsgruppen im Vordergrund stehen (SDG 11). Neben dem Zugang zu öffentlichen Transportdienstleistungen sollten Sicherheit und Raum für den Fuß- und Radverkehr (walkability und bikeability) prioritär behandelt werden. Dies erfordert u.a. politische Aufmerksamkeit und Investitionen in Infrastrukturen für nicht-motorisierten Verkehr, die nicht durch einen Fokus auf vordergründig sichtbare Großprojekte in den Hintergrund gedrängt werden sollten.

9.1.3

Arbeit der Zukunft und Abbau von Ungleichheit

Die Arbeitswelt und die Arbeitsmärkte stehen in absehbarer Zeit vor tiefgreifenden, strukturellen Veränderungen. Der digitale technische Fortschritt verändert Anforderungs- und Tätigkeitsprofile auf Arbeitsmärkten grundlegend.

Die besondere, neue Qualität im historischen Vergleich liegt dabei in der Breite der betroffenen Fähigkeiten und Tätigkeiten und der Geschwindigkeit, mit der sich dieser Wandel vollzieht. Diese neue Qualität der Arbeitssubstitution trifft auf den in manchen Regionen ebenso tiefgreifenden Strukturwandel, der mit der klimapolitisch notwendigen Abkehr von fossilen Energien und der mit ihnen verbundenen Technologien einhergeht. Die heute absehbaren großen gesellschaftlichen und



politischen Herausforderungen sieht der WBGU dabei insbesondere im Umgang mit den verteilungspolitischen Folgen der Strukturwandelprozesse durch Digitalisierung und Dekarbonisierung, die sich in ganz verschiedenen Dimensionen entfalten: zwischen menschlicher Arbeit und anderen, zum Teil neuen Faktoren von Wertschöpfung, zwischen Arbeit unterschiedlicher Qualifikation, zwischen Generationen sowie zwischen verschiedenen Regionen und Ländern. Gesellschaftliche Brüche zu vermeiden und gleichzeitig gesellschaftlichen Wandel so zu organisieren, dass die auch in Zukunft bestehenden Beschäftigungsmöglichkeiten die gesellschaftlichen Funktionen von Erwerbsarbeit heute erfüllen können, stellt letztlich die zentrale Gestaltungsherausforderung dar. Der WBGU sieht diesen Prozess jedoch auch als Chance zur Gestaltung nachhaltigerer Arbeitswelten. Vertiefte Empfehlungen in diesen Bereichen sind im Schauplatz „Nachhaltige Arbeitswelten der Zukunft“ (Kap. 5.3.9) und im Schauplatz zur internationalen Arbeitsteilung (Kap. 5.3.8) zu finden.

9.1.3.1

Arbeit der Zukunft als Nachhaltigkeitsaufgabe thematisieren

Der WBGU sieht Handlungsbedarf bei der Gestaltung und sozialpolitischen Begleitung des absehbaren Strukturwandels bei Qualifikationen und Tätigkeitsprofilen, um die negativ Betroffenen nicht abzuhängen und insgesamt durch drohende Ungleichheit den gesellschaftlichen Zusammenhalt nicht zu gefährden. Dies umfasst auch die Erhaltung der finanziellen Handlungsspielräume von Staat und Systemen der sozialen Sicherung vor dem Hintergrund steigender Mobilität von Arbeit, der Möglichkeit sinkender Beschäftigung und der sonstigen Änderungen in der wirtschaftlichen Struktur. Eine Reform der Finanzierungssysteme von Staat und öffentlichen Institutionen erscheint zudem angezeigt, um die steuerlich bedingten Anreize zur Substitution menschlicher Arbeit zu reduzieren. Diese resultieren in vielen Ländern aus der auch heute noch hohen Belastung von Arbeitseinkommen, welche das allgemeine Lohnniveau erhöht und Arbeit damit gegenüber anderen Faktoren verteuert. Eine aufkommensneutrale Reduktion der steuerlichen Belastung von Arbeitseinkommen könnte beispielsweise im Rahmen einer umfassenden sozial-ökologischen Steuerreform mit angemessener Bepreisung von Umweltauswirkungen und Ressourcenverbrauch erfolgen (Kap. 9.2.3.2).

Der WBGU empfiehlt darüber hinaus eine kontinuierliche und grundsätzliche Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Funktionen von Arbeit. Auch wenn Beschäftigungen dem Menschen erhalten bleiben werden, so ist doch die Frage, wie diese in Zukunft

gesellschaftlich eingebettet und organisiert werden, damit die gesellschaftlichen Funktionen, die Erwerbsarbeit heute zugesprochen werden, unter Umständen sogar breiter und umfassender als heute gewährleistet werden. Dazu müssen neue, erweiterte Leitbilder von Arbeit entwickelt und gesellschaftlich etabliert werden. Wenn heutige Formen von Erwerbsarbeit an Bedeutung verlieren, wird zudem ein gesellschaftlicher Konsens über neue Ansätze und Mechanismen zur Gewährleistung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Teilhabe aller benötigt (Kap. 9.1.3.3). Aber auch neue Bildungsinhalte und -formate werden benötigt, damit mehr Menschen befähigt werden, Lebenssinn und Selbstwirksamkeit zu erfahren, ohne dass diese in dem Maße wie bislang an Beruf und Erwerbsarbeit geknüpft wären.

Neben Ausgestaltung und systematischer Überprüfung solcher Gesellschaftsentwürfe sollte aus Sicht des WBGU aber auch der Frage hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden, wie der Übergang und die Phase des notwendigen gesellschaftlichen Wandels gelingen kann, ohne dass wachsende Ungleichheit und Zukunftsängste die soziale Kohäsion und damit letztlich auch die politische Stabilität gefährden. Eine frühzeitige Auseinandersetzung dient einerseits der gesellschaftlichen Vorbereitung und Absicherung gegenüber den Herausforderungen, die in dem doppelten Strukturwandel durch Digitalisierung und Nachhaltigkeits-transformation angelegt sind. Andererseits verspricht sie aus Sicht des WBGU eine Chance, neue und breitere Möglichkeiten zur Führung eines selbstbestimmten Lebens und zur individuellen Entfaltung im Rahmen planetarischer Leitplanken aktiv zu entwickeln und zu etablieren.

9.1.3.2

Sicherung und Förderung sozialer Standards im Arbeitsschutz

Angesichts der zunehmenden internationalen Mobilität von Arbeit, etwa über das Vordringen digitaler Arbeitsplattformen, ist die Sicherung und Förderung des Arbeitsschutzes und der sozialen Absicherung von Arbeitnehmer*innen aus Sicht des WBGU ein zentrales Element der Gestaltung des Strukturwandels von Arbeitsmärkten. Um der Ausbeutung von Arbeitskräften und dem Unterlaufen nationaler Regelungen des Arbeitsschutzes vorzubeugen, empfiehlt der WBGU eine internationale Initiative zur Entwicklung und Etablierung möglichst globaler Standards bzw. Mindeststandards des Arbeitsschutzes und der sozialen Absicherung auch im digitalen Raum. Auf dem sehr wahrscheinlich längeren Weg hin zu einem solchen internationalen Abkommen sind auch nationale Ansätze und Regelungen zu diskutieren und zu stärken,

die Unternehmen bei einer Aus- bzw. Verlagerung von Arbeit von Angestellten hin zu quasi-selbstständigen Arbeitnehmer*innen zur Einhaltung nationaler Mindeststandards verpflichten. Auch die gezielte Förderung alternativer, z.B. genossenschaftlicher Unternehmensformen kann das Potenzial haben, zu einer stärkeren Absicherung sozialer Standards beizutragen. Denkbar ist zudem, eine stärkere Organisation der Arbeitnehmer*innen, die in den neu entstehenden, quasi-selbstständigen Beschäftigungsverhältnissen tätig sind, zu fördern, um ihre Verhandlungsmacht gegenüber Unternehmen zu erhöhen.

Darüber hinaus sollten nach Ansicht des WBGU in der Diskussion um Arbeitsschutz und den Bedingungen menschenwürdiger Arbeit neue, im Zuge der Digitalisierung besondere Brisanz erhaltende Aspekte stärker Berücksichtigung finden und etwa in die Definition der Internationalen Arbeitsorganisation (International Labour Organization – ILO) von „decent work“ (ILO, 2018b:9) aufgenommen werden. Beispiele umfassen die Möglichkeiten der Überwachung am Arbeitsplatz (z.B. durch Aufzeichnung der Arbeitsschritte am Computer usw.) sowie Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer*innen in Zeiten neuer digitalisierter Werkzeuge (Technologien zur Verbesserung der menschlichen Leistungsfähigkeit, z.B. Exoskelette).

9.1.3.3

Monitoring und Verbesserung der Funktionsfähigkeit der Arbeitsmärkte

Neben der finanziellen Handlungsfähigkeit öffentlicher Institutionen (Kap. 9.4) ist zur Gestaltung des Strukturwandels, etwa über Weiterbildungsprogramme und für eine informierte Auseinandersetzung mit der Zukunft der Arbeit, ein kontinuierliches Monitoring der Arbeitsmärkte erforderlich. Der WBGU empfiehlt vor diesem Hintergrund, insbesondere in Entwicklungsländern die erweiterten Möglichkeiten der Informationserfassung und -verarbeitung durch die Digitalisierung gezielt für diese Zwecke zu nutzen. Technische, entscheidungsassistierende Systeme können zudem dazu eingesetzt werden, die Suchprozesse auf Arbeitsmärkten zu vereinfachen und Friktionen abzubauen. So könnte die Vermittlung von Arbeitskräften beispielsweise durch die Einführung neuer Such- und Matching-Algorithmen verbessert werden, welche die Zusammenführung von Arbeitssuchenden und -anbietern anhand einer intelligenten Erfassung von Berufen, Qualifikationen und Tätigkeiten trotz zunehmend ausdifferenzierter Berufsprofile erlauben. Derartige Ansätze sollten allerdings nur verfolgt werden, wenn die Diskriminierungsfreiheit der Entscheidungsassistenzsysteme sichergestellt werden kann.

9.1.3.4

Neue Mechanismen der Verteilung entwickeln und umfassend prüfen

Der WBGU sieht die Gefahr, dass die Entlohnung von Erwerbsarbeit im Zuge des digitalen Wandels immer weniger zur Gewährleistung ökonomischer Teilhabe und zu einer ausgewogenen Verteilung von Einkommen beitragen wird, selbst wenn Extremszenarien vollständiger Automatisierung nicht eintreten werden. Zunehmende Ungleichheit droht zwischen und innerhalb von Gesellschaften bzw. Ländern sowohl durch eine wachsende Spreizung der Gehälter von Arbeitnehmer*innen unterschiedlicher Qualifikation als auch durch die gegenüber anderen Wirtschaftsgütern und Faktoren abnehmende Bedeutung von Arbeit und somit von Arbeits- gegenüber Gewinneinkommen.

Die Einrichtung bzw. Weiterentwicklung von Systemen der sozialen Sicherung ist notwendig, um gerade in der näheren Zukunft drohenden Ungleichheitsentwicklungen begegnen und Menschen, die mit der Geschwindigkeit des technischen Fortschritts nicht Schritt halten können, auffangen zu können. Unterstützend können hier neue Formen der sozialen Sicherung wie Zeitbanken (Kap. 5.2.2.1) wirken. Ausgebaut und stärker institutionell verankert werden sollten nach Ansicht des WBGU dabei auch Wege und Spielräume der beruflichen Weiterbildung, denen angesichts der Geschwindigkeit des technischen und gesellschaftlichen Wandels hohe Bedeutung für die Sicherung der wirtschaftlichen Teilhabe zukommt (Kap. 5.3.4, 9.1.4).

Da eine Kombination aus traditioneller sozialer Sicherung und Strukturpolitik im engeren Sinn gerade längerfristig deutlich zu kurz greifen könnte, um eine breite Beteiligung der Bevölkerung an Wertschöpfung sicherzustellen und extremere Ungleichheit zu vermeiden, müssen bereits frühzeitig neue Konzepte der Umverteilung und Beteiligung entwickelt und in Machbarkeitsstudien überprüft werden. Derartige Verteilungsmechanismen und ihre gesellschaftliche Akzeptanz sind zentrale Elemente neuer, erweiterter Arbeitsbegriffe und darauf aufbauender Gesellschaftsentwürfe. Mögliche Ansätze, die es eingehender und systematischer als bislang zu prüfen gilt, sind Formen eines (bedingungslosen) Grundeinkommens oder auch Möglichkeiten zur breiteren Beteiligung an Unternehmen und deren wirtschaftlichen Gewinnen aus der Digitalisierung, wie beispielsweise auch durch die Etablierung und Förderung genossenschaftlicher Unternehmensformen (Kap. 5.2.2). Zu einer Aufwertung gesellschaftlich wichtiger, heute jedoch kaum oder nicht entlohnter Tätigkeiten kann schließlich auch der Staat beitragen, indem derartige Tätigkeiten beispielsweise in formale Beschäftigungsverhältnisse überführt oder

durch steuerliche Entlastungen finanziell gefördert werden. Ebenso wie die Inanspruchnahme der sozialen Sicherungssysteme bei der Abfederung des Strukturwandels in der kürzeren Frist setzt dies jedoch eine Stabilisierung und Stärkung der finanziellen Handlungsspielräume des Staates voraus, die über eine Reform und Anpassung der Steuer- und Abgabensysteme an die Herausforderungen der Digitalisierung und unter Nutzung ihrer Potenziale erreicht werden muss (Kap. 9.3.2.2).

9.1.3.5

Internationale Arbeitsteilung: Auf Strukturwandel vorbereiten

Die Veränderung von Qualifikationsanforderungen und die neuen, weiterreichenden Möglichkeiten der Automatisierung im Zuge des digitalen technischen Fortschritts betreffen auch die wirtschaftliche Integration von Entwicklungs- und Schwellenländern in globale Wertschöpfungsketten. Eine aus Nachhaltigkeitssicht elementare Dimension der Verteilungswirkungen verläuft daher zwischen Industrie- sowie Entwicklungs- und Schwellenländern.

Große Teile der in Entwicklungs- und Schwellenländern ausgelagerten Tätigkeiten können zukünftig auch von technischen Systemen übernommen und näher an Heimatmärkte und Endverbraucher*innen angesiedelt werden. Vergangene Entwicklungsmodelle, die auf der Ausnutzung von Standortvorteilen durch internationale Arbeitsteilung beruhten, werden so infrage gestellt. Gleichzeitig entstehen neue Zugänge durch digitale Plattformen und durch die Möglichkeiten, Dienstleistungen weltweit standortunabhängig anzubieten. Aus Sicht des WBGU sollte dieser globalen Dimension des Strukturwandels zukünftig vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Ob und unter welchen Voraussetzungen im Zuge des digitalen Wandels und neu entstehender Arbeitsformen und Beschäftigungsverhältnissen auf digitalen Plattformen neue, nachhaltige Entwicklungsmodelle entstehen, sollte eingehender untersucht werden. Zentral ist der Aufbau von IKT-Infrastrukturen in Entwicklungs- und Schwellenländern, um der Gefahr einer neuen, digitalen Spaltung zu begegnen. Dies sollte durch den Aufbau von Kompetenzen im Umgang mit und bei der Entwicklung digitaler Technologien sowie entsprechender Investitionen in Aus- und Weiterbildung begleitet werden.

Um die Chancen für nachhaltige Entwicklung zu stärken, sollten aus Sicht des WBGU darüber hinaus international gültige Mindeststandards im Arbeitsschutz auch für digitale Plattformen vereinbart werden. Die Digitalisierung bietet hier Potenziale, die Einhaltung derartiger Verpflichtungen und Standards global zu überprüfen und durchzusetzen.

9.1.4

Wissen, Bildung und digitale Mündigkeit

Menschen sind sinnsuchende und sozialisierte Wesen. Ihre Bildung begleitet die Entfaltung von Persönlichkeit, die Orientierung in sozialen und natürlichen Umfeldern sowie die Schaffung von und den Umgang mit Veränderungen.



„Da Kriege im Geist der Menschen entstehen, muss auch der Frieden im Geist der Menschen verankert werden“ heißt es in der Verfassung der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) von 1945. Für eine friedvolle und nachhaltige Zukunftsgestaltung brauchen Menschen also Bildungsinhalte und -formate, die den jeweiligen Herausforderungen entsprechen. Die Anforderungen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung oder Global Citizenship Education sind inzwischen systematisch erfasst, aber erst selten zum Gegenstand konsequenter Umsetzung geworden. Heute werden die Forderungen nach digitaler Kompetenz lauter. Der WBGU schlägt vor, die jeweiligen Ansätze in einem Konzept der Zukunftsbildung zusammenzuführen und mit entsprechenden Ressourcen und Verbindlichkeiten nun konsequent in die Breite zu tragen.

9.1.4.1

Bildung für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft frühzeitig konzipieren

Aufgrund der noch relativ hohen Unsicherheiten über die Auswirkungen des rapiden digital induzierten sozio-technischen und gesellschaftlichen Wandels gewinnt die Frage nach dem passenden Bildungsideal und passenden Bildungsinstrumenten und -formaten weiter an Bedeutung. Aus Konzepten der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) sind wichtige Kompetenzen wie Multiperspektivität und kritische Reflexion, Kreativität, Innovations- und Dialogfähigkeit, aber auch Umgang mit Unsicherheiten und Selbststeuerung bekannt. Sie decken sich in vielen Punkten mit den skizzierten Bildungsnotwendigkeiten für den Umgang mit dem digitalen Wandel und zunehmend komplexeren Arbeitszusammenhängen. Medienbildung bekommt hier eine erweiterte Bedeutung und sollte um Grundwissen über digitale Technologien, deren Geschichte und Technikfolgenabschätzung und die Qualitäten digitaler Informationsräume angereichert und erweitert werden. So können Menschen ihre Mündigkeit (gegenüber sozio-technischen Systemen bzw. ihren Herstellern und Betreibern sowie deren Interessen) bewahren und zugleich flexibel und offen auf neue technische

Möglichkeiten und Entwicklungen reagieren. Persönlichkeitsbildung, Selbststeuerungskompetenzen und Mitgefühl helfen nicht nur im konstruktiven Umgang mit Unsicherheit, globaler Solidarität und transformativen Entwicklungen, sondern werden auch als Alleinstellungsmerkmale von Menschen gegenüber der digitalen und digitalisierten Technik inklusive KI diskutiert. In diesem Sinne sollte ein entsprechend zukunftsorientierter Bildungs- und Weiterbildungspakt für das 21. Jahrhundert auf nationaler und internationaler Ebene geschlossen werden. Voraussetzung dafür ist, dass der Zugang zu Bildung innerhalb und zwischen Ländern für alle sichergestellt wird. Vertiefte Empfehlungen hat der WBGU für den Schauplatz Bildung (Kap. 5.3.4) ausgearbeitet.

9.1.4.2

Pakt der Zukunftsbildung verhandeln

Im Kontext der Erneuerung des Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung kann die Bundesregierung die geschaffenen Abstimmungsstrukturen zwischen Bund und Ländern nutzen, um in einem nächsten Schritt die Integration aktueller Kompetenzforderungen aus unterschiedlichen Perspektiven voranzutreiben:

- *Transformationskompetenzen:* Sie sind grundlegend für einen Kontext der tiefen und schnellen Veränderungen von Gewohntem und einer dadurch verstärkten Rolle ethisch-normativer Fragen als Orientierung in der Gestaltung des Neuen (z.B. Philosophie, kognitive Flexibilität und Komplexität, kritisches, innovatives Denken und Umgang mit Unsicherheit und Verlust).
- *Nachhaltigkeitskompetenzen:* Sie sind ausgerichtet auf die Zielbestimmung, dass neu entstehende technologische, soziale, institutionelle und ökonomische Lösungen menschliches Wohlergehen innerhalb planetarischer Leitplanken und unter Wahrung von Würde und Diversität ermöglichen sollen. Beispiele sind systemisches Denken, Integration von naturwissenschaftlichem, sozialwissenschaftlichem und technischem Wissen sowie Umgang mit Multiperspektivität und normativen Gewichtungen.
- *Antizipationskompetenzen:* Sie sind speziell auf die Reflexion ausgerichtet, wie Theorien, Konzepte und Wirklichkeitsannahmen auf Zukunftsvorstellungen wirken und wie diese Vorstellungen von Zukunft wiederum die Handlungen und Entscheidungen der Gegenwart prägen. Beispiele sind die gezielte Suche nach abweichenden Sichtweisen, Sensibilität für strukturelle Macht etablierter Wissensbestände und Praktiken sowie Erfahrungswissen und Lernen durch Erleben oder Simulationen.
- *Digitalkompetenzen:* Sie sind speziell für die durch

9 Handlungsempfehlungen

die Digitalisierung neu auftretenden Herausforderungen technischer, organisatorischer, sozialer und (selbst-)regulatorischer Art wichtig. Beispiele sind das Verständnis für digitale Technologien, Methoden und Optionsräume, der Umgang mit digitalen Medien und Wissensquellen, digitale Geschäftsmodelle und sozio-technische wie psychologische Effekte digital vermittelter Kommunikation oder Steuerung.

9.1.4.3

Bildung als Zukunftsinvestition ernst nehmen

Neben einem Bildungspakt, in dem die inhaltlichen Schwerpunkte festgelegt sind, bedarf es auch eines Plans für die konsequente Umsetzung. Die gemeinsame Finanzierung des DigitalPakt Schule kann hier nur ein erster Schritt gewesen sein und ist in seinem Zeitraum zu kurz gefasst. Bezüglich der erfolgreichen Umsetzung der Beschlüsse zur BNE liegen Vorschläge vor, die z.B. eine Roadmap von zehn Jahren und 14 Mrd. € an Investitionen umfassen (Bündnis Zukunftsbildung). Ein entsprechend größeres Unterfangen ist bei zusätzlichen Inhalten und Ausstattungen erforderlich. Im Kontext der beruflichen Weiterbildung gilt es besonders in den Sektoren und Regionen zukunftsorientierte Angebote zu verstärken, die von intensiven Veränderungsprozessen betroffen sind. Da Deutschland bei Bildungsausgaben OECD-weit nach wie vor im unteren Viertel rangiert und Infrastrukturqualität wie Personaldecke in vielen Schulen und Kindertagesstätten unzureichend und stark schwankende Ausstattungen und Qualität seit langem dokumentiert sind, rät der WBGU zu einer großen Investitionsinitiative Zukunftsbildung, die auch Ungleichheiten in der Teilhabe an Bildung systematisch berücksichtigt. Effektive Evaluationsverfahren sollten dabei durch enge Zusammenarbeit mit Vorreitern aus der Bildungspraxis (Kindergärten, Schulen, Hochschulen, Universitäten, Weiterbildungsinstitutionen, Kommunen, Zivilgesellschaft) erstellt werden und ein hohes Ambitionsniveau sicherstellen.

9.1.4.4

Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung prominent unterstützen

Nach dem Review des SDG 4 „Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern“ im High-Level Political Forum on Sustainable Development der Vereinten Nationen im Jahr 2019 (UN, 2019) sollten auch in der internationalen Zusammenarbeit nach dem Monitoring die Umsetzungsbarrieren in den Mittelpunkt gestellt und eine institutionelle wie finanzielle Verstärkung für die Erreichung der Bildungsziele angestrebt werden.

9.1.4.5

Wissen als integralen Bestandteil von Zukunftsgestaltung begreifen und organisieren

Insbesondere zu gesellschaftlichen Umbruchzeiten mit hohen Verunsicherungen über zu erwartende Änderungen ist die Auswahl und Qualität von Wissen für die Legitimation von Entscheidungen und auch die Antizipation möglicher Konsequenzen von besonderer Bedeutung. Für eine gesellschaftliche, sachlich orientierte Verständigung über plausible, mögliche und wünschenswerte Zukünfte und deren politische wie technologische Gestaltung sind öffentliche Instanzen für diese Aufgabe sehr wichtig. Ergebnisse besonders bei umstrittenen Themen sollten öffentlich gut zugänglich und einfach verständlich dargestellt werden. Institutionen wie das Science Media Center sind gute erste Schritte, jedoch in Zeiten zunehmend journalistisch unvermittelter Kommunikation über soziale Medien nicht mehr ausreichend. Auch sollten Futures Literacy und Anticipation, Disziplinen, die vorherrschende Realitätsannahmen als prägend auf die Vorstellungen und Beurteilung von Zukunft reflektieren, als neues Forschungsfeld und Bildungsthema aufgenommen und gezielt gefördert sowie in die Weiterentwicklung von Zukunftsforschung, Prognose und Technikfolgenabschätzung systematisch integriert werden.

9.2

Neue Nachhaltigkeitsherausforderungen durch die digitale Revolution

Durch die weltweite Verbreitung digitaler Technologien ergeben sich spezifische Risiken, Herausforderungen und auch Chancen, die im Nachhaltigkeitsleitbild der Agenda 2030 zwar implizit skizziert sind, aber in vielen Fällen nicht explizit in ihrer Tragweite formuliert wurden. Die folgenden Empfehlungen zu den Themen Privatsphäre, Fragilität und Autonomie technischer Systeme, ökonomische und politische Machtverschiebungen zeigen exemplarische Möglichkeiten, diesen Herausforderungen zu begegnen.

9.2.1

Big Data und Privatsphäre

Global gesehen und innerhalb von Gesellschaften gibt es noch kein gemeinsames Verständnis über den Umgang mit Daten. Datenerhebung, Datenzusammenführung, Daten-



handel und Datennutzung sind weitestgehend intransparent. Entscheidungen, die auf Grundlage von Datenauswertungen getroffen werden, können derzeit vielfach nicht nachvollzogen werden und es mangelt an individueller Kontrolle über die eigenen Daten, deren Verwertung oder Weiterverkauf. Kommunikations- und Verhaltensdaten, deren Wert sich dem Individuum nicht erschließt, werden als scheinbar kostenlose Gegenleistung für Dienstleistungen von (Digital-) Unternehmen gesammelt und verwertet. Die Kontrolle über große Mengen an Persönlichkeitsprofilen kann zudem Einflussmöglichkeiten auf die gesellschaftliche und demokratische Willensbildung eröffnen, die die Grundlagen demokratischer Prozesse gefährden. Dadurch sind nicht nur Markt und Demokratie fundamental herausgefordert, sondern letztlich auch die Würde des Menschen durch eine mögliche Aushöhlung seiner Autonomie (Spiekermann und Christl, 2016:118ff.). Der WBGU lehnt neben privater insbesondere auch staatliche Massenüberwachung ab, da sie ihrem vorgeblichen Ziel, die Demokratie zu schützen, fundamental entgegengesetzt ist und ihre Grundlagen zerstört.

Angesichts des Anteils von Big Data daran, dass technische Voraussetzungen für eine totalitäre Diktatur noch nie „so günstig wie heute“ waren (Grunwald, 2018b:54), zeigt die Entwicklung ihre Schattenseite: „Der moderne Mensch hat seine Umwelt und sein Zusammenleben weitestgehend maschinenlesbar, also berechenbar gestaltet“ (Ullrich, 2017:188). Somit gilt es, Menschen- und Grundrechte auf Privatleben und Meinungsfreiheit als Basis freier, demokratischer, friedlicher und souveräner Gesellschaften langfristig zu verteidigen und zu bewahren. Dazu ist es unabdingbar, sowohl Datenschutz, Datensicherheit, Manipulationsfreiheit und informationelle Selbstbestimmung als auch Datenqualität national, europäisch und global zu befördern (Kap. 9.2.1.1, 9.2.1.2) und die digitale Öffentlichkeit und digitale Diskursräume zu erhalten und zu schützen (Kap. 9.2.1.3). Der Schutz der Privatsphäre sowie der demokratischen Öffentlichkeit im Digitalen Zeitalter sollten daher bei der Umsetzung der SDGs systematisch berücksichtigt und mit dem Ziel gestärkt werden, das Thema in einem Post-2030 Prozess zu verankern. Empfehlungen in diesem Bereich enthalten auch Kapitel 5.3.2, speziell zur Selbstvermessung der Gesundheit und dem Umgang mit digitalen Gesundheitsdaten siehe Kapitel 5.3.7.

9.2.1.1

Staatliche und privatwirtschaftliche Verantwortlichkeit für Privatsphärenschutz stärken

Der WBGU schließt sich den Empfehlungen zum Schutz der Privatsphäre und zur Stärkung der individuellen Souveränität an, wie sie von der Nationalen Akademie

der Wissenschaften Leopoldina (2018) und dem Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (SVRV, 2017) vorgelegt wurden. Insbesondere sollten Staaten aufgrund der Komplexität des Themas Daten(schutz)behörden personell angemessen und mit breiter interdisziplinärer Kompetenz aufstocken, um Datenschutzrechte von Nutzer*innen gegenüber privaten und öffentlich-rechtlichen Akteuren bestmöglich zu wahren. Zum besseren Schutz von Bürger*innen gegenüber der exzessiven Datennutzung durch staatliche Geheimdienste ist die effektivere Kontrolle geheimdienstlicher Datensammlung durch Parlamente zu gewährleisten.

Die EU sollte Datensicherheit und Datenschutz als zukünftigen Standortvorteil wahrnehmen und ausbauen sowie das Schutzniveau der EU-DSGVO praktikabel operationalisieren und wo nötig, weiterentwickeln (Kap. 9.3.2.2). Die Zivilgesellschaft ist eine wichtige Stimme für die Durchsetzung von individuellem Privatsphärenschutz. Deshalb empfiehlt der WBGU in diesem Feld tätige NRO sowohl durch kommunikativen Austausch mit Datenschutzbehörden als auch wissenschaftlicher Forschung zu unterstützen (Kap. 10.2.4.3). NRO sollten befähigt werden, sich präventiv durch die Beteiligung an Vorabverfahren wie Datenschutzfolgenabschätzungen oder durch Beschwerde- und Klagemöglichkeiten einzubringen. Ohne dass die Verantwortung auf Individuen abgewälzt werden darf, sollte jede*r Einzelne zum eigenen Privatsphärenschutz beitragen können. Dazu ist zunächst Kompetenz im Umgang mit IKT erforderlich (Kap. 9.1.4). Eine weitere Chance für mehr Nutzersouveränität sieht der WBGU in nutzerfreundlichen, zugänglichen technischen Werkzeugen für Datensouveränität im Sinne der Kontrolle über eigene Daten. Beispiele sind hier Projekte wie mydata.org und decode, welche technische Hilfsmittel für das Datenmanagement entwickeln. In der Technologieentwicklung sollten für die Umsetzung der Prinzipien Privatheit und Sicherheit by design, die zumindest innerhalb der EU verbindlich sind, hinreichende Mittel und Kapazitäten zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend sollte schon bei der Konzeption „smarter“ Vorhaben der Schutz des Privaten konsequent mitbedacht werden, zum Beispiel mittels Datenschutzfolgenabschätzungen. Die Überwachungsfreiheit des Einzelnen muss in die verwendeten Technologien bereits eingebettet werden (Kurz und Rieger, 2018b).

Für einen breiten öffentlichen Diskurs, insbesondere auch zu diesen Themen sollte die informationelle Mündigkeit (Ullrich, 2014) einzelner Menschen und der gesamten Gesellschaft auch im Rahmen einer digitalen Öffentlichkeit befördert werden (Kap. 9.1.4). Im Rahmen verantwortungsvoller Innovations-

politik sollte die digitalisierte Kommunikation für eine internationale Öffentlichkeit gemeinwohlorientiert gestaltet (Dabrock, 2018:41) und über eine öffentlich-rechtliche IKT realisiert werden (Kap. 5.3.5).

Für einen konsequenten Schutz von Privatheit und Öffentlichkeit sollte sich auch „[d]ie deutsche Wirtschaft [...] zu einem verantwortungsbewussten Umgang mit Daten bekennen“ – jedoch sollte aus Sicht des WBGU nicht diese allein, sondern eine noch stärkere EU-weite Datenschutzgesetzgebung und -anwendung „definieren, was einen verantwortungsvollen Datenhandel ausmacht“ (Lukas, 2018:14) – insbesondere im Zusammenhang mit einem eigenen europäischen Modell (Kap. 9.3.2). Notwendige Voraussetzung dafür ist ein struktureller Wandel vom Big Data-Konzept zu einem Konzept der „Smart Data“ (Kap. 3.3.2), das in gesetzlichen Vorgaben wie der EU-DSGVO durch Grundsätze wie Zweckbindung und Datensparsamkeit bereits angelegt ist und im Sinne einer „Qualität der Daten“ statt „Quantität an Daten“ konkretisiert werden sollte.

9.2.1.2

Völkerrecht zum internationalen Schutz der Privatsphäre auf UN-Ebene schaffen

Für das weltweite Menschenrecht auf Privatsphäre (Art. 12 der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte von 1948; Art. 17 Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte von 1966) sollte nach Ansicht des WBGU auf UN-Ebene eine „United Nations Privacy Convention“ eingerichtet werden. Diese sollte die rechtliche Ausgestaltung zum Umgang mit Daten und dem Schutz der Privatsphäre in den Ländern und länderübergreifend adressieren. Privatsphäre sollte außerdem als ein integraler Bestandteil nachhaltiger Entwicklung verstanden und bei künftiger Weiterentwicklung globaler Nachhaltigkeitspolitik auf die Agenda gesetzt werden (Kap. 9.3.1). Die auf UN-Ebene eingerichteten Initiativen in Richtung eines globalen Rechts auf Privatsphäre (UN, 2017) sollten fortentwickelt und unterstützt werden. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund kultureller Diversität die Vorstellung von Privatsphäre global gesehen sehr unterschiedlich betrachtet und Einstellungen darüber, welche Daten wie erhoben, genutzt oder geschützt werden sollten, variieren. Hierzu ist ein Diskurs auf internationaler Ebene ebenso nötig, wie die Stärkung lokaler Initiativen und Akteure, welche diesen in den jeweiligen Staaten befördern, um eine breite Multistakeholder-Governance zu schaffen.

9.2.1.3

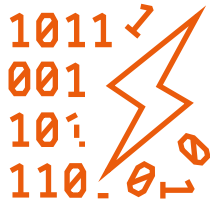
Digitalen Strukturwandel der Öffentlichkeit gemeinwohlorientiert und innovativ gestalten

Während einerseits Privatheit zunehmend „ver-öffentlich“ wird, ist die Öffentlichkeit im Digitalen Zeitalter (etwa in sozialen Medien) durch eine zunehmende Privatisierung gekennzeichnet. Neben stärkeren Manipulationsrisiken wird durch die Macht der Plattformbetreiber nicht zuletzt das Recht auf freie Meinungsäußerung bereits heute global tangiert (Cannataci et al., 2016), beispielsweise im Hinblick auf Upload-Filter. Für eine globale Nachhaltigkeitsperspektive ergibt sich jedoch nicht nur angesichts teils unklarer wissenschaftlicher Datenbasis und diesbezüglicher Befunde (etwa im Zusammenhang mit sog. Filterblasen oder Echokammern) ein eher ambivalentes Bild aus dem digitalen Strukturwandel der Öffentlichkeit (Fraser, 2010; Imhof, 2011). Zunächst handelt es sich dabei um eine grundlegende Transformation der Bedingungen der Möglichkeit von Öffentlichkeit. Der digitale Strukturwandel der Öffentlichkeit ist zwar nicht der einzige Grund, jedoch beschleunigend für deren gegenwärtige Krise. Die generelle Funktionsweise medialer Ökonomien der Aufmerksamkeit (Franck, 1998; Weischenberg, 2018) ist mindestens ebenso zentral. Unter diesem Begriff wurde bereits vor zwei Jahrzehnten nicht nur die zunehmende Fülle an Information als individuell „nicht mehr zu bewältigende Flut“ und „immer gewaltiger anwachsenden Schwall von Reizen“ thematisiert, welche „eigens dazu hergerichtet sind, unsere Aufmerksamkeit in Beschlag zu nehmen“ (Franck, 1998:49). Der digitale Strukturwandel der Öffentlichkeit hat diese Situation keineswegs ent- sondern eher verschärft und die knappe Ressource individueller Aufmerksamkeit erscheint im Digitalen Zeitalter umkämpfter als je zuvor. Im Zentrum steht jedoch nicht Information, sondern der Neuigkeitswert, so dass der Aktualitätsdruck ebenso steigt wie der Konkurrenzdruck und die Tendenz zu einer personalisierten, konflikt- und emotionsgeladenen Berichterstattung (Weischenberg, 2018:30ff.). Der WBGU empfiehlt daher, journalistische Qualitätsstandards nicht Schnelligkeit und Reichweite unterzuordnen und sich noch stärker für die international teils massiv bedrohte Pressefreiheit einzusetzen. Neben Medienkompetenz und Mündigkeit, welche eher im Bereich der Bildungspolitik zu verorten sind, empfiehlt der WBGU entsprechend emanzipatorische Projekte zu fördern, welche sich der Chancen der Digitalisierung bemächtigen, um informierte öffentliche Diskursräume und -arenen (Kap. 9.4.4) auf innovativen Wegen bereitzustellen (Puppis et al., 2017).

9.2.2

Fragilität und Autonomie technischer Systeme

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit zunehmend vernetzter technischer Systeme und Verfahren sind zentrale Voraussetzung für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft. Dies gilt zunächst im Allgemeinen für die Gesamtheit der IKT-Infrastrukturen (Kap. 9.2.2.1), wie auch im Besonderen für algorithmenbasierte Prozesse zur Entscheidungsunterstützung oder -findung (Kap. 9.2.2.2).



9.2.2.1

Sicherheit der Digitalisierung als Voraussetzung für die Transformation zur Nachhaltigkeit

Sicherheit by design als Standard flächendeckend verankern

Der WBGU empfiehlt nachdrücklich Sicherheit by design im sicherheitskritischen IKT-Bereich einzufordern. Dies erfordert den weiteren Ausbau entsprechender Expertisen und einen inter- und transdisziplinären Austausch und die Aus- und Weiterbildung bei Betreibern digitalisierter Infrastrukturen und von IKT. Cybersicherheit sollte in der Ausbildung von Anbeginn mitgedacht und vermittelt werden. Von staatlicher sowie privatwirtschaftlicher Seite ist zu vermeiden, dass teils im vermeintlichen Dienst öffentlicher Sicherheit Lücken in der Cybersicherheit nicht geschlossen werden, um sie für aktive Eingriffe auszunutzen. Das Grundrecht auf Gewährleistung der Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme wird im Fall absichtlich offen gehaltener Lücken verletzt. Entgegen der bisherigen sicherheitspolitischen Praxis von Überwachung bis hin zu künftigen sogenannten „Hack-Backs“ wäre von staatlicher Seite vielmehr alles zu tun, um Methoden und Techniken der Cybersicherheit flächendeckend einzusetzen und alles zu vermeiden, was diese schwächt. Der WBGU empfiehlt zudem einen Paradigmenwechsel von global zunehmenden digitalen Offensivstrategien hin zu einer defensiven Cyberstrategie: Im militärischen und nachrichtendienstlichen Bereich sollte auf eine internationale Ächtung von Operationen hingearbeitet werden, die „direkt die Souveränität eines Staates beeinträchtigen, seine Regierungsfähigkeit angreifen und kritische zivile Infrastruktur wie Stromnetze, Produktionsanlagen, Gesundheits- und Nahrungsmittelversorgung sowie Kommunikationsnetze zum Ziel haben“ (Kurz und Rieger, 2018:252 ff.). Als ersten Schritt mit Signaleffekt wäre aus Sicht des WBGU ein Moratorium zur

Beschränkung weiterer Cyberaufrüstung zu begrüßen. Anschließend sollten bestehende internationale Abkommen im Sinne einer globalen digitalen Friedenspolitik erweitert bzw. neue initiiert werden.

BSI-KritisV und IT-Sicherheitsgesetz weiterentwickeln

Die Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz (BSI-KritisV) erfasst kritische Infrastrukturen aus den Sektoren Energie, Wasser, Ernährung, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit sowie Finanz- und Versicherungswesen. Der WBGU plädiert für die Weiterentwicklung der BSI-KritisV, um öffentlich-rechtliche IKT (Kap. 5.3.5) als kritische Infrastruktur aufzunehmen. Zusätzlich sollte das IT-Sicherheitsgesetz, welches vor dem Hintergrund möglicher erheblicher IT-Sicherheitsvorfälle auf Basis von Cyberangriffen verabschiedet wurde, dahingehend weiterentwickelt werden, dass auch Störungen anderer Art gemeldet werden müssen, wenn die Cybersicherheit und funktionale Sicherheit kritischer Infrastrukturen bedroht ist. Derzeit müssen beispielsweise keine gewöhnlichen Störungen gemeldet werden, sofern diese mit den nach Stand der Technik zu ergreifenden Maßnahmen verhindert und ohne größere Probleme bzw. erhöhten Ressourcenaufwand bewältigt werden können, z. B. wie beim Eindringen gewöhnlicher Schadsoftware oder Hardwareausfälle (BSI, o. J. d.). Außen vor sind so ebenso Ausfälle, die durch Qualitäts-, Konfigurations- oder Bedienfehler verursacht werden. Die Festlegung, dass zu den erheblichen IT-Sicherheitsvorfällen ebenso IT-Störungen und IT-Ausfälle zu melden sind, sollte angepasst werden. Darüber hinaus müssen die Zulieferer, Hersteller und Betreiber kritischer Infrastrukturen sowie die öffentliche Hand zu einer den Expert*innen und Herstellern zugänglichen Veröffentlichung von Lücken in der Cybersicherheit und Fehlern in der IKT kritischer Infrastrukturen verpflichtet werden.

Europäische Register für technische Systeme sowie deren Ausfälle und Schäden entwickeln

Zur Schaffung größerer Qualität und Sicherheit der auf dem Markt befindlichen IKT für kritische Infrastrukturen sollte parallel ein zentrales europäisches Register angelegt werden, in dem diese aufbauend auf den ISO-Standards differenziert erfasst werden. Ein Vorteil eines solchen Registers wäre die Schaffung größerer Transparenz, Sicherheit und Ermöglichung kontinuierlicher Qualitätsverbesserung durch die Hersteller und Betreiber. Es könnte gleichzeitig als Frühwarnsystem fungieren, um Risiken zu identifizieren und Wiederholungsschäden zu vermeiden. Zwecks größtmöglicher Neutralität sollte es von einem

Verbund öffentlicher Stellen betrieben und verwaltet werden und ein Berechtigungskonzept mit Zugangsberechtigung nach Rollen zum Einsatz kommen. Wo zweckmäßig und möglich sollte das Register ebenso für die breite Tech-Community einsehbar sein. Darüber hinaus wäre ein europäisches Ausfall- und Schadensregister zu errichten, in dem IKT-Ausfälle und IKT-Schäden von Einrichtungen, Anlagen oder Teilen kritischer Infrastrukturen inklusive öffentliche IKT erfasst werden. Es wäre auch über die Aufnahme von Meldungen erheblicher IT-Störungen und IT-Ausfälle in der öffentlichen Verwaltung und bei Anbietern digitaler Dienste nachzudenken. Das Register sollte ebenfalls von einem Verbund neutraler öffentlicher Stellen geführt und verwaltet werden, und der vollständige Zugriff einem autorisierten Expert*innenkreis vorbehalten sein. Für die breite Tech-Community oder die Öffentlichkeit sollten jedoch Auszüge des Registers einsehbar sein. Dazu sollten Berechtigungskonzepte zum Einsatz kommen.

9.2.2.2

Einsatz automatisierter Entscheidungen

Digitale Technologien übernehmen zunehmend komplexe Kontroll- und Steuerungsaufgaben, von deren Verlässlichkeit Gesellschaften und Individuen abhängig sind. Eine Übertragung von Entscheidungen auf automatisierte Systeme in gesellschaftlichen Kernbereichen sollte nur methodisch und demokratisch abgesichert erfolgen und für die Betroffenen nachvollziehbar sein.

Big Data und algorithmische Entscheidungsprozesse – einklagbare Rechte schaffen

Es braucht mehr Transparenz über Verfahren, eine zivilgesellschaftliche Beteiligung, eine Verbesserung der Aufklärung von Betroffenen und staatliche Aufsicht im Rahmen algorithmischer Entscheidungsfindung. Grundsätzlich ist diese ein politischer und kein rein technischer Prozess, der insbesondere in gesellschaftlichen Kernbereichen von Ideen, Normen und Interessen bestimmt wird. Entsprechend sollten Informations- und Kennzeichnungspflichten für Entscheidungsverantwortliche, eine präventive Kontrolle durch Erlaubnisvorbehalt für technische Systeme in kritischen Anwendungsbereichen und Haftungsregeln breiter diskutiert und etabliert werden. Dies gilt auch, wenn eine Entscheidung nur in Teilen automatisiert ist. Erste Ansätze wären Rechte auf kontraktische Erklärungen (Wachter et al., 2017) und auf rationale algorithmische Entscheidungsunterstützung und -findung (Wachter und Mittelstadt, 2018).

Bei auf Algorithmen basierender Entscheidungsunterstützung oder -findung oder ähnlichen auto-

matisierten Prozessen sollten insbesondere in gesellschaftlichen Kernbereichen entsprechend nur auditierte Prozesse bzw. zertifizierte Verfahren eingesetzt werden. So sollte durch staatliche Regulierung und ggf. explizite Zulassung digitaler Lösungen in gesellschaftskritischen Anwendungsbereichen gewährleistet werden, dass keine (Grund-)Rechtsverletzungen oder andere gesellschaftlichen Gefährdungen drohen. Zudem müssen betroffene Individuen oder juristische Personen ein einklagbares Recht auf eine rationale Entscheidungsbegründung erhalten. Der WBGU empfiehlt bei einer automatisierten Entscheidungsunterstützung bzw. -findung und dem Einsatz von KI in gesellschaftlichen Kernbereichen (Campolo et al., 2017; Villani, 2018), die letztendliche Entscheidungshoheit (und -verantwortung) beim Menschen zu belassen, insbesondere um dort Diskriminierung zu vermeiden. Speziell zum Bereich Scoring sind weitere Empfehlungen in Kapitel 5.5.5 zu finden.

Haftung, Informations- und Kennzeichnungspflichten ausbauen

Der WBGU empfiehlt, im Rahmen demokratischer Prozesse und Multistakeholder-Partizipation Kriterien, Standards und Grenzen der Übertragung von automatisierten Entscheidungsunterstützungen und von Entscheidungen auf technische Systeme in gesellschaftlichen Kernbereichen wie z.B. Justiz, Gesundheit, Wohlfahrt, Finanzen und Bildung sowie hinsichtlich der Anforderungen an Nachvollziehbarkeit und Einklagbarkeit der Überprüfung automatisierter Entscheidungen zu erarbeiten, die über eine rein technische Erklärbarkeit hinausgehen.

Denkbar ist hier anstelle eines alleinigen „Algorithmen-TÜV“ (Djeffal, 2018; SVRV, 2017) – ähnlich wie etwa bei heutigen Wirtschaftsprüfungsgesellschaften – die bestehenden IKT-bezogenen Zertifizierungsbehörden mit Kompetenzen für Gütekriterien bei Systemen für algorithmenbasierte Entscheidungsprozesse auszustatten und passende Auditing- bzw. Zertifizierungsverfahren zu etablieren. In diesem Zusammenhang sind Regelungen (und eine potenzielle Verschärfung) der Verantwortung und Haftung privater Akteure als zusätzlicher Anreiz zur Entwicklung resilienter und sicherer Systeme (Scherer, 2016) sowie eine klare Güte- und Sicherheitskennzeichnung von softwarebasierten Produkten und Diensten (Kurz und Rieger, 2018:256ff.) umzusetzen. Die Krisenanfälligkeit und das Risiko systemischen Versagens steigt mit abnehmender Anzahl dezentraler, unabhängiger Komponenten für algorithmenbasierte Entscheidungsunterstützung oder -systeme, wie sie eine zunehmende Monopolisierung oder Marktkonzentration zur Folge haben würde. Im Kontext der Resilienz sind deshalb

flankierend wettbewerbserhaltende und -stärkende Maßnahmen zur Erhöhung der Diversität auch bei sicherheitskritischen Komponenten (durch Basierung auf Standards, offene Schnittstellen und Interoperabilität; Kap. 9.2.3) ebenfalls wichtig. Vor diesem Hintergrund ist auch die aus der Finanzwirtschaft bekannte Problematik der Systemrelevanz (too-big-to-fail) in Bezug auf die geforderte Regelung und Stärkung privatwirtschaftlicher Haftung zu adressieren, da sie bei sehr großen, systemrelevanten Unternehmen ins Leere laufen kann.

9.2.3

Ökonomische und politische Machtverschiebungen

Digitale Technologien verschieben Macht und Einfluss zwischen Staaten, Unternehmen und Bürger*innen. Dabei wirken starke Netzwerk- und Skaleneffekte, die dazu führen, dass die Digitalisierung heute maßgeblich durch einige wenige, zumeist privatwirtschaftliche Akteure gestaltet wird. Auch einzelne Staaten nutzen die digitale Technik bereits intensiv zur Steigerung ihrer staatlichen Macht. Die Digitalisierung wird nur dann bestehende soziale Ungleichheiten nicht verschärfen, wenn alle Menschen gleichermaßen die Chance bekommen, an ihren Potenzialen teilzuhaben.



9.2.3.1

Öffentlich-rechtliche IKT-Infrastrukturen und digitale Gemeingüter schaffen

Ein zentraler Aspekt zur Erreichung der Transformation zur Nachhaltigkeit besteht in der Ermöglichung substanzieller Teilhabe für alle Menschen („normativer Kompass“; Kap. 2). Der WBGU argumentiert, dass im Digitalen Zeitalter neben klassischen Leistungen der Daseinsvorsorge wie Bildung, Gesundheitsversorgung oder Sicherheit auch der Zugang zu digitalen Infrastrukturen zentrale Voraussetzung für ein menschenwürdiges Leben und zur Mitwirkung an gesellschaftlicher Entwicklung ist. Der Staat steht daher in der Verantwortung, einen allgemeinen Zugang zu öffentlich-rechtlichen Informations- und Kommunikationsdiensten für Alle, und dabei insbesondere auch für benachteiligte Bevölkerungsgruppen, als Teil der Daseinsvorsorge zu gewährleisten (Kap. 5.3.5). Dies umfasst einen Teil des Internets sowie soziale Plattformen, die Daten, Informationen, Wissens- und Bildungsangebote sowie Bürgerdienste anbieten können (Hanafizadeh et al., 2009:388ff.), die

öffentliche Funktionen wahrnehmen sowie öffentlich oder aber privat betrieben werden. Die jeweiligen Ausprägungen öffentlich-rechtlicher IKT gilt es je nach Sektor hinsichtlich Inhalt, Qualität und Absicherung ausdifferenzieren.

Um die Mehrwerte der durch IKT durchdrungenen Gesellschaft für verschiedene Zwecke und möglichst alle Menschen weltweit nutzbar zu machen, spricht sich der WBGU zunächst für den Auf- und Ausbau neutraler IKT-Netzinfrastrukturen mit offenen internationalen Standards sowie interoperablen Schnittstellen und Formaten aus. Gefördert werden sollte zudem die Konzeption modularer und austauschbarer technischer Komponenten, um so Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern und Infrastrukturanbietern zu vermeiden und damit sowohl Reparaturfähigkeit als auch digitale (Technologie-)Souveränität zu gewährleisten (Schieferdecker et al., 2018). Der öffentlichen Beschaffung kann hierbei eine zentrale Rolle zukommen. Die Komponenten der öffentlich-rechtlichen IKT sind zudem an lokale Gegebenheiten und politische Ziele anzupassen (UNCTAD, 2018), wozu der offene Dialog und die Kooperation zwischen verschiedenen Stakeholdern (lokale Behörden, Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft) zur Förderung einer schnellen, nutzerzentrierten Einführung und Verbesserung öffentlich-rechtlicher IKT-Angebote empfohlen werden (The Earth Institute und Ericsson, 2016:96ff.). Außerdem sollte Open Source-Software unter Berücksichtigung von Prinzipien wie Interoperabilität, Wiederverwendbarkeit, Sicherheit und Skalierbarkeit entwickelt und im Rahmen der öffentlichen Beschaffung bei öffentlichen IKT-Infrastrukturprojekten, wo sinnvoll und möglich, verwendet und gefördert werden (Schieferdecker et al., 2018). Der WBGU empfiehlt generell, beim Auf- und Ausbau öffentlich-rechtlicher digitaler Infrastrukturen deren Gemeinwohlorientierung ins Zentrum zu stellen, damit öffentliche Gelder vor allem auch öffentliche Güter schaffen. Neben Leistungsfähigkeit, Sicherheit (inkl. Vertrauenswürdigkeit) und Resilienz sollten auch gesellschaftliche Kontrollierbarkeit und diskriminierungsfreier Zugang sowie der Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen gewährleistet sein und zu Leitprinzipien der öffentlichen Beschaffung werden. Die Bundesregierung sollte sich zudem sowohl national als auch international für die Sicherung und Stärkung der Netzneutralität einsetzen sowie einen gleichberechtigten Netzzugang in ländlichen bzw. strukturschwachen Regionen fördern. Gleichzeitig sollte im Sinne von Green IT der ökologische Fußabdruck (z.B. Ressourcen- und Energieeffizienz, Recyclingfähigkeit) bereits bei der Entwicklung minimiert werden, d.h. der Auf- bzw. Ausbau und der Betrieb der öffentlich-rechtlichen IKT-Infrastrukturen und -Dienste soll

unter Achtung und Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen erfolgen. Zudem sind die Bedeutung digitaler Gemeingüter (Digital Commons; Kap. 5.6.2) wie freie Bildung im Sinne von Open Education und Open Educational Resources, allgemein zugängliches Wissen mittels Open Access und Open (Government) Data und das digitalisierte Kultur- sowie Naturerbe in einer digitalen Nachhaltigkeitsgesellschaft und der Bedarf ihrer Bereitstellung und Absicherung national und international auf die politischen Agenden zu setzen. Digitale Gemeingüter sind organisatorisch, technisch und rechtlich abzusichern, z.B. mit Blick auf die Rechtssicherheit bei der Lizenzierung oder den dauerhaften Erhalt des Wissens. Zentral ist es, den inklusiven und chancengerechten Zugang zu digitalen Gemeingütern durch offene, barrierefreie Formate und eine verbesserte Auffindbarkeit und Abrufbarkeit (etwa mittels internationaler Metadatenstandards) sicherzustellen und eine breite Mitwirkung an der Erstellung und Weiterentwicklung der digitalen Gemeingüter zu fördern, etwa durch Leuchtturmprojekte. Ferner gilt es, Qualitätssicherungs- und Qualifizierungsmaßnahmen zu ergreifen, um die Bereitstellung und Nutzung qualitativ hochwertiger digitaler Gemeingüter sicherzustellen. Vertiefte Handlungsempfehlungen zu öffentlich-rechtlicher IKT und digitalen Gemeingütern finden sich in Kapitel 5.3.5 (Schauplatz zu öffentlich-rechtlicher IKT) und Kapitel 5.3.10 (Schauplatz zu Digital Commons).

9.2.3.2

Steuer- und Abgabensysteme reformieren

Der WBGU spricht Staaten und öffentlichen Institutionen auch und gerade im Digitalen Zeitalter eine bedeutende, gestaltende Rolle zu – sei es bei der Bereitstellung digitaler Gemeingüter bzw. öffentlicher digitaler Infrastrukturen, der sozial- und bildungspolitischen Gestaltung des breiten Strukturwandels oder mit Blick auf die Gewährleistung wirtschaftlicher Teilhabe und die Eindämmung drohender Ungleichheitsentwicklungen. Diese Rolle auszufüllen, erfordert auch längerfristig stabile finanzielle Handlungsspielräume von Staaten und öffentlichen Institutionen.

Die strukturellen Veränderungen der Arbeitsmärkte in Kombination mit der steigenden wirtschaftlichen Bedeutung immaterieller Wirtschaftsgüter wie Daten und digitalen Diensten werfen aus Sicht des WBGU allerdings erhebliche Zweifel auf, ob die heutigen Steuer- und Abgabensysteme diese finanziellen Grundlagen längerfristig bereitstellen werden können (Kap. 5.3.3). Aus Sicht des WBGU sollte die Frage der Finanzierung von Staat und öffentlichen Institutionen möglichst mit der Ausgestaltung der Rahmenbedingungen verknüpft werden, die für nachhaltige Entwicklung und

einer diesem Ziel dienlichen Digitalisierung notwendig sind. In der Diskussion um die Herausforderungen durch die Digitalisierung und möglicher Reformschritte wird diese Verbindung bislang meist jedoch nicht hergestellt. Dass zur angemessenen Besteuerung international tätiger Unternehmen neue Regelungen gefunden werden müssen, ist unzweifelhaft. Die drohende Erosion der Finanzierungsgrundlagen von Staaten im Zuge der Digitalisierung und Möglichkeiten der weiteren Harmonisierung internationaler Regeln der Besteuerung sollten und werden bereits heute intensiv diskutiert und ausgelotet (z.B. BEPS-Projekt auf Ebene von OECD und G20; OECD, 2015). Steuern und Abgaben entfalten aber auch eine starke Lenkungswirkung, die aus Sicht des WBGU gezielt zur Förderung nachhaltiger Entwicklung und zur Gestaltung eines nachhaltigen Digitalen Zeitalters eingesetzt werden sollte. Leitgedanke der zukünftigen Ausgestaltung von Steuer- und Abgabensystemen sollte es daher sein, Produktionsweisen und Verbrauchsverhalten, die diesen Zielen entgegenlaufen, zu belasten und umgekehrt heutige steuerliche Belastungen zu korrigieren, die nicht im Einklang mit den Zielen nachhaltiger Entwicklung stehen. Übergreifend sieht der WBGU vor diesem Hintergrund drei Ansatzpunkte für Reformen.

Besteuerung nicht angemessen bepreister natürlicher Ressourcen und externer Effekte

Die sehr weit gehenden Möglichkeiten des Monitorings und der Analyse von Umweltveränderungen sollten aus Sicht des WBGU zur konsequenten Ausrichtung von Steuer- und Abgabensystemen auf die Ziele nachhaltiger Entwicklung und insbesondere den Schutz natürlicher Lebensgrundlagen genutzt werden: Umwelteinflüsse bzw. -schädigungen, oder allgemein gesellschaftliche Folgen privaten Handelns, sollten umfassend bepreist werden, soweit diese nicht, oder nicht angemessen, von Marktpreisen erfasst werden. Mit einer solchen (Neu-) Ausrichtung von Steuern und Abgaben können einzelnen Akteuren, seien es Unternehmen oder private Akteure, zeitnah und verursachergerecht (Preis-) Signale über die gesellschaftlichen Konsequenzen ihres Handelns übermittelt werden. Dies lenkt den Blick der Akteure direkt auf den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen und bringt, neben Anpassungen in Produktionsweisen und Konsumverhalten, auch die weitere technologische Entwicklung wesentlich stärker in Einklang mit den Zielen nachhaltiger Entwicklung als bisher. Auch wenn diese Neuausrichtung von Steuern und Abgaben grundsätzlich alle Akteure betrifft, adressiert sie insbesondere auch den Energie- und Ressourcenverbrauch von digitalen Anwendungen und Geräten und damit eine zentrale Herausforderung der Digitalisierung für nachhaltige Entwicklung bzw.

den Schutz natürlicher Lebensgrundlagen. Zugleich werden Finanzierungsquellen erschlossen, die nicht unmittelbar an Erwerbsarbeit gebunden sind, und so eine Erosion staatlicher Finanzierungsgrundlagen oder doch zumindest eine zunehmend ungleiche Verteilung der Finanzierungslasten von Staat und Sozialsystemen vermieden.

Entlastung von Arbeit

Derartig alternative Finanzierungsquellen schaffen Spielräume für den zweiten zentralen Reformansatz: Die hohe steuerliche Belastung von (Erwerbs-)Arbeit in vielen Ländern sollte nach Ansicht des WBGU überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Diese Belastung wirft nicht nur (verteilungspolitische) Fragen der zukünftigen Finanzierung öffentlicher Systeme und Institutionen auf. Sie setzt vielmehr auch starke und einseitige Anreize auf Seiten von Unternehmen und Arbeitgebern, technische Automatisierungsmöglichkeiten auszuschöpfen und auszuweiten. Eine weitergehende Automatisierung ist zwar nicht generell abzulehnen und zum Beispiel bei lebensgefährlicher Arbeit gesellschaftlich wünschenswert. Gerade auf kurze Sicht ist eine sehr einseitige Fokussierung auf die breite Substitution von (Erwerbs-)Arbeit anstelle etwa des Schutzes natürlicher Ressourcen jedoch nicht im gesellschaftlichen Interesse. Sie gefährdet die soziale Kohäsion und bietet zu wenig Raum für den gesellschaftlichen Wandel, der notwendig ist, damit die gesellschaftlichen Funktionen von Erwerbsarbeit in Zukunft auch bzw. umfassender als heute gewährleistet werden.

Reform der Unternehmensbesteuerung

Zentral für den Erhalt der finanziellen Handlungsfähigkeit von Staaten ist ohne Zweifel die angemessene Besteuerung von Unternehmensgewinnen. Probleme des internationalen Steuerwettbewerbs und der aggressiven Steuerplanung international tätiger Unternehmen für die Finanzierung von Nationalstaaten stellen sich nicht erst im Zuge der Digitalisierung. Die Digitalisierung trägt allerdings zu deren Verschärfung bei, indem sie generell die Internationalisierung und Mobilität unternehmerischer Tätigkeiten befördert und die geographische Zuordnung und Bestimmung steuerbarer Wert durch die Verlagerung hin zu immateriellen Wirtschaftsgütern wie Daten erschwert.

Auch wenn gerade mit Blick auf Vertreter der Digitalwirtschaft ein wachsendes Missverhältnis zwischen den Möglichkeiten der Besteuerung eines Landes und dem Umfang von geschäftlichen Aktivitäten und Unternehmenserträgen nicht-ansässiger, international agierender Unternehmen beklagt wird, sollten aus Sicht des WBGU keine Sonderregelungen für Unternehmen

der „digitalen Wirtschaft“ verfolgt werden. Derartige Abgrenzungen zwischen Vertretern der digitalen und nicht digitalen Wirtschaft widersprechen nicht nur vielfach der Systematik bestehender Regelungen der Unternehmensbesteuerung. Sie erscheinen vor allem willkürlich und angesichts der Breitenwirkung der Digitalisierung gerade im Zeitverlauf zunehmend unklar.

Grundsätzlich sind stattdessen Reformschritte innerhalb des bestehenden Systems der Unternehmensbesteuerung denkbar, aber auch eine grundlegende Abkehr der Prinzipien der Unternehmensbesteuerung vom bisherigen Quellenlands- hin zu dem Bestimmungslands-Prinzip. Innerhalb des bestehenden Systems, das die Rechte der Besteuerung an den Ort der Wertschöpfung knüpft, müssen neue Regelungen zur internationalen Zuordnung von Unternehmensgewinnen bzw. Wertschöpfungsbeiträgen gefunden werden. Ein Ansatzpunkt stellt dabei die weitere Ausarbeitung des Konzepts digitaler Betriebsstätten dar. In Ergänzung müssen zudem heute noch nicht vollständig absehbare Kriterien zur Bestimmung der lokal auf ein bestimmtes Land entfallenden Wertschöpfungsanteile entwickelt werden. Würde auf internationaler Ebene (z.B. G20) die Vereinbarung von Mindestbesteuerungssätzen gelingen, könnte dabei der internationale Steuerwettbewerb eingedämmt werden.

In einem weitergehenden Reformschritt kann das System zur Besteuerung von Unternehmenserträgen stärker in Richtung einer Umsatzbesteuerung ausgestaltet werden. Einen ersten Schritt in diese Richtung stellt die umsatzsteuerliche Erfassung des nicht-monetären Tauschs von Daten gegen Dienstleistungen dar. Diese könnte auch unter Beibehaltung der heute gültigen Prinzipien der Unternehmensbesteuerung eingeführt werden, wirft allerdings in der konkreten Umsetzung durchaus komplexe Fragen der vollständigen Erfassung und der Bewertung dieser Tauschgeschäfte auf. Als sehr grundlegende Reform der Unternehmensbesteuerung wird hingegen die Einführung einer sogenannten bestimmungslandabhängigen Cash-Flow-Steuer diskutiert, durch die generell die Besteuerung an die erzielten Umsätze und damit nicht länger an den Ort der Wertschöpfung bzw. der international immer mobileren Ort der Gewinnentstehung, sondern an den Ort der Endverbraucher*innen geknüpft würde. Ein derartiger Schritt würde deutlich über die derzeit auf Ebene der EU und der OECD diskutierten Reformschritte hinausgehen. Da er jedoch Anreize zur Gewinnverlagerung und damit den internationalen Steuerwettbewerb erheblich senken und eindämmen würde, sollten dieses Konzept und seine rechtlichen wie wirtschaftlichen Implikationen aus Sicht des WBGU in jedem Fall weiter geprüft werden.

9.2.3.3

Monopolisierungstendenzen vorbeugen und Wettbewerb auf digitalisierten Märkten stärken

Das Vordringen digitaler Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft wirkt sich grundsätzlich ambivalent auf wirtschaftliche Konzentration und Wettbewerb aus. Starke Skalen- und Netzwerkeffekte und die zunehmende Bedeutung von Daten für erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen sowie weitergehende Innovationen lassen jedoch eine immer stärkere Konzentration auf einige wenige, dominante Akteure erwarten, wie sie sich heute aufgrund der vielfach noch unregulierten Digitalisierungsprozesse bereits abzeichnet. Starke wirtschaftliche Konzentration ist aus Sicht des WBGU aus mehrfachen Gründen zu vermeiden: Sie zieht Verteilungswirkungen nach sich, die die Gefahren größerer Ungleichheit zwischen Ländern, aber auch innerhalb von Gesellschaften verschärfen. Sie behindert aus systemischer Perspektive die innovationsfördernden und systemstabilisierenden Kräfte eines Wettbewerbs von Entscheidungen unterschiedlicher, unabhängiger Akteure und Systeme zur Informationsverarbeitung. Auf politischer Ebene besteht schließlich die Gefahr, dass gesellschaftliche Entscheidungsprozesse und die gestaltende Rolle des Staates unterlaufen werden, wenn einzelne privatwirtschaftliche Akteure zu dominant werden, vor allem da die Gestaltungsmacht dieser Akteure durch digitale Technologien deutlich erhöht werden kann. Zur Eindämmung solcher Konzentrationsprozesse sollte aus Sicht des WBGU das Wettbewerbs-/Kartellrecht weiterentwickelt und dabei möglichst eine internationale Harmonisierung angestrebt werden. Diese Weiterentwicklung der Ex-post-Kontrolle ist jedoch nicht hinreichend. Zusätzlich müssen die strukturellen Treiber von wirtschaftlicher Konzentration, die in dem Zusammenwirken von Skalen- und Netzwerkeffekten und der Bedeutung immaterieller Wirtschaftsgüter wie Daten begründet sind, wirksam adressiert werden.

Wirksame Ansätze der Wettbewerbskontrolle entwickeln und international abstimmen

Dass das Wettbewerbsrecht für eine effektivere Kontrolle und Sanktionierung von Marktmacht und deren Missbrauch in einer zunehmend digitalisierten, datengetriebenen Wirtschaft weiterentwickelt werden muss, ist weithin anerkannt. Erste Schritte wurden unternommen, und weitere Anpassungen sind bereits Gegenstand intensiver Diskussion. Diese sollte aus Sicht des WBGU in jedem Fall vertieft fortgesetzt werden. Angesichts international tätiger Unternehmen und Plattformen sollte dabei auch eine internationale Harmonisierung der wettbewerbsrechtlichen Verfahren und Vorgaben verfolgt werden.

Inhaltlich sollten aus Sicht des WBGU dabei vor allem wettbewerbsrechtliche Regelungen und Verfahren zur Bestimmung von Marktmacht und deren Missbrauch weiterentwickelt werden. Diese sollten insbesondere den Möglichkeiten, die sich aus dem Sammeln und Verknüpfen von Daten für die Schaffung und Verteidigung dominierender Marktpositionen ergeben, auch abseits der Frage der Preissetzung von Produkten und Dienstleistungen gerecht werden. Der WBGU unterstützt auch die frühzeitige Auseinandersetzung von Wissenschaft und Kartellbehörden mit den Möglichkeiten (implizit) kollusiven Verhaltens algorithmenbasierter, autonom entscheidender Systeme. Eine bedeutsame Erweiterung der Reichweite wettbewerbsrechtlicher Kontrollmöglichkeiten sieht der WBGU in der stärkeren Verschränkung von Wettbewerbsrecht und Datenschutz/Schutz der Privatsphäre. Diese sollte näher ausgelotet werden, um die Umgehung von Datenschutzbestimmungen mit Hilfe von Marktmacht effektiver als bislang sanktionieren zu können. Nicht nur wettbewerbsrechtlich, sondern auch aus Nachhaltigkeitssicht kritisch sieht der WBGU die Kombination verschiedener Geschäftsbereiche unter dem Dach einzelner Unternehmen, wenn mit Hilfe der so möglichen verknüpften Daten Zugänge zu relevanten Gütern der Grundversorgung eingeschränkt, besonders zu schützende Bereiche der Privatsphäre bedroht oder etwa auch Prinzipien von Solidarität und Risikostreuung im Versicherungsbereich ausgehöhlt werden. Der WBGU empfiehlt zumindest zu prüfen, ob in Anlehnung an die Regulierung bekannter Industrien mit starken Netzwerkeffekten, wie etwa der Energiewirtschaft, nicht die Kombination bestimmter Geschäftsbereiche bzw. Tätigkeiten unter dem Dach eines einzelnen Unternehmens kartellrechtlich untersagt bzw. die Möglichkeiten für eine solche kartellrechtliche Zerschlagung geschaffen werden sollten. Auf diese Weise könnte etwa der missbrauchsfreie Zugang zu relevanten Dienstleistungen geschützt werden, wie etwa der Zugang zu Krediten, der durch die Verknüpfung umfassender Persönlichkeitsprofile aus sozialen Netzwerken oder großen Einkaufsplattformen mit dem Angebot von Finanzdienstleistungen gefährdet werden kann. Auch hier sollten möglichst internationale Kriterien und Regelungen angestrebt werden.

Rolle von Daten für Machtkonzentration adressieren

Über die wirksame Kontrolle möglichen Missbrauchs marktbeherrschender Stellungen hinaus sieht der WBGU in der Kombination aus Netzwerk- und Skaleneffekten und den Feedback-Effekten aus der Akkumulation von Daten grundlegende strukturelle Treiber von Konzentration auf datenreichen/-getriebenen Märkten, die ein weitergehendes

regulatorisches Eingreifen erfordern. Das Wettbewerbsrecht als nachgelagerter, auf konkrete Einzelfälle des Missbrauchs bereits bestehender marktbeherrschender Stellungen bezogenes Kontrollinstrument greift hier zu kurz. Der WBGU schließt sich vielmehr der Auffassung an, dass zum Aufbrechen sich selbst verstärkender Machtpositionen und zum Abbau von Wettbewerbshemmnissen durch Beschränkungen der Datenverfügbarkeit regulierte Zugänge zu Daten entwickelt und durchgesetzt werden sollten. Derartige Regelungen bewegen sich notwendigerweise in einem Spannungsfeld zwischen den Vorteilen von Offenheit und breiter Datenverfügbarkeit sowie dem Schutz der Privatsphäre und möglicher (privat-)wirtschaftlicher Anreize zur Datenerhebung. Auch ist aufgrund der hohen Heterogenität der Bereiche und Kontexte, aus denen heraus Daten gesammelt werden, eine pauschale Regelung des Datenzugangs ausgeschlossen. Freier oder zumindest klar regulierter, diskriminierungsfreier und im Sinne der Interoperabilität standardisierter Zugang sollte aber etwa bei Daten durchgesetzt werden, die für die Weiterentwicklung von Produkten und Diensten wettbewerbsrelevant sind, keinen Personenbezug aufweisen und tendenziell als Beiprodukt sonstiger wirtschaftlicher Aktivitäten erhoben werden. Für umfassende, staatliche Rahmensetzungen zum Datenzugang in digitalen Marktwirtschaften müssen zunächst Möglichkeiten entwickelt werden, die eine präzisere Bestimmung und Abgrenzung des (gesellschaftlichen) Werts von Daten und ihrer Relevanz für Wettbewerb und Innovation erlauben. Einzelne Bereiche, in denen das gesellschaftliche Interesse an einer breiten, regulierten Datenverfügbarkeit als besonders hoch einzuschätzen ist, lassen sich aus Sicht des WBGU aber bereits heute identifizieren. Dies gilt etwa im Bereich von Daten aus öffentlichen Räumen (Smart Cities) oder bei den neu zu schaffenden digitalen Gemeingütern.

9.3

Weltordnung des Digitalen Zeitalters

Um die Digitalisierung in den Dienst nachhaltiger Entwicklung zu stellen, Risiken und Herausforderungen zu begegnen und Chancen zu nutzen, ist eine politische bzw. gesellschaftliche Gestaltung notwendig. Die enorme Geschwindigkeit der Digitalisierungsprozesse erfordert eine adaptive Steuerung, für die die verschiedenen Governance-Ebenen ertüchtigt werden müssen. Erstens bedarf es international einer Stärkung der Governance-Kapazitäten beim Thema



nachhaltige Digitalisierung und Digitalisierung für Nachhaltigkeit. Die folgenden Empfehlungen geben erste Anstöße, wie eine Verständigung über eine gemeinsame digitale Zukunft auf den Weg gebracht werden kann. Zweitens ist die EU gefordert, ihre Werte und ihren Weg in die digitale Zukunft zu entwickeln, und dabei eine aktiv gestaltende Rolle einzunehmen.

9.3.1

Global Governance für die nachhaltige Gestaltung des Digitalen Zeitalters

International hat sich in den letzten Dekaden ein Verständnis von Nachhaltigkeit als Vision globalen, langfristigen Wohlergehens herausgebildet, das durch die Agenda 2030, das Pariser Klimaübereinkommen sowie weitere multilaterale Pakte und Abkommen im Bereich Umwelt und Entwicklung zum Ausdruck kommt. Im Vergleich dazu stehen Bestrebungen einer internationalen Verständigung über einen regulatorischen Rahmen und eine Kooperation im Bereich der Digitalisierung und dem Einsatz digitaler Technologien noch am Anfang (Kap. 8.1). Die zentrale Herausforderung für die internationale Staatengemeinschaft besteht heute darin, eine gemeinsame Vorstellung für eine nachhaltige, digital unterstützte Zukunft zu entwickeln und sich auf gemeinsame Leitkonzepte, Prinzipien und regulatorische Rahmenbedingungen zu verständigen. Ähnlich wie der Brundtland-Bericht „Unsere gemeinsame Zukunft“ durch die Integration von Umwelt- und Entwicklungsthemen den Auftakt für ein globales Verständnis nachhaltiger Entwicklung setzte, braucht es heute einen neuen Auftakt für ein globales Verständnis über *unsere gemeinsame digitale Zukunft*. Dafür bedarf es gestärkter Global Governance-Kapazitäten.

9.3.1.1

UN-Gipfel „Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ anberaumen

Deutschland und die EU sollten sich für einen UN-Gipfel zum Thema „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ im Jahr 2022 einsetzen (30 Jahre nach UNCED in Rio) einsetzen („UN Conference for a Sustainable Digital Age“). Zentrales Thema der Konferenz mit globaler Perspektive wäre, welcher großen Weichenstellungen es bedarf, um eine digital unterstützte, nachhaltige Entwicklung zu erreichen und nicht nachhaltige Folgen des digitalen Wandels zu vermeiden. Als thematische Schwerpunkte bieten sich die Nutzung digitaler Technologien zur Unterstützung der Umsetzung der SDGs sowie neue Herausforderungen für globale Nachhaltigkeitspolitik nach dem Jahr 2030 an. Der Welt-

Kasten 9.3-1

Systemrisiken im Digitalen Zeitalter vermeiden

Um die Potenziale der Digitalisierung heben zu können, muss man sich der möglichen Systemrisiken im Digitalen Zeitalter bewusst sein. Digitale Systemrisiken sind denkbare großskalige Veränderungen in unseren Gesellschaften, die jeweils für sich genommen bereits Destabilisierungen unserer Gesellschaften auslösen könnten. Domino- und kumulative Verstärkereffekte würden sich entsprechend breitenwirksam multiplizieren.

Manche dieser Gefährdungen sind unumstritten (z.B. Disruptionen auf den Arbeitsmärkten), die Größenordnung der Veränderungen ist jedoch offen. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten anderer Systemrisiken sind signifikant (z.B. Überschreitung planetarischer Leitplanken, digitaler Autoritarismus, weiterer Machtzuwachs großer Digitalunternehmen), während andere Eintrittswahrscheinlichkeiten aus heutiger Sicht eher niedrig sind (z.B. Akzeptanz von Human Enhancement zur Schaffung eines optimierten *Homo sapiens*). Doch auch letztere Systemrisiken sind nicht zu vernachlässigen, denn würde der Schadensfall eintreten, hätten sie umfassende Auswirkungen auf die Zukunft der Zivilisation. Der WBGU identifiziert Systemrisiken im Digitalen Zeitalter wie die folgenden:

- Überschreitung planetarischer Leitplanken durch digital getriebene, ressourcen- und emissionsintensive Wachstums-muster.

- Entmachtung des Individuums, Gefährdung der Privatheit und Unterminierung digitalisierter Öffentlichkeiten durch digital ermächtigten Autoritarismus bzw. Totalitarismus.
 - Unterminierung von Demokratie und Deliberation durch normativ und institutionell nicht eingebettete automatisierte Entscheidungsunterstützung oder -findung.
 - Dominanz von Unternehmen, die sich staatlicher Kontrolle entziehen, angetrieben durch weitere datenbasierte Machtkonzentration.
 - Disruption der Arbeitsmärkte durch umfassende Automatisierung datengetriebener Tätigkeiten und Gefahr zunehmender „Irrelevanz der menschlichen Arbeitskraft“ für die Wirtschaft.
 - Vertiefte Spaltung der Weltgesellschaft durch eingeschränkten Zugang und Nutzung digitaler Potenziale hauptsächlich durch wohlhabende Minderheiten der Weltgesellschaft.
 - Missbrauch der Technisierung des Menschen auf Grundlage von Human-Enhancement-Philosophien und Methoden.
- Es ist zudem wichtig, sich zu vergegenwärtigen, dass die digitalen Umwälzungen auf Gesellschaften treffen, die bereits durch Globalisierung, den Aufstieg neuer Mächte, Fluchtbewegungen und autoritäre Populismen verunsichert sind. Die Bugwellen der Digitalisierung treffen zusammen mit der aktuellen Krise Europas und des Westens sowie mit Frontalangriffen gegen eine kooperations- und regelbasierte multilaterale Weltordnung. Die Systemrisiken des Digitalen Zeitalters könnten sich mit den bereits existierenden Fliehkräften in vielen Gesellschaften verschränken und diese verstärken.

gipfel sollte die Empfehlungen des High-level Panel on Digital Cooperation sowie die Ergebnisse der Weltgipfel zu nachhaltiger Entwicklung seit 1992 berücksichtigen (UNCED, 1992; Millennium-Gipfel, 2000; WSSD 2002; UN-Konferenz über nachhaltige Entwicklung, 2012 sowie den Weltgipfeln zur Informationsgesellschaft von 2003 und 2005). Ein zentrales Ergebnis des UN-Gipfels könnte eine Charta der internationalen Staatengemeinschaft sein. In einer solchen Erklärung sollten die für die nachhaltige Gestaltung des Digitalen Zeitalters grundlegenden Ziele und Grundsätze benannt, eine Digitalisierung im Sinne der Nachhaltigkeitsziele eingefordert, auf zu vermeidende Systemrisiken hingewiesen sowie zentrale politische Ansatzpunkte für Politikgestaltung identifiziert werden (Kasten 9.3-1).

Zur Vorbereitung des vorgeschlagenen UN-Gipfels empfiehlt der WBGU die sofortige Einsetzung einer „Weltkommission für Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ (World Commission for a Sustainable Digital Age) nach dem Vorbild der „Brundtland Kommission“. Aufgabe der Weltkommission sollte sein, die Ziele, Langzeitstrategien und eine Zukunftsvision für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften zu entwickeln. Insbesondere sollten die Risiken digitaler Technologien für die Transformation zur Nachhaltigkeit identifiziert und Wege zu deren Einhegung beschrieben werden. Zugleich sollte die Weltkommission die Bedingungen

benennen, die die Entfaltung der Potenziale digitaler Technologien für nachhaltige Entwicklung ermöglichen.

9.3.1.2

Verankerung des Themas Digitalisierung und Nachhaltigkeit im UN-System sicherstellen

Für eine stärkere institutionelle Verankerung des Themas Digitalisierung und Nachhaltigkeit im UN-System sieht der WBGU verschiedene Möglichkeiten: Zunächst sollten alle UN-Organisationen bzw. Institutionen, die zu Nachhaltigkeitsfragen arbeiten (z.B. UNDP, UNEP, UN-Habitat, IOM, UNCTAD sowie Weltbank und regionale Entwicklungsbanken), das Thema des digitalen Wandels systematisch in ihre Arbeits- und Strategiebildungsprozesse aufnehmen. Darüber hinaus sollte „Digitalisierung“ als Querschnittsthema verankert werden. Dazu bietet sich die Einrichtung eines Mechanismus zur Sicherung der Zusammenarbeit zwischen Agenturen und der systemweiten Koordination („UN Digitalization“ analog UN Energy) an.

9.3.1.3

Völkerrechtlicher Rahmen als unverzichtbarer Bestandteil

Auch im Digitalen Zeitalter ist das Völkerrecht wichtiger Bestandteil von Global Governance. Neben der Aushandlung einer „United Nations Privacy Convention“ (Kap. 9.2.1.2) sollte sich die Bundesregierung für die Eröffnung eines globalen Diskursraumes für neue Nachhaltigkeitsthemen der Digitalisierung einsetzen, die auch die Aushandlung einer „UN-Rahmenkonvention für digitale Nachhaltigkeit und nachhaltige Digitalisierung“ beinhalten würde. Letztere wäre die sichtbarste, verhandlungstechnisch aber sicherlich aufwändigste Maßnahme. Insbesondere sollten digitalisierte Infrastrukturen und Internet Governance, Teilhabe an Digitalgütern, wie Daten, der Schutz menschlicher Entscheidungssouveränität im Umgang mit algorithmenbasierter Entscheidungsfindung, KI und Automatisierung und die Zukunft des Menschen im Mensch-Maschine-Verhältnis als neue Themen auf die Agenda der internationalen Staatengemeinschaft gesetzt werden.

Ausgangspunkte für völkerrechtliche Verträge über die Kooperation in diesen und anderen neuen Feldern von Global Governance könnten insbesondere die aus dem Umweltrecht bekannten Prinzipien wie das Vorsorgeprinzip, das Verursacherprinzip, das Kooperationsprinzip und das Integrationsprinzip sein. In der Erforschung, Entwicklung und Anwendung autonomer und selbstlernender Systeme sollte z.B. Technikfolgenabschätzung als fester Baustein verankert und behördliche Präventivkontrollen sichergestellt werden (Vorsorgeprinzip). Gemäß des Kooperationsprinzips sollten Unternehmen zu Förderern einer digital unterstützten Transformation zur Nachhaltigkeit gemacht werden, etwa durch Corporate eco-digital Responsibility, Anreize (Privilegierung) sowie durch einen öffentlichen Diskurs zur Übertragung staatlicher/privater Entscheidungen auf technische Systeme (Kooperationsprinzip). Haftungsrechtliche Lücken sollten geschlossen und Verantwortlichkeiten (Produktverantwortung) zugewiesen werden (Verursacherprinzip). Alte und neue Nachhaltigkeitsthemen (Ökologie, Privatsphäre) sollten als Querschnittsthemen in alle Bereiche des digitalen Wandels integriert werden (Integrationsprinzip). Das Integrationsprinzip kann auch auf Digitalisierung selbst angewendet werden, das als neues Querschnittsthema und in Funktion eines Werkzeugs und der Schaffung neuer Herausforderungen in allen Prozessen mitgedacht werden sollte.

9.3.1.4

Wissenschaftliches Gremium zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit berufen

Wissenschaftliche Politikberatung, Technikfolgenabschätzung sowie eine breite Verankerung vorausschauender Expertise zu langfristigen Entwicklungen und Rückkopplungen zwischen ökologischen und digitalisierten sozio-technischen Systemen sollten institutionell gestärkt werden, um eine „antizipative Governance“ zu etablieren. Das Beispiel IPCC hat gezeigt, dass das Zusammenführen wissenschaftlicher Expertise für politische Entscheidungsträger eine wichtige Voraussetzung für faktenbasierte Politikgestaltung ist. Der WBGU schlägt vor, ein zwischenstaatliches bzw. internationales wissenschaftliches Gremium einzusetzen, das in regelmäßigen Sachstandsberichten den wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu allen nachhaltigkeitsrelevanten sozio-technischen und ökologischen Aspekten des digitalen Wandels aufarbeitet. Ein solches Gremium könnte aufbauend auf den bisher gemachten Erfahrungen ähnlich der Struktur von IPCC oder IPBES aufgebaut werden.

9.3.2

Die EU als Vorreiterin für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft

Für die EU als größtem Binnenmarkt der Welt bietet sich mit einem eigenen Modell für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft die Chance, sich international als „nachhaltiger Lebens- und Wirtschaftsraum“ zu profilieren (RNE, 2018a). Vor diesem Hintergrund sollte sich die Bundesregierung im Kontext ihrer EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2020 dafür einsetzen, eine gemeinsame europäische Vision und Strategie für eine digital unterstützte Nachhaltigkeitsgesellschaft zu entwickeln und nachhaltige Entwicklung selbst als Leitidee für europäische Digitalisierungspolitiken zu verankern. Ausgangspunkt für einen europäischen Weg zu digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaften ist die Vergewisserung auf gemeinsame Werte. Der WBGU sieht in einem neuen Humanismus für das Digitale Zeitalter ein Leitbild für die europäische Entwicklung (Kap. 7). Wesentliche Elemente eines solchen Wertesystems sind auch in der Charta (Kasten 9.4-1) ausgeführt.

9.3.2.1

Weichenstellungen für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft

Ein wichtiger Schritt für das europäische Modell ist, dass Nachhaltigkeit und Digitalisierung in ihrer Wechselwirkung in die EU-Politik integriert werden. Die übergeordnete EU-Strategie sollte dieses Ziel aus-

drücken, mit einer klaren Ausrichtung auf die Agenda 2030 sowie entschiedener Prioritätensetzung auf bekannten und neuen Nachhaltigkeitsthemen, die mit der digitalen Revolution einhergehen. Eine europäische Vision einer nachhaltigen digitalen Zukunft hätte neben dem Ziel der Schaffung eines digitalen Binnenmarktes insbesondere den Erhalt natürlicher Lebensgrundlagen und den Schutz anderer Gemeinwohlinteressen im Blick. Schwerpunkte sieht der WBGU im Energie- und Klimaschutz sowie in der Kreislaufwirtschaft. Daneben ist die soziale Dimension beider Transformationsprozesse wichtiges Element gelungener Integration (Kasten 8.5-1).

Für die Weiterentwicklung der digitalen Agenda können die Umweltrechtsprinzipien (Vorsorgeprinzip, Verursacherprinzip, Kooperationsprinzip und Integrationsprinzip; Kap. 8.4.2) genutzt werden. Diese können auch Anhaltspunkte für eine nachhaltige Rahmensetzung für Digitalisierungsprozesse liefern. Entscheidende Treiber des digitalen Wandels sind bislang ökonomische Interessen bzw. staatliche Überwachung und Kontrolle. Nachhaltige Digitalisierungspolitik sollte vor allem Gemeinwohlinteressen verfolgen.

Im derzeit entstehenden EU-Umweltaktionsprogramm und der EU-Dekarbonisierungsstrategie für das Pariser Übereinkommen sollte der digitale Wandel mit seinen Möglichkeiten und Risiken systematisch mitbetrachtet werden. Mit der Ausarbeitung einer „EU-Strategie für Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ eröffnet sich zudem die Möglichkeit, neue Nachhaltigkeitsthemen, wie Privatsphärenschutz, digitale Teilhabe, menschliche Entscheidungssouveränität und die Alleinstellungsmerkmale des Menschen im Mensch-Maschine-Verhältnis auf die Nachhaltigkeitsagenda zu setzen (Kap. 8.3). Mit einer „EU-Strategie für Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ könnte die EU zudem eine Pionierrolle für die Weiterentwicklung der Agenda 2030 einnehmen. Europa kann damit der globalen digitalen Entwicklung einen neuen Impuls geben (Kap. 8.4; Kasten 8.5-1).

Um diese Vision Realität werden zu lassen, sollten Investitionen und Innovationen in die entsprechende Richtung gelenkt werden, etwa indem eine nachhaltige, europäische IKT-Infrastruktur aufgebaut und digitale Technologien in Städten, Gemeinden und Regionen erprobt werden (Kasten 10.3-3). Die Berücksichtigung neuer Indikatoren und Leitbilder zur Messung und Bewertung wirtschaftlichen Erfolgs bietet das Potenzial, Wandel in Richtung Gemeinwohl zu befördern (Kap. 8.4.1). Wichtige Beispielprojekte sind die Bereitstellung öffentlich-rechtlicher IKT und die Beteiligung an digitalen Gemeingütern (Kap. 9.2.3.1). Zentrale Voraussetzung für die Entwicklung konkreter Elemente für das Gelingen dieses Modells sind Bildung und Forschung (Kap. 9.1.4, 10).

9.3.2.2

Datenschutz und Ethik bei Technikgestaltung als Wettbewerbs- und Standortvorteil ausbauen

Statt sich in einen globalen Wettbewerb einzufügen, der den eigenen Werten widerspricht, kann die EU als mächtige Akteurin offensiv eigene Regeln einbringen, um längerfristig den globalen Wettbewerb selbst zu verändern. Der mit der EU-DSGVO angelegte Schutz der Privatsphäre sollte als Standortvorteil aufgefasst und konsequent weiter ausgebaut werden (Kap. 9.3.2.2). Eine Teilnahme am internationalen Wettbewerb um trainingsdatenintensives maschinelles Lernen mit China und den USA auf Kosten der Privatsphäre wäre ein Irrweg und würde die europäische Wertebasis untergraben. Stattdessen sollten Nachhaltigkeit, faire Produktionsbedingungen, Privatheit und Cybersicherheit in der Technikgestaltung und im Betrieb (ethics by, in and for design, privacy by design, security by design, sustainability and fairness by design) zentrale handlungsleitende Elemente eines künftigen europäischen Digitalisierungsmodells werden. Wichtigste Referenz ist hier die EU-DSGVO und die Entwicklung eines nachhaltigen Umgangs mit Daten. Im Hinblick auf einen verantwortungsvollen Umgang mit Daten und Privatsphäre hätte sie ein Alleinstellungsmerkmal, wenn dieser konsequent durchgesetzt und nicht im globalen Wettbewerb relativiert wird. Die EU sollte daher einen Wettbewerbsvorteil schaffen und dabei souverän Datenschutz und ethisch reflektierte Technikgestaltung als Standortvorteile wahrnehmen.

Mit der EU-DSGVO wurde als weltweit höchster Standard ein erstes Interpretationsangebot für einen Umgang mit personenbezogenen Daten vorgelegt. Diese gilt es entschieden um- und durchzusetzen sowie stetig weiterzuentwickeln. Sie bezweckt den Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und dem freien Verkehr solcher Daten und schützt dadurch die Grundrechte und Grundfreiheiten natürlicher Personen. Ob diese Schutzzwecke erreicht werden, hängt aus Sicht des WBGU wesentlich von der Konsequenz ihrer Durchsetzung und konkreten Anwendung und Weiterentwicklung ab, u. a. durch die Datenschutzbehörden und die Rechtsprechung. Neben einer Stärkung staatlicher Vollzugsbehörden in den Mitgliedstaaten sollte die EU-DSGVO zivilgesellschaftliche Akteure in ihrer wichtigen Rolle für deren Durchsetzung als Kooperationspartner*innen anerkennen und unterstützen. Es sollte eine gesamtgesellschaftliche Debatte zum Thema Privatsphäre initiiert und unterstützt werden. Der WBGU empfiehlt, einer exzessiven Überwachung und Profilbildung entschlossen entgegenzuwirken. Dazu ist unter anderem eine leistungsstarke ePrivacy-Verordnung (ePrivacy-VO) nötig. Deshalb sollte die Bundesregierung auf EU-Ebene darauf

hinwirken, dass die Blockade der ePrivacy-VO gelöst und diese im Sinne der Bürger*innen umgesetzt wird. Der gegenwärtig weitgehend blockierte Verhandlungsprozess zur ePrivacy-VO sollten im Gemeinwohlinteresse forciert werden. Diese und die Weiterentwicklung der EU-DSGVO hätten auch internationale Signalwirkung auf Drittstaaten, insbesondere auch Entwicklungsländer (Kuner et al., 2017). Wirksame Datenschutzinstrumente sollten sukzessive über multilaterale Prozesse als internationale Standards etabliert werden. Datenverarbeitung ist im Digitalen Zeitalter nicht nur Ursache für Privatheitsverletzungen, sondern auch für Machtkonzentrationen und ökonomische Fehlentwicklungen. Deshalb sollte die EU auch in Bezug auf nicht-personenbezogene Daten Datenschutz zusammen mit den Datenpflichten auf die Agenda setzen.

9.3.3

Akteurskonstellationen für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften

Um die Digitalisierung in Richtung Nachhaltigkeit zu lenken, sind Akteursallianzen erforderlich, die normative Orientierungen, regulative Rahmenbedingungen und faire Marktstrukturen gesellschaftlich vorantreiben. Die Zusammenführung der Digitalisierung mit Nachhaltigkeitszielen ist ein politischer und kein technologischer Prozess. Der WBGU hat die Akteursgruppen Individuen, Wirtschaft und Unternehmen, Zivilgesellschaft, Tech-Communities, Städte und Gemeinden, Staaten, transnationale Akteure und die internationale Staatengemeinschaft betrachtet (Kap. 4). Es lassen sich Trends ableiten, welche Akteursgruppen durch die Digitalisierung an Handlungs- und Gestaltungsspielraum gewinnen und welche verlieren. Aus der Zielperspektive einer Großen Transformation zur Nachhaltigkeit ist es erforderlich, gestaltungsmächtige Akteure für die Transformation zu engagieren und Pionier*innen des Wandels Handlungsspielräume zu eröffnen. Zu einigen Akteurskonstellationen wurden in Kapitel 9.1 bis 9.3 bereits spezifische Empfehlungen ausgesprochen.

Der WBGU folgt dem Konzept polyzentrischer Governance, das Akteursgruppen in ihrer Interdependenz betrachtet. Die folgenden Empfehlungen zielen darauf ab, vielfältige Akteure zu befähigen, im Digitalen Zeitalter Verantwortung für die Transformation zur Nachhaltigkeit wahrzunehmen (polyzentrische Verantwortungsarchitektur; WBGU, 2016b). Innerhalb einer polyzentrischen Verantwortungsarchitektur können starke Akteure wie Staaten oder internationale Organisationen Impulse setzen und andere Akteure aktiv stärken, z. B. um Koalitionen oder Gegengewichte

zu mächtigen Spielern zu bilden. Gestaltungsfähigkeit in Bezug auf digitale Prozesse muss bei einigen dieser potenziell starken Akteure erst noch hergestellt werden. Dazu sollten digitale Kompetenzen aufgebaut und mit den Anforderungen der Nachhaltigkeitstransformation verbunden werden.

9.3.3.1

Zivilgesellschaftliche Netzwerke für individuelle und gemeinwohlbezogene Belange ausbauen

Da Individuen in der digitalisierten Welt zahlreichen Vorstrukturierungen und Komplexitäten ausgesetzt sind, benötigen sie Sachwalter ihrer kollektiven Interessen, die nicht kommerzielle Interessen vertreten (z. B. Verbraucherschutzorganisationen). Bestehende Organisationen schützen Individuen vor möglichen Verletzungen von Individualrechten durch digitale Anwendungen nur bedingt. So werden die Interessen datengebender Nutzer*innen gegenüber kommerziellen Verwerter*innen bislang nicht durch Sachwalter wie Gewerkschaften wahrgenommen. Hier bedarf es der Entwicklung neuer Formen und Vertretungsrechte. Zivilgesellschaftliche Organisation und bürgerschaftliches Engagement sind als Bindeglied zwischen Individuum und Gesellschaft, aber auch als Gegengewicht und Kontrollinstanz von staatlicher und ökonomischer Macht im Digitalen Zeitalter besonders essenziell. Starke Netzwerke zivilgesellschaftlicher Akteure können national wie global zu einem kritischen Sensorium für ökologische, gesellschaftliche wie menschenrechtliche Missstände werden und in diesem Sinne überall auf der Welt gefördert und institutionalisiert werden.

9.3.3.2

Tech-Communities als Verbündete für die Transformation zur Nachhaltigkeit gewinnen

Aufgrund des immer stärker werdenden Einflusses der Tech-Communities (Kap. 4.2.4) sollten nachhaltigkeitsrelevante Diskurse in dieser Akteursgruppe systematisch und institutionell gefördert werden. Die Diskussionen innerhalb der Tech-Community zu Values by Design, Corporate Social Responsibility, verantwortungsvollem Technikeinsatz sowie zur Ausgestaltung einer Professionsethik bieten gute Anknüpfungspunkte, um Potenziale für die Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit in Richtung Nachhaltigkeitstransformation zu heben. Diese Inhalte sollten auch in der Aus- und Weiterbildung verankert werden. Neben einer verstärkten Corporate Social Responsibility sollte auch eine Technological Social Responsibility etabliert werden, damit Tech-Communities vermehrt zu Pionieren der Transformation zur Nachhaltigkeit werden. Die durch das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucher-

Kasten 9.4-1**„Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ – Entwurf einer Charta für ein nachhaltiges digitales Zeitalter****Präambel**

Im Bewusstsein der Verantwortung aller Gesellschaften für unsere gemeinsame digitale Zukunft,

im Bewusstsein der Dringlichkeit für entschiedenes Handeln zur Begrenzung des anthropogenen Klimawandels und zur Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen sowie im Bewusstsein der Verantwortung des Menschen im Anthropozän als neue erdgeschichtliche Epoche,

im Bestreben, auf eine humanistische Vision für eine vernetzte Weltgesellschaft des Digitalen Zeitalters hinzuwirken, in der sich zivilisatorische und menschliche Potenziale voll entfalten,

in Anerkennung der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte, des Berichts der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung, des Basler Übereinkommens über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung, des durch die Vereinten Nationen gesponserten Weltgipfels zur Informationsgesellschaft, der Agenda 2030 der Vereinten Nationen mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung, des Übereinkommens von Paris sowie entsprechender Prozesse informeller Initiativen,

erkennen die Unterzeichnenden die folgenden Ziele, Grundsätze, Freiheiten, Rechte und Pflichten an und bekennen sich zu ihrer Umsetzung.

Ziele und Grundsätze

1. Die *Würde* des Menschen ist auch im digitalen Raum unantastbar. Alle Menschen haben das Recht auf digitale Identität, Souveränität, Datenschutz und Privatsphäre. Dazu gehört auch das Recht, sich der Digitalisierung im Privaten zu entziehen.
2. Die Entwicklung digitaler Technologien und digitalisierter Infrastrukturen wird stets so ausgerichtet, dass die *natürlichen Lebensgrundlagen* bewahrt bleiben. Die planetarischen Leitplanken müssen eingehalten, globale und lokale Umweltprobleme müssen vermieden werden. Versacher-, Kooperations-, Integrations- und Vorsorgeprinzip sind als Leitprinzipien zu beachten.
3. Die Entwicklung digitalisierter Infrastrukturen wird stets so ausgerichtet, dass sie *allen Menschen zugänglich* ist und die gleichen Chancen eröffnet, sich gesellschaftlich einzubringen und zu verwirklichen. Für die zugrundeliegenden Technologien wie Mikroelektronik, Tele- und Datenkommunikationsnetze, Datenverarbeitung und künstliche Intelligenz sollen Informationen über die prinzipielle Funktionsweise weltweit für alle zugänglich sein.
4. Die Rechte des Einzelnen zum *Schutz der individuellen Entfaltungsfreiheit* im digitalen Raum werden gewährleistet. Dazu gehören informationelle Selbstbestimmung, der Schutz der Meinungsfreiheit und der digitalen Identität sowie der Schutz von Minderheiten und vor Diskriminierung. Alle Menschen haben grundsätzlich das Recht, die über sie gespeicherten Daten einzusehen, zu korrigieren, über ihre Nutzung zu bestimmen und sie löschen zu lassen. Diese Rechte sind einklagbar.

Digitalisierung im Sinne der Nachhaltigkeitsziele

5. Die Potenziale der Digitalisierung sollen weltweit für die Erreichung der *Ziele für nachhaltige Entwicklung* (Agenda 2030 und darüber hinaus) genutzt werden. In gesellschaftlichen Entscheidungen, die die Ziele für nachhaltige Entwicklung betreffen, sollen Lösungen auf Basis digitaler Technik erwogen werden.
6. Bei der Entwicklung digitaler Technologien und digitalisierter Infrastrukturen werden stets die ökologischen und sozialen Auswirkungen berücksichtigt. Die planetarischen Leitplanken müssen eingehalten werden.
7. Die Digitalisierung wird gezielt für das *Monitoring der UN-Nachhaltigkeitsziele* und so die Absicherung von sozialen und ökologischen Standards eingesetzt.
8. Alle Staaten tragen zur Entwicklung *digitaler Gemeingüter* zum Kultur- und Naturerbe und zum weltweiten Wissensstand bei und gewährleisten deren Absicherung und allgemeine Zugänglichkeit über Generationengrenzen hinweg.

Systemrisiken vermeiden

9. Alle Staaten und Unternehmen wirken aktiv auf die Minimierung von *Risiken für kritische Infrastrukturen* hin. Sie sind verpflichtet, sich gegenseitig über Fehler und Sicherheitslücken zu informieren und für deren Behebung zu sorgen. Die Verantwortlichkeit für Schadensfälle wird stets klar definiert.
10. Der Einsatz digitaler Technologie verpflichtet. Sein Gebrauch soll zugleich dem *Wohle der Allgemeinheit* dienen. Digitale Lösungen dürfen nicht dazu benutzt werden, Menschen zu unterdrücken, anlasslos zu überwachen oder soziale Kontrolle auszuüben.
11. Alle Staaten haben die Pflicht, Betroffene bei der Anpassung an die durch die Digitalisierung hervorgerufenen *arbeitsweltlichen Umwälzungen* im Sinne der oben definierten Grundsätze in angemessener Weise zu unterstützen.
12. Die *Entscheidungssouveränität* des Menschen beim Einsatz künstlicher Intelligenz und algorithmensbasierter Automatismen in gesellschaftlichen Entscheidungsfindungsprozessen wird gewährleistet. Der Mensch behält das Letztentscheidungsrecht. Automatisierte Entscheidungsfindung und -unterstützung erfolgt stets nachvollziehbar, nur in klar definiertem Rahmen und unter Wahrung einer Korrekturmöglichkeit. Die Verantwortlichkeit für automatisierte Entscheidungsfindung und -unterstützung wird stets klar definiert.
13. Alle Staaten haben die Pflicht, das *Recht des Einzelnen auf Eigenart und Unvollkommenheit* zu bewahren. Gesellschaftlichem Druck zur Optimierung des menschlichen Körpers durch Technik muss entgegengewirkt werden. Alle Staaten vereinbaren auf multilateraler Ebene hierzu verbindliche Regeln und ethische Leitlinien.
14. *Cyber-Angriffe* unterliegen den Genfer Konventionen zu kriegserischen Auseinandersetzungen und ihren Zusatzprotokollen, die um Angriffe auf kritische Infrastrukturen zu ergänzen sind. Der Einsatz vollautomatisierter *autonomer Waffensysteme* muss verboten werden. Der Schutz der Zivilbevölkerung hat höchste Priorität.

Auf prozedurale Herausforderungen vorbereiten

15. Alle Staaten und Unternehmen entwickeln *ethische Leitlinien* für die Konzeption, Entwicklung und Anwendung von digitalen Technologien und Lösungen im Hinblick auf die Menschenwürde und die Nachhaltigkeitsziele und

schaffen die notwendigen rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen für deren Umsetzung.

16. Alle Staaten schaffen *Institutionen*, die über den Einsatz von digitalen Technologien beraten, wenn sie die Menschenwürde, die natürlichen Lebensgrundlagen, die Teilhabe aller Menschen oder die Eigenart des Einzelnen unmittelbar betreffen. Alle Staaten schaffen die Voraussetzungen, dass sich die *Zivilgesellschaft* frühzeitig an diesen Prozessen beteiligen kann.
17. Alle Staaten befähigen ihre Bürger*innen durch *technologieorientierte Zukunftsbildung* dazu, an der Nutzung

digitaler Technik teilzuhaben und ein globales Verantwortungsbewusstsein und ein holistisches Verständnis ihrer Handlungsoptionen im Digitalen Zeitalter zu entwickeln und zukünftige Entwicklungen digitaler Technologien und digitalisierter Infrastrukturen aktiv mitzugestalten. Dies bezieht insbesondere die Bildung für nachhaltige Entwicklung ein.

18. Alle Staaten *kooperieren* auf multilateraler Ebene im Sinne der in dieser Charta vereinbarten Ziele und Verpflichtungen.

schutz (BMJV) ins Leben gerufene Corporate Digital Responsibility-Initiative hat in Deutschland einen ersten Schritt zur Definition möglicher Prinzipien einer digitalen Verantwortung unternommen. Hieran kann angeknüpft werden.

Ein ‚weizenbaum’scher Eid‘ (Kap. 4.2.4) könnte als Professionsethik für nachhaltige Gestaltung und Nutzung digitaler Technologien dienen. Damit könnten die Tech-Communities zu generellen Prinzipien verpflichtet werden, die für die Entwicklung und die Anwendung digitaler Technologien richtungsgebend sind. Diese Prinzipien sollten auch in Aus- und Weiterbildung der Expert*innen verankert werden.

9.3.3.3

Mainstreaming technischen Wissens und Modernisierung staatlicher Institutionen

Für die Transformation zur Nachhaltigkeit gilt es, die Digital- und Nachhaltigkeitskompetenzen öffentlicher Akteure gezielt zu stärken. Zur vollen Erschließung des Nachhaltigkeitspotenzials digitalisierten staatlichen Handelns sollte das Verständnis und technische Wissen bezüglich der Chancen und Risiken der Digitalisierung von der lokalen bis zur nationalen Ebene in allen staatlichen Institutionen sowie quer über alle relevanten Themengebiete hinweg verankert werden (Mainstreaming). Staaten sollten außerdem verstärkt im Verbund agieren und multilateral zusammenarbeiten, um an Handlungsfähigkeit (zurück-) zu gewinnen. Dabei sollten sie sicherstellen, dass Bürgerrechte nicht eingeschränkt und Privatheit nicht verletzt werden. Staaten obliegt im Digitalen Zeitalter in Bezug auf Gefährdungen der Menschenwürde eine besondere Schutzpflicht, für deren Wahrnehmung sie sich wappnen müssen.

9.3.3.4

Ressourcen transnationaler und internationaler Organisationen für Nachhaltigkeit nutzen

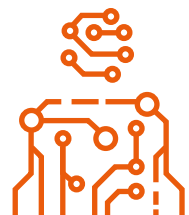
Digitale Vernetzung, Virtualität und Wissenszuwachs können im besten Falle positive Treiber einer bereits in Gang gesetzten Herausbildung und Diversifizierung

transnationaler Strukturen sein, die perspektivisch zu einer Art kritischer Weltgesellschaft oder einem Weltumweltbewusstsein kumulieren. Dafür bedarf es in transnationalen Netzwerken und Organisationsstrukturen, die sich mit digitalen und digitalisierten Infrastrukturen befassen, eines Mainstreaming von Nachhaltigkeitsthemen (z.B. bei ICANN). Diese Perspektive könnte durch staatliche oder zivilgesellschaftliche Akteure aktiv eingebracht werden. Internationale Organisationen der Nachhaltigkeits-Governance, die mit ihrem faktenbasierten Berichtswesen und Reports eine zentrale globale Wissensressource darstellen, sollten perspektivisch eine neue Rolle im Sinne einer informationellen Qualitätssicherung einnehmen. Zudem sollten internationale Organisationen, Ressourcen und Netzwerke eine Brücke zwischen transnational organisierten Einheiten und Staaten bilden. Anschlussfähiges Beispiel ist hier die Arbeit des UN-Klimasekretariats (Kap. 4.2.7).

9.4

Neue normative Fragen – Die Zukunft des Homo sapiens

Mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung der technischen Systeme in ihren Fähigkeiten und Fertigkeiten, der Erweiterung menschlicher Fähigkeiten durch technische Systeme sowie den Versuchen, technischen Systemen menschenähnliche Fähigkeiten zu verleihen, wird immer wieder Neuland betreten. Daraus ergeben sich grundsätzliche ethische Fragen, die gesamtgesellschaftlich erörtert werden müssen. Derzeit werden die Diskurse über die Kooperation und Kollaboration zwischen Mensch und Maschine sowie die physische (und soziale) Technisierung von Menschen durch Digitalisierung häufig mit Bildern utopischer oder dystopischer Science Fiction besetzt (Kap. 6). Dabei lenken



die emotionale Aufladung und der in eine ferne Zukunft gerichtete Blick davon ab, dass bereits jetzt mögliche Grenzverletzungen mit sofortigem Regelungsbedarf vorliegen (Kap. 9.4.1). Bei den heute noch futuristisch erscheinenden Themen kann der um die Menschenwürde erweiterte normative Kompass des WBGU Orientierung bieten. Schon heute sind der Schutz vor Objektifizierung von Individuen (Kap. 2.3.2), die Ermöglichung von Selbstbestimmung und freier Entfaltung der Persönlichkeit sowie Diversität als Grundlage von Kreativität und Chance für die nötigen gesellschaftlichen Transformationen konkret herausgefordert. Sich bereits abzeichnende Entwicklungen führen unweigerlich zu Fragen danach, welche technischen Entwicklungen unter Einbeziehung ihrer möglichen Folgen wir zukünftig realisieren wollen – und welche nicht. Hierfür ist die Schaffung von Diskursräumen und Frühwarnsystemen erforderlich (Kap. 9.4.2, 9.4.3).

9.4.1

Gehirn-Computer-Schnittstellen: Datenschutz und Abschaltmöglichkeit verankern

Auch wenn die Einschätzung der Entwicklung von Gehirn-Computer-Schnittstellen (engl. Brain Computer Interface, kurz: BCI) und Neuroprothetik oftmals spekulativ ist, werden diese Technologien mittlerweile von Großinvestoren als bedeutend eingeschätzt. Dementsprechend große Forschungsbudgets und -aktivitäten in der Privatwirtschaft bleiben jedoch nicht ohne forschungsethische und gesellschaftliche Implikationen, denn „sinnvolle markttaugliche und klinisch verwertbare Entwicklung von Gehirn-Computer-Interfaces und auch Hirnstimulationsgeräten ist nur bei einer gleichberechtigten und intensiven Zusammenarbeit von physiologischen, ingenieurwissenschaftlichen und klinischen Disziplinen möglich.“ (Birbaumer, 2017:8). Dass in den Entwicklungsabteilungen von Konzernen oftmals medizintechnische Ingenieure ohne klinische Ausbildung und Erfahrung oder Zugang zu klinischen Gruppen tätig sind, erweist sich hier im Hinblick auf mangelnde Interdisziplinarität (Kap. 10) als ebenso problematisch, wie die Entscheidung über und Ausgestaltung von Entwicklungen in Abhängigkeit von Gewinnerwartungen und der Verfügbarkeit neuer technologischer Optionen ohne ethische Reflexion. Bereits heute werden digital ansteuerbare Prothesen und Implantate zu kurativen Zwecken eingesetzt, teilweise ohne dass Verschlüsselung oder Abschaltfunktion zwingend vorgesehen sind (Birbaumer, 2017; Clausen et al., 2017). Hier gibt es dringenden Handlungsbedarf.

Auch wenn sich aktuell die Möglichkeiten zum Aus-

lesen von Gedanken bislang auf geringem Niveau bewegen und bei Emotionen (etwa durch wissenschaftlich fragwürdige kommerzielle EEG-Geräte) bislang nicht bestehen, sind solche Entwicklungen in absehbarer Zeit im Prinzip möglich (Birbaumer, 2017). Daher müssen aus Sicht des WBGU jetzt die Weichen gestellt werden, um den Einsatz solcher, möglicherweise kommerziell in ethisch problematische Richtungen getriebenen Entwicklungen zu regeln. Da durch die rasche Entwicklung neuer Sensoren und maschineller Intelligenz „Gedankenlesen“, zumindest in eingeschränkter Form, in einigen Dekaden möglich sein könnte, ist die herstellerseitige Verpflichtung zu einer Unterbrechung mittels einer ‚Not-Aus‘-Schaltung bereits heute ebenso wichtig, wie die Gewährleistung größtmöglicher Sicherheit und Resilienz solcher Systeme (Birbaumer, 2017:32). Cybersicherheit (Kap. 3.3.4) wäre in diesem Zusammenhang ein neuer zusätzlicher Garant für psychische Integrität.

Angesichts der absehbaren quantitativen Zunahme von Neurodaten empfiehlt der WBGU weiterhin, ein individuelles Recht auf deren Privatheit im Modus „default-opt-out“ zu schaffen, deren kommerzielle Nutzung und Weiterleitung streng zu regulieren und bestehende internationale Verpflichtungen (z.B. UN-Menschenrechtserklärung) um entsprechende „Neurorechte“ zu erweitern (Yuste und Goering, 2017:161ff.). Die rasante und teilweise schon weit fortgeschrittene Forschung und Entwicklung in diesem Bereich macht deutlich, dass dringend Räume und Institutionen für die frühzeitige Erörterung von möglichen Grenzziehungen und Moratorien geschaffen werden müssen (Kap. 9.4.3).

9.4.2

Zulassungsstandards und „Frühwarnsysteme“ im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion

Nicht nur die physische Technisierung von Menschen durch Maschinen wirft fundamentale Fragen auf, auch die Intensivierung und Neugestaltung von Mensch-Maschine-Interaktionen erfordern ein Vorausdenken und Einhegen möglicher Gefahren im Hinblick auf Gesellschaftspolitik und individuelle Wissensfreiheit oder Entscheidungsautonomie (Birbaumer, 2017: 25 ff.). Bereits heute begleiten Alexa und Siri den Alltag von immer mehr Menschen in den Industrienationen. Angesichts der Tendenz von Menschen zur Anthropomorphisierung von autonomen Systemen stellen sich drängende gesellschaftliche Fragen. Teilweise interagieren wir mit autonomen Systemen, ohne es zu wissen (Avatare, Bots, Serviceroboter), weshalb der WBGU nachdrücklich eine Kennzeichnungspflicht für Kommunikation mit einem maschinellen „Gegenüber“

empfiehlt. Bereits heute werden zudem (teil-)autonome Roboter in vulnerablen Bereichen eingesetzt, etwa in der Pflege, bei dementen Patient*innen (Pflege-roboter „Paro“) oder im Kinderzimmer (etwa vernetzte Spielzeuge mit audiovisueller Überwachungsfunktion). Aufgrund der potenziell weitreichenden Folgen für die psychische Integrität empfiehlt der WBGU generell für sozio-technische Innovationen, d.h. Produkte und Dienstleistungen im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Interaktion, entsprechende Zulassungsstandards festzulegen. Um mit den durch starke kommerzielle Interessen rasant vorangetriebenen Entwicklungen Schritt halten zu können, müssen neue und stärker antizipierende Formen der Technikfolgenabschätzung entwickelt werden sowie Frühwarnsysteme, wenn es um besonders verletzbare Zielgruppen (Kinder, Jugendliche usw.) geht.

und Grenzen digitaler Veränderungen austauschen können. Mit diesem Instrument soll der gesellschaftliche Diskurs organisiert werden, um das Bewusstsein für die sich im Kontext des digitalen Wandels neu stellenden ethischen Fragen zu schärfen und gesellschaftliche Antworten zu erarbeiten. Diese Arenen sollten in mehreren, miteinander vernetzten und sich ergänzenden Formaten organisiert werden. Ergebnisse der Diskursarenen sollten Eingang in parlamentarische Verfahren finden, etwa durch Stellungnahmen (mündlich oder schriftlich) in einschlägigen Bundestagsausschüssen (z.B. zur Digitalen Agenda). Darüber hinaus könnte ein interministerieller oder Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Digitalisierung eingerichtet werden.

9.4.3

Verständnis des Verhältnis „Mensch – Maschine – Umwelt“ kontinuierlich anpassen

Vom Menschen geschaffene digitale Technologien ermöglichen es nicht nur, den Planeten irreversibel zu verändern. Sie beeinflussen und verändern auch den Menschen und die vorherrschenden Menschenbilder (Kap. 7). Das Verhältnis von Mensch, Maschine und Umwelt ist dabei dynamisch, denn alle drei Komponenten sind durch Technik und Gesellschaft veränderlich. Dennoch ist und bleibt Technik auch längerfristig Menschenwerk. Zur kritischen und verantwortungsbewussten Antizipation künftiger Potenziale und Risiken technologischer Entwicklungen ist daher ein anderes, breiteres Zukunftsverständnis nötig anstelle eines einseitig technologieorientierten. Neben einem Bildungspakt (Kap. 9.1.4.2) empfiehlt der WBGU flankierend in der Wissenschaft die nötigen Grundlagen im Sinne von Zukunftsforschung, Prognose und Technikwandel weiterzuentwickeln (Kap. 10). Aufgrund der gesellschaftlichen Bedeutung, sehen wir hier eine starke Verpflichtung, die Forschungsergebnisse dem gesellschaftlichen Diskurs zugänglich zu machen, etwa durch neue Formate des Wissenstransfers wie Experimentierangebote, Roadshows oder Erprobung in Reallaboren.

9.4.4

Effektive und inklusive Diskursarenen schaffen

Ein weiterer Baustein ist die Schaffung von Diskursarenen durch die Bundesregierung, die Raum für Diskussionen bieten, bei denen sich Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik über Werte, Ziele

Der WBGU orientiert sich an den Fragen einer globalen gesellschaftlichen Zukunft innerhalb planetarischer Leitplanken. Forschung und Innovation sind bei der Gestaltung einer konstruktiven Rolle von Digitalisierung für eine nachhaltige Entwicklung von großer Bedeutung. Technologischen Fortschritt sieht der WBGU dabei nicht als Selbstzweck, sondern als Mittel zur Erreichung gesellschaftlicher Ziele, insbesondere eines menschenwürdigen Lebens für alle. Der WBGU begrüßt daher im Einklang mit seinem normativen Kompass (Kap. 2) ausdrücklich die entsprechenden Grundüberzeugungen der Digitalstrategie des BMBF (2019) und deren kommende Umsetzung.

Im vorliegenden Gutachten wird die Transformation zur Nachhaltigkeit mit der Wirkmacht und Gestaltbarkeit der Digitalisierung zusammengedacht. Für eine nachhaltige Entwicklung im Digitalen Zeitalter sollten Nachhaltigkeitsfragen eine breite gesellschaftliche Einbettung in die Innovations- und Forschungspolitik erfahren und auf nationaler wie europäischer Ebene mit internationaler Strahlkraft die zukunftsfähige Gestaltung des gesamten Innovationssystems prägen. Dabei spielen sowohl eine „Transformationsforschung“, die darauf zielt, die Bedeutung der Digitalisierung für fundamentale gesellschaftliche Veränderungsprozesse besser zu verstehen, als auch eine „transformative Forschung“, die mit ihren Forschungsergebnissen Transformationsprozesse zu einer nachhaltigen Entwicklung anstößt und mit katalysiert, eine wichtige Rolle (WBGU, 2011:23ff.). Der Beitrag der Wissenschaft liegt sowohl darin, entsprechende Diskurse anzuregen, als auch darin, diese fachlich zu fundieren, um neue Technologien für eine digitalisierte Nachhaltigkeit zu erarbeiten und sie für die Anwendung vorzubereiten.

Obwohl bereits verstanden wird, dass entlang der Großen Transformation zur Nachhaltigkeit und des digitalen Wandels gesellschaftliche Umbrüche zu erwarten sind, liegen aktuelle Forschungsschwerpunkte im Digitalisierungskontext, wie ein vom WBGU vorgenommenes Mapping der Diskurslandschaft zeigt (Kasten 10.3-1), weiterhin auf der Technologie-

entwicklung, z.B. Big Data, Künstliche Intelligenz (KI) oder autonome Systeme. Inhalte und Richtung dieser Forschung werden dabei vorrangig durch ökonomische Potenziale, nicht zuletzt im Kontext internationaler Wettbewerbsfähigkeit, bestimmt. Ökologische und soziale Forschungsfragen, letztere mit Ausnahme der Themenblöcke Wissen, Bildung und digitale Mündigkeit, werden weit weniger thematisiert. Dies betrifft ebenso die großen Zukunftsfragen zur Weiterentwicklung der Gesellschaft und des Menschen im Kontext des digitalen Wandels (Kap. 7).

Gemessen an der Geschwindigkeit und Breite des digitalen Wandels existiert daher noch zu wenig belastbares Wissen über die Wirkung digitaler Technologien auf das Erdsystem, Gesellschaften und den Menschen. So sind gesellschaftspolitische Diskurse über die Auswirkungen der Digitalisierung – beispielsweise in Bezug auf die Arbeit der Zukunft oder den Energie- und Ressourcenverbrauch – durch widersprüchliche Einschätzungen und hohe Unsicherheit gekennzeichnet. Gleichmaßen sind auch die Potenziale und Risiken der Digitalisierung für die Realisierung der international vereinbarten Nachhaltigkeitsziele (UN Sustainable Development Goals; UN Generalversammlung, 2015) und die Frage, wie durch digital-gestützte Bildungsmaßnahmen Wissen und Handeln zur Großen Transformation gefördert werden kann, erst in Ansätzen erforscht (UN, 2018a).

Dieser Status Quo legt sowohl eine Neuausrichtung der derzeitigen Forschungsschwerpunkte zum Thema Digitalisierung auf Nachhaltigkeit nahe, als auch die digitalisierungsbezogene Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsforschung. Der WBGU schlägt die folgenden übergeordneten Forschungslinien vor, um bestehende Wissenslücken zu füllen und mehr Erkenntnisse zu Potenzialen und Risiken der Digitalisierung für eine Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftsstruktur zu bekommen:

- *Forschung zu Digitalisierung für Nachhaltigkeit (Erste Dynamik):* Wie können digitale Technologien, digitale und digitalisierte Infrastrukturen sowie digitalisierte Systeme und Endgeräte selbst nachhal-

tig gestaltet werden, insbesondere auch in Bezug auf ihren Energie- und Ressourcenverbrauch sowie die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft? Wie kann die Digitalisierung als Instrument zur Umsetzung der SDGs und zum Klimaschutz eingesetzt werden?

- *Forschung zu nachhaltigen digitalisierten Gesellschaften (Zweite Dynamik):* Wie können handlungsfähige Gesellschaften erhalten werden, die in der Lage sind, die systemverändernde Wirkmacht der Digitalisierung auf Erdsystem, Gesellschaft, Wirtschaft, den Menschen und Techniksysteme einzuordnen und proaktiv nachhaltig zu gestalten sowie deren nicht intendierten Folgen zu begegnen? Wichtige Forschungsaufgaben sind die Untersuchung von Systemrisiken und -potenzialen, die Entwicklung neuer Teilhabformen im Kontext der Arbeit der Zukunft, die Gestaltung von Mensch-Maschine-Interaktionen und die Befähigung des Individuums in digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaften. Die Forschungsmittel zu den Auswirkungen von KI auf die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft sollten deutlich erhöht werden.
- *Forschung zur Zukunft des Homo sapiens (Dritte Dynamik):* Im Digitalen Zeitalter wird das Menschsein selbst zum Thema nachhaltiger Entwicklung. Inwieweit sind alte und neue Menschenbilder angesichts einer möglichen Verschränkung von Mensch und Technik sowie der zunehmenden Kooperation von Mensch und Maschine zu hinterfragen? Wie kann der Erhalt der Würde des Menschen sichergestellt werden?

Nicht zuletzt muss sich das Wissenschaftssystem selbst dem digitalen Wandel stellen und entsprechend weiterentwickeln. Eine Schwerpunktsetzung auf Nachhaltigkeitsziele in nahezu allen Disziplinen stellt dabei neue Anforderungen an deren strukturelle Ausgestaltung. Es sind verstärkt Diskurs- und Reflexionsräume innerhalb des Wissenschaftssystems nötig, um auf verschiedenen gesellschaftlichen Ebenen eine differenzierte, gemeinschaftliche und rechtzeitige Auseinandersetzung mit ethischen und nachhaltigkeitsrelevanten Fragen zu ermöglichen und daraus Vorschläge für geeignete Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Zunächst erläutert Kapitel 10.1 die übergreifende Zielsetzung im Hinblick auf die Große Transformation zur Nachhaltigkeit (WBGU, 2011). In Kapitel 10.2 werden auf dieser Basis konkrete Vorschläge für die Weiterentwicklung der bestehenden Forschungsstrukturen gemacht. Im Zuschnitt gegenwärtiger Programme ist es oft schwierig, Projekte an der Schnittstelle von Nachhaltigkeit und Digitalisierung zu verorten. Es werden Institute und Programme vorgestellt, die erste Schritte unternommen haben, die Schnittstelle von Nachhaltigkeit und Digitalisierung zu er-

forschen bzw. sich anbieten würden, um eine engere Verschneidung der beiden Bereiche herbeizuführen. Weiterhin werden sowohl Vorschläge für bestehende Programme und Institutionen an der Schnittstelle von Digitalisierung und Nachhaltigkeit als auch an Akteure im Wissenschaftssystem gegeben, die den verstärkten Bedarf nach disziplinenübergreifendem Austausch und der Einbindung wissenschaftsnaher Akteure mitberücksichtigen. Abschließend erläutert Kapitel 10.3 inhaltliche Forschungsempfehlungen entlang der eingangs dargestellten übergeordneten Forschungslinien.

10.1 Übergeordnete Forschungsschwerpunkte

Die wissenschaftliche und öffentliche Unsicherheit über die Wirkung der Digitalisierung auf das Erdsystem, Gesellschaften oder auch den Menschen steht derzeit in einem Missverhältnis zur aktuellen Dynamik, Breite und Eingriffstiefe digitaler Entwicklungen. In den Forschungsempfehlungen dieses Gutachtens geht es daher auch um den Erhalt und die Förderung der Verständnis- und Innovationsfähigkeit, aber auch Diskursfähigkeit der Weltgesellschaft, um letztendlich deren Gestaltungs- und Handlungsfähigkeit zu erhalten oder auch, wo nötig, wiederzuerlangen (Kap. 7.5). Der Wissenschaft und Forschung kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Kritische Analysen, Reflexion und das Eröffnen von Möglichkeits- und Diskursräumen für den digitalen Wandel sind daher unabdingbare Bestandteile der Gestaltung eines nachhaltigen Digitalen Zeitalters und sollten als Beförderer und nicht als Hemmnisse für Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit verstanden werden.

Die womöglich größte Herausforderung für die Forschungsförderung liegt nach Ansicht des WBGU darin, auf diversen zusammenwirkenden Ebenen Bedingungen für eine differenzierte, gemeinschaftliche und rechtzeitige Auseinandersetzung mit ethischen Fragen und der Konzipierung gesellschaftlicher Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Digitalisierung und deren zukünftige Absicherung zu schaffen. In diesem Zusammenhang gilt es, das reflexive Potenzial nicht nur in der Wissenschaft selbst, sondern in den vielfältigen öffentlichen Arenen des Digitalisierungsdiskurses weiter zu erhöhen. Hierzu könnten jenseits bestehender Formate für Wissenschaftskommunikation auch neue etabliert werden, etwa im Bereich der Kunst, um wissenschaftliche Expertise für öffentliche Diskurse verstärkt zu aktivieren. Dementsprechend gilt es für eine gelingende Große Transformation (WBGU, 2011), sowohl Transformationsforschung für ein besseres Gestaltungsverständnis der Digitalisierung als auch

transformative Forschung mit dem Instrumentarium der Digitalisierung zu fördern. So sollte die Digitalisierung als neues Querschnittsthema in allen bestehenden Forschungsinitiativen zur Nachhaltigkeit etabliert und das Nachhaltigkeitszielsystem in jede Digitalisierungsforschung eingebettet werden.

Transformationsforschung „wendet sich gezielt der bevorstehenden Gestaltungsaufgabe der Transformation zu. Hier werden Übergangsprozesse exploriert, um Aussagen über Faktoren und Interdependenzen in Transformationsprozessen zu treffen. Historische Beispiele können hier die Grundlage liefern, um beobachtete transformative Momente zu analysieren“ (WBGU, 2011:23). Sie hilft im Kontext der Digitalisierung zu verstehen, was die relevanten Triebkräfte für das Verständnis der „Schlüssellfragen für eine digitale, nachhaltige Gesellschaft“ (WBGU, 2018b) sind. Methoden der Technikfolgenabschätzung und Zukunftsforschung sind vor dem Hintergrund der drei Dynamiken wichtige Bausteine der Transformationsforschung.

Gleichzeitig bietet die Digitalisierung das Instrumentarium, um empirische und Langzeitforschung auf eine qualitativ neue Stufe zu heben: So erlauben beispielsweise Monitoring für die Erdbeobachtung, soziale Plattformen für Verhaltensforschung oder Industrie 4.0 für die Kreislaufwirtschaft ein umfassendes Erkennen von Abhängigkeiten, komplexen Zusammenhängen und Implikationen. Datenanalysen, Zeitreihenanalysen, Mustererkennung, Modellbildung, Simulationen und Vorhersagen sind aufgrund der Genauigkeit der Beobachtungsmöglichkeiten, der Aktualität, des Umfangs und der Dauer der Beobachtungen um Magnituden der Abdeckung, der Präzision, Wiederholbarkeit und Nachvollziehbarkeit besser als bislang. Mit diesem Instrumentarium sind selbst so umfangreiche Beobachtungs- und Analyseaufgaben wie die Weiterentwicklung der SDG-Indikatorik in den Staaten und weltweit realisierbar. Eine erste SDG-Indikatorik wurde bereits mit den SDGs vorgelegt. Aufgrund von inhaltlichen und operativen Schwierigkeiten ist diese jedoch noch nicht umfassend umgesetzt. Ihre umsetzungsorientierte Weiterentwicklung sollte daher Gegenstand der Forschung sein. In Kombination mit der Vergemeinschaftung der Forschungsdaten und -erkenntnisse als digitale Gemeingüter kann so auch die SDG-orientierte Wissensbasis auf- und ausgebaut und allseits zugänglich gemacht werden.

Transformative Forschung entwickelt im Kontext der Digitalisierung zum einen unmittelbare digitalbasierte Methoden und Lösungsbausteine für nachhaltigkeitsbezogene Herausforderungen (z.B. Innovationen für dezentrale Energieversorgung, automatisiertes Fahren im Kontext einer nachhaltigen Mobilität,

Präzisionslandwirtschaft, Kreislaufwirtschaft), zum anderen initiiert sie durch eine geeignete Rahmensezung und Sensibilisierung für Problemzusammenhänge gesellschaftliche Debatten über Nachhaltigkeitspotenziale und -risiken der Digitalisierung. Beide können sich zudem selbst mit digitalisierten Methoden und Instrumenten weiterentwickeln.

Die Verschränkung der Nachhaltigkeits- und Digitalisierungsforschung, bei der transformative Forschung nicht ohne das Zielsystem der SDGs und nicht ohne die IKT-Innovationsdynamiken auskommt, sollte durch eine Bildungsforschung für die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft begleitet werden. Dabei sind nicht nur die Ausprägung und Stärkung von Digital- und Nachhaltigkeitskompetenzen zu untersuchen, sondern insbesondere die Vermittlung von Transformationskompetenzen zu den anstehenden Gestaltungsaufgaben und Gestaltungsoptionen zu erforschen. Ein Kanon zur Aus- und Weiterbildung von Digital-, Nachhaltigkeits- und Transformationskompetenzen sollte als Fundament in der digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft durch transformative Bildungsforschung vorbereitet und wissenschaftlich begleitet werden.

10.2

Forschungsstrukturen – Transformationsforschung und transformative Forschung im Digitalen Zeitalter

Sowohl strukturell als auch programmatisch sollte das deutsche Wissenschaftssystem weiterentwickelt werden, um das für eine nachhaltige digitale Entwicklung benötigte Wissen zu erarbeiten und bereitzustellen und die Rolle der Wissenschaft als Diskurs- und Reflexionsraum zu stärken. Dabei sollte ein Mainstreaming des SDG-Zielkanons in jeder relevanten Disziplin, aber aufgrund der IKT-Innovationsdynamiken insbesondere in der Digitalisierungsforschung erfolgen. Tabelle 10.1–1 gibt einen Überblick über die Impulse, die der WBGU für die grundlagenorientierte Forschung zu Transformationsprozessen im Digitalen Zeitalter und der transdisziplinären anwendungsorientierten Forschung für den digitalen Wandel anregt. Sowohl für bestehende Forschungsprogramme (Kap. 10.2.1) wie auch für etablierte Akteure im Wissenschaftssystem (Kap. 10.2.2) werden Vorschläge gemacht. Auch die institutionellen Kapazitäten in Deutschland sollten weiter ausgebaut werden (10.2.3), auch vor dem Hintergrund, dass die Bundesregierung ihr Ziel, zusammen mit den Bundesländern und der Wirtschaft 3,5% des BIP für Forschung und Entwicklung bereitzustellen, weiterhin um 0,5% verfehlt (BMBF, 2018a).

Tabelle 10.1-1

Weiterentwicklung des deutschen Forschungssystems zur Darstellung der Herausforderungen der digitalen Transformation im Anthropozän.
Quelle: WBGU

Stärkung der Transformationsforschung	Stärkung der transformativen Forschung
Grundlagenorientierte Forschung zu Transformationsprozessen im Digitalen Zeitalter	Transdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschung für den digitalen Wandel
<p>Forschungsinstitute zu den Grundfragen der digitalisierten Nachhaltigkeit gründen</p> <p>Impulse zur Weiterentwicklung grundlagenorientierter Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Einrichtung DFG-Senatskommission „Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung“➤ Universitäre und F&E-Leitlinien	<p>Forschungsprogramme für Nachhaltigkeit bzw. Digitalisierung wechselseitig aufeinander beziehen und transdisziplinär weiterentwickeln:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Horizon Europe➤ Future Earth➤ Hightech-Strategie 2025➤ BMBF-FONA➤ Energieforschungsprogramm <p>Impulse für nachhaltige Digitalisierung in der industriellen Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Nachhaltigkeitslinien für F&E➤ Nachhaltigkeitsorientierte Zielindikatorik

Weitere Forschungsempfehlungen finden sich bei den jeweiligen Schauplatzthemen (Kap. 5). Eine Übersicht über die Themen ist in Kasten 10.3-2 dargestellt.

10.2.1

Forschungsprogramme und -strategien an der Schnittstelle von Digitalisierung und Nachhaltigkeit ausbauen

Angesichts bestehender Umwelt- und Nachhaltigkeitsprobleme und der Dynamik der Digitalisierung besteht der dringende Bedarf, handlungsleitendes Wissen zu generieren. Allerdings finden sich unter den bestehenden Forschungsprogrammen und -strategien derzeit nur wenige, die explizit Digitalisierung und Nachhaltigkeit in den Kern ihrer Aktivitäten stellen. Bestehende Forschungsprogramme einer transformativen Forschung zur Begleitung der Digitalisierung sollten auf europäischer und nationaler Ebene neu aufgelegt oder weiterentwickelt werden.

10.2.1.1

Horizon Europe: Digitalisierte Nachhaltigkeit in Europa zentral verankern

Die EU bündelt ihre Forschungsförderprogramme in von der Europäischen Kommission verwalteten und zeitlich befristeten Forschungsrahmenprogrammen. Im Jahr 2021 wird das derzeit laufende Rahmenprogramm EU Horizon 2020 – mit einem Fördervolumen von 77 Mrd. € das größte Forschungs- und Innovationsprogramm weltweit (BMBF, 2018b) – vom Nachfolgeprogramm Horizon Europe (2021–2027) abgelöst. Wie

in der Hightech-Strategie festgehalten, sollte sich die Bundesregierung dafür einsetzen, dass die SDGs und das Übereinkommen von Paris im neuen EU-Forschungsrahmenprogramm verankert sind. Dieses basiert auf drei Säulen, welche zu diesem Gutachten anschlussfähig sind: 1) offene Wissenschaft, 2) globale Herausforderungen und internationale Wettbewerbsfähigkeit sowie 3) offene Innovation (Abb. 10.2-1).

Der WBGU empfiehlt jedoch angesichts der Verschränkung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit, diese drei Säulen einer „European Research Area“ stärker zusammenzudenken und der Bundesregierung eine entsprechende Positionierung zur weiteren Implementierung des Paradigmas von „Responsible Research and Innovation“ (RRI; Lindner et al., 2016). Dies wäre auch in generellen Anreizstrukturen und nicht nur wie bei „Horizon 2020“ im vergleichsweise gering budgetierten Teilprogramm „Wissenschaft von und mit der Gesellschaft“ zu verankern. Die Verantwortung der europäischen und deutschen Wissenschaft angesichts der Herausforderungen der Digitalisierung in Bezug auf eine globale nachhaltige Entwicklung ließe sich auf diesem Weg direkt stärken. So wie die Sicherung industrieller Wettbewerbsfähigkeit in der zweiten Säule nur zusammen mit globalen Nachhaltigkeitsherausforderungen sinnvoll gedacht werden kann, lassen sich auch offene Wissenschaft und Innovation nicht abgetrennt von verantwortungsvoller Technikgestaltung umsetzen. Der im Positionspapier der Bundesregierung (2018b:5) zu „Horizon Europe“ angestrebte „breite Innovationsbegriff“ bezieht sich ausdrücklich neben technologischen auch auf soziale Innovationen und betont neben gesteigerter Wertschöpfung auch im Sinne

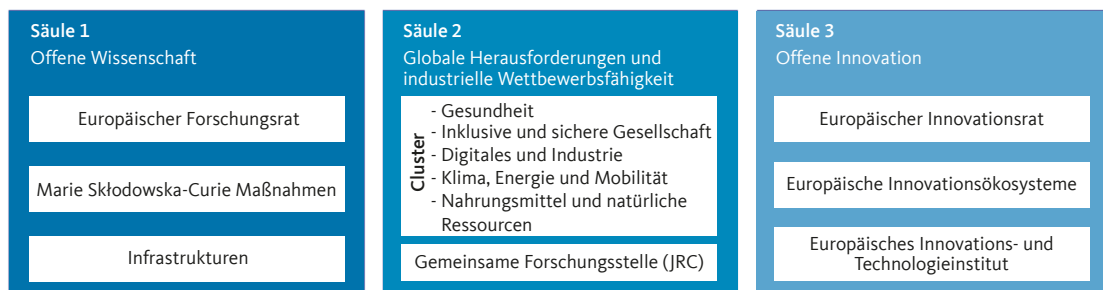


Abbildung 10.2-1

Drei Säulen von Horizon Europe.

Quelle: Europäische Kommission, 2018h (eigene Übersetzung)

des Vorsorgeprinzips die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen.

Im Einklang mit der dortigen Forderung, dass SDGs „auch als handlungsleitend für die Themensetzung und Ausschreibungen in den Clustern enthalten sind“, empfiehlt der WBGU, übergeordnet noch eine konkretere an nachhaltiger und Nachhaltigkeit ermöglichender Digitalisierung orientierte „Mission“ auszuarbeiten und einzubringen. Im Report „Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union“ (Mazzucato, 2018), der dem aktuellen EU-Kommissionsvorschlag zugrundeliegt, ist nicht nur an vielen Stellen ein klarer Bezug zur Digitalisierung vorhanden, sondern auch die SDGs nehmen dort eine zentrale Rolle ein. Eine entsprechende, missionsorientierte systemische Politik nutzt „frontier knowledge to attain specific goals“ oder „big science deployed to meet big problems“ (Mazzucato, 2018:4).

Angesichts der Komplexität und Spezialisierung der heutigen Wissenschaft werden Offenheit und Kollaboration zu kritischen Erfolgsfaktoren. Dies gilt sowohl innerhalb der Diversität Europas, als auch im globalen Wettbewerb insbesondere mit ökonomisch starken Staaten wie China oder den USA. Im Einklang mit der transformativen Perspektive des WBGU (2011) empfiehlt der WBGU daher, die missionsorientierte Forschung zu fundamentalen globalen Herausforderungen (Grand Challenges) strukturell im kommenden Forschungsrahmenprogramm zu implementieren. Ziel ist es, wissenschaftliche Investitionen darauf auszurichten, diese interdisziplinär, fokussiert und problemorientiert in Verbindung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung angehen zu können (Mazzucato, 2018:5ff.).

Der WBGU schlägt zusätzlich auf dieser Basis vor, am Europäischen Innovations- und Technologieinstitut (EIT; Europäische Kommission, 2018h) eine „Digital Sustainability Knowledge and Innovation Community“ (KIC) als kooperative Wissens- und Innovationsgemeinschaften mit der Industrie zu schaffen, um größere Ver-

änderungen wie beispielsweise in Richtung einer Kreislaufwirtschaft zu realisieren.

Weiterhin empfiehlt der WBGU der Bundesregierung, die Verhandlungen für das nächste Rahmenprogramm (FP9, Start: 01.01.2021) stärker auf Themen in den Bereichen Nachhaltigkeit der Digitalisierung und digitale Nachhaltigkeit zu fokussieren, um wie im aktuellen Positionspapier (Bundesregierung, 2018b:2) wichtige Beiträge für die nachhaltige Entwicklung der Europäischen Union leisten zu können.

10.2.1.2

Future Earth: Nachhaltigkeitsforschung in Richtung Digitalisierung erweitern

Angesichts der in diesem Gutachten herausgearbeiteten Interdependenzen von Digitalisierung und Nachhaltigkeit empfiehlt der WBGU, Digitalisierung im internationalen auf die Transformation zu globaler Nachhaltigkeit ausgerichteten Forschungsprogramm Future Earth als wichtigen Baustein zu integrieren. In diesem Zusammenhang sollte ein globales Projekt zu „eSustainability“ initiiert werden. Ein neuer inter- und transdisziplinärer Wissenschaftstypus (analog der in Kapitel 10.2 dargestellten Vorstellungen des WBGU) ist bereits zentrales Element der Vision für 2025 (Future Earth, 2014). „eSustainability“ kann nicht nur durch gesteigerten Output in den zentralen Themen von Future Earth maßgeblich zum Erreichen der SDGs beitragen. Gleichzeitig werden damit auch die Realisierung einer entsprechenden neuen, die aktuellen Begrenzungen überschreitenden kollaborativen Wissenschaftskultur befördert und dafür notwendige Voraussetzungen geschaffen. Der WBGU empfiehlt weiterhin die Schaffung eines Knowledge-Action Networks „Digitalization“, um dieses und weitere Projekte am Scharnier von Nachhaltigkeit und Digitalisierung als forschungsstrategischen Pfeiler zu verankern und fortlaufend auszubauen.

10.2.1.3

Hightech-Strategie 2025: Digitalisierung und Nachhaltigkeit stärker zusammendenken

Die Hightech-Strategie (BMBF, 2018b) bündelt seit 2006 die Forschungs- und Innovationspolitik der Bundesregierung über alle Ressorts hinweg. Mit den Weiterentwicklungen 2010, 2014 und 2018 wurde der ursprünglich rein technisch-ökonomische Fokus der Strategie sukzessive stärker an gesellschaftlichen Herausforderungen ausgerichtet. Seit 2014 bestehen vereinzelt Bezüge zu sozialen Innovationen sowie nachhaltigkeits- und sozial- bzw. geisteswissenschaftlicher Forschung. Mit der Überarbeitung 2018 sind diese Aspekte weiter gestärkt worden, was der WBGU begrüßt. Digitalisierung wird in der Hightech-Strategie als zentrales Querschnittsthema behandelt und soll in allen sechs Handlungsfeldern vorangetrieben werden. Nachhaltigkeit ist dagegen im Zusammenhang mit Klimaschutz und Energie thematisch eher sektoral angelegt. Obwohl in der Hightech-Strategie festgehalten wird, dass sich die Bundesregierung dafür einsetzt, die SDGs und das Übereinkommen von Paris im neuen EU-Forschungsrahmenprogramm zu verankern, finden sie in der Hightech-Strategie selbst keine Erwähnung. Die Hightech-Strategie 2025 versteht sich als lernender Prozess, der Impulse für die Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie aufgreift. Hierfür empfiehlt der WBGU, Nachhaltigkeitsaspekte noch stärker in der Hightech-Strategie zu berücksichtigen und konsequent mit der Wirkmacht der Digitalisierung zusammenzudenken. Dazu werden folgende konkrete Maßnahmen empfohlen:

1. Nachhaltigkeit sollte – wie auch Digitalisierung – in der Hightech-Strategie als Querschnittsthema angelegt werden, das in allen Handlungsfeldern gleichermaßen vorangetrieben wird. Außerdem sollte Digitalisierung für Nachhaltigkeit, im Sinne der Entwicklung von digital gestützten, an den SDGs orientierten Lösungen, als konkrete Mission in der Hightech-Strategie ergänzt werden.
2. Wachstumsziele sollten kein Primat vor Wohlfahrt und Nachhaltigkeit erhalten. Hinsichtlich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit gilt es, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit politisch zusammendenken. Anstelle des Fokus auf den Wachstumsbegriff und internationale Wettbewerbsfähigkeit sollten daher der Wohlfahrtsbegriff und die Nachhaltigkeitsziele als neues globales Entwicklungsparadigma im Vordergrund der Hightech-Strategie stehen. Die sozialen und ökologischen Dimensionen von Innovationen als Strategieelemente zum Erreichen von Wohlfahrtszielen sollen weiter gestärkt werden.
3. Die nachhaltige Digitalisierung, im Sinne einer sicheren, ressourcenschonenden und energieeffi-

zienten Digitalisierung, soll als konkrete Mission innerhalb der Hightech-Strategie ergänzt werden. Bereits beim Aufbau und Betrieb digitaler und digitalisierter Infrastrukturen und Anwendungen sollen Lösungen für einen nachhaltigen Umgang mit den benötigten Ressourcen und dem Energieverbrauch mitgedacht werden.

10.2.1.4

FONA⁴: Verknüpfung mit Digitalisierung herstellen

Das BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung“ erarbeitet Entscheidungsgrundlagen für zukunftsorientiertes Handeln sowie innovative Lösungen für eine nachhaltige Gesellschaft. Das vierte Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung“ (FONA⁴) sollte genutzt werden, um das Thema Digitalisierung in die Nachhaltigkeitsforschungsprogrammatisik einzuführen. Dabei sollte insbesondere die mögliche Rolle der Digitalisierung als Instrument zur effektiven Umsetzung der gesetzten Nachhaltigkeitsziele, beispielsweise durch verbessertes Monitoring oder vereinfachten Austausch von Umweltdaten mitberücksichtigt werden.

Diese strategische Neuausrichtung stellt neue Anforderungen an die bereits in FONA³ (BMBF, 2015) angelegte Forschung zur Vorsorge, da neue digitale Vorsorgethemen, wie Datensicherheit, Schutz der Privatsphäre oder Stabilität der Infrastrukturen dadurch auch in der Nachhaltigkeitsforschung an Relevanz gewinnen. Demzufolge sollte Forschung zur Vorsorge innerhalb von FONA⁴ weiter ausgebaut werden. Gleiches gilt für die in FONA angelegte sozial-ökologische Forschung, die Themen aufgreift, die gesellschaftliche Austauschprozesse und Wertediskussionen umfassen, um Lösungsoptionen für den Übergang zu einer nachhaltigen Gesellschaft zu finden. Durch die Verknüpfung von FONA mit Digitalisierungsthemen sind verstärkt Wertediskussionen zu führen.

10.2.1.5

Energieforschungsprogramm der Bundesregierung: Nachhaltigkeitswirkungen sowie die internationale Perspektive stärken

Das Energieforschungsprogramm beschreibt die inhaltliche Ausrichtung und Instrumente der Forschungsförderung der Bundesregierung im Energiebereich. Es wurde erst kürzlich grundlegend überarbeitet und mit der jetzt aktuellen siebten Auflage an veränderte Rahmenbedingungen und neue Herausforderungen bei der Umsetzung der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen in Deutschland angepasst. Viele, auch aus Sicht des WBGU bedeutsame Technologien und Ansätze zum Schutz der natürlichen Lebensgrund-

lagen, wie beispielsweise Technologien für die Abscheidung von CO₂ sowie Verfahren und Materialien zum Schließen von Stoffkreisläufen, werden im Energieforschungsprogramm aufgegriffen. Hervorzuheben ist nach Ansicht des WBGU, dass mit der Überarbeitung die Ausrichtung des Programms auf systemische Forschungsfragen und sogenannte systemübergreifende Forschungsthemen wesentlich gestärkt wurde. Darunter fällt interdisziplinäre Forschung zu den erforderlichen sozio-ökonomischen Voraussetzungen einer erfolgreichen Anwendung und Verbreitung neuer Technologien sowie zur praktischen Überprüfung von Technologien und regulatorischen Maßnahmen in Real-laboren.

Neben dieser verstärkten Beachtung der Interaktion von Gesellschaft und Technik für die erfolgreiche Anwendung neuer Technologien begrüßt der WBGU, dass mit der Überarbeitung die Digitalisierung und deren energiewirtschaftliche Folgen nun explizit als Teil der systemübergreifenden Forschungsthemen sowie zusätzlich an zahlreichen weiteren Stellen integriert wurden, etwa im Zusammenhang mit neuen Mobilitätskonzepten, intelligenten Gebäuden und insbesondere im Zusammenhang mit der Sektorkopplung. Auf diese Weise wurde eine wesentliche Fehlstelle des bisherigen Energieforschungsprogramms behoben. Das aktuelle Programm nennt eine große Breite technischer wie nicht technischer Entwicklungen im Zuge der Digitalisierung und eine Vielzahl möglicher Anwendungsbereiche und Potenziale digitaler Technologien. Auch kritische Fragen, etwa nach den Folgen einer zunehmenden Vernetzung für die Sicherheit und Resilienz des Energiesystems oder den Datenschutz, werden nicht ausgeblendet.

Vom Energiebereich ausgehende gesellschaftliche und ökologische Implikationen der Digitalisierung für nachhaltige Entwicklung werden vom Energieforschungsprogramm jedoch kaum erfasst. Dem Leitgedanken dieses Gutachtens folgend sollten Technologien sowie die Digitalisierung in den Dienst der Nachhaltigkeit gestellt werden. Somit ist es aus Sicht des WBGU empfehlenswert, im Rahmen von Projekten bei der Entwicklung von Technologien nicht nur Marktpotenziale, sondern auch gesellschaftliche und umweltbezogene Nachhaltigkeitswirkungen mitzudenken. Beispielsweise könnten Projektanträge zur Diskussion dieser Aspekte im Rahmen der Antragstellung verpflichtet werden. Eine solche Regelung würde die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten als Standard setzen, Abweichungen davon müssten begründet werden. Kritisch sieht der WBGU überdies die sehr einseitige Ausrichtung auf Deutschland bzw. Industrieländer. Diese Ausrichtung vernachlässigt die besonderen gesellschaftlichen und strukturellen

Voraussetzungen in Entwicklungs- und Schwellenländern für die Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme. Gesellschaftliche und strukturelle Voraussetzungen in Entwicklungs- und Schwellenländern für die Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme sollten in der Forschungsförderung sowohl bei der Entwicklung neuer Energietechnologien als auch bei der Untersuchung der notwendigen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche und zügige Anwendung von Technologien wesentlich stärker berücksichtigt werden.

10.2.2

Empfehlungen an bestehende Akteure im Wissenschaftssystem

Da es sich sowohl bei Digitalisierung als auch bei Nachhaltigkeit um Querschnittsthemen handelt, die zudem große Interdependenzen aufweisen, sollten beide Themen von den zentralen Akteuren im Wissenschaftssystem auf die Agenda gesetzt und weiterverbreitet werden. Durch ein inter- und transdisziplinäres Mainstreaming dieser Themen lassen sich sowohl ein breites Nachhaltigkeitsverständnis im Sinne der SDGs als auch nachhaltige Gestaltung von mit Digitalisierung verknüpfter Forschung in der Wissenschaft selbst sowie im Austausch mit der Wirtschaft und Gesellschaft verankern und sukzessive ausbauen.

10.2.2.1

DFG: Ständige Senatskommission für Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung einrichten

Beim verschränkten Themenkomplex Nachhaltigkeit und Digitalisierung handelt es sich um ein politisch und gesellschaftlich kontrovers diskutiertes und sich schnell entwickelndes wissenschaftliches Thema, in dem mit wiederkehrendem gesetzlichen Regelungsbedarf mit deutlicher Relevanz für die Forschung zu rechnen ist (DFG, 2018). Um innerhalb der DFG entsprechende Kompetenzen schärfen und bündeln zu können, empfiehlt der WBGU der DFG die Einrichtung einer ständigen Senatskommission „Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung“. Die Senatskommission hat die Aufgabe, auf digitale Entwicklungen hinzuweisen, die wissenschaftliche, ethische, rechtliche und soziale Fragen aufwerfen oder im Konflikt mit der Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen stehen. Sie sollte den digitalen Wandel sorgfältig und vorausschauend beobachten, um rechtzeitig neue öffentliche Diskussionen anzustoßen und auf Forschungsbedarf hinzuweisen. Die Senatskommission „Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung“ sollte außerdem auf Lücken in den forschungspolitischen und öffentlichen Diskursen hinweisen.

10.2.2.2

Universitäten und Hochschulen: Leitlinien formulieren und weiterentwickeln

Universitäten und Hochschulen können nicht nur als Bündelungsort von Forschung und Lehre, sondern auch als Akteure wichtige Impulse in die Gesellschaft senden. Einige Universitäten und Hochschulen haben bereits offizielle Nachhaltigkeitsleitlinien erarbeitet, mit denen beispielsweise die Übernahme ökologischer und sozialer Verantwortung in Forschung, Lehre und Verwaltung präzisiert wird. Universitäten und Hochschulen sollten für ihre eigene Praxis Leitlinien für einen nachhaltigen Umgang mit digitalen Methoden und Werkzeugen im Universitäts- und Hochschulbetrieb erarbeiten bzw. ergänzen und umsetzen. Dazu sollte der Austausch mit Fakultäten, die zum Thema Digitalisierung forschen, gesucht werden. Das BMBF-Projekt „Nachhaltigkeit an Hochschulen“ (HOCH^N) sollte um das Thema Digitalisierung ergänzt werden.

10.2.2.3

Akademien der Wissenschaften: Bezüge zur Nachhaltigkeit stärker adressieren

Als weitere zentrale Säule des deutschen Wissenschaftssystems ist die Union der deutschen Akademien der Wissenschaften ein wichtiger Akteur mit Hebelwirkung für die Gestaltung der nationalen Wissenschaftspraxis. Über dortige Arbeitsgruppen zu Digital Humanities, zur Schaffung einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) sowie Digitalisierungszentren ist das Thema Digitalisierung bereits stark präsent. Aus Sicht des WBGU wäre es wünschenswert, noch verstärkt Bezüge zur Nachhaltigkeit zu adressieren und gleichzeitig über die Säule Open Access hinaus die Verwirklichung positiver Visionen offener und inklusiver Wissenschaft (Kap. 10.2.4.1) mit voranzubringen. Der WBGU begrüßt hierzu bereits angestoßene Initiativen, wie etwa an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, und empfiehlt deren Ausweitung.

Im Bereich der Technikwissenschaften begrüßt der WBGU die Initiative „Deutschland entkoppelt“ der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech und regt an, die Kreislaufwirtschaft systemisch in alle auf Ressourcen bezogene Forschungsfelder zu integrieren (acatech, 2017). Dies betrifft insbesondere den zunehmenden Elektroschrott (Kap. 5.2.5) aber auch andere Stoffströme. Zu untersuchen sind etwa die Ursachen und Vermeidungsstrategien zu steigender Materialnachfrage, die Möglichkeiten von nachhaltigem Produktdesign, Materialsubstitution durch biodegradierbare Materialien und verbesserte Reparaturfähigkeit. Entsprechende Themen sollten in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung und Lehre breiter verankert werden. Ebenso sollten

Praktikabilität und Potenziale spezifischer Material- und Komponentenkreisläufe in den Blick genommen werden wie auch kreislauforientierte Konsumpraktiken und Geschäftsmodelle.

10.2.2.4

Wirtschaft: Ethik- und Nachhaltigkeitsaspekte in unternehmensinterne F&E integrieren

Die jährlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben in Deutschland werden zu zwei Dritteln von der Privatwirtschaft finanziert mit dem vorrangigen Ziel, unmittelbar in die Anwendung zu gehen und wirtschaftlich verwertbare Ergebnisse zu erzielen. Sie konzentrieren sich vor allem auf Branchen der hochwertigen Technologie (BMBF, 2018a). Für eine verantwortungsvolle Innovationsgestaltung empfiehlt der WBGU, in der privatwirtschaftlichen Hightech-Entwicklung systematisch Ethik und Nachhaltigkeit im Sinne von Responsible Research and Innovation (RRI; Lindner et al., 2016) mit zu berücksichtigen. Dazu sollten Unternehmen zum einen Leitlinien erarbeiten, die Ethik und Nachhaltigkeit konsequent in die unternehmensinterne Forschung integrieren. Zum anderen sollten sie über entsprechende Aus- und Weiterbildungsangebote Entwickler*innen für eine kritische Auseinandersetzung mit bewussten (z.B. privacy by design) und unbewussten (z.B. Gender-Stereotypen) Werteinschreibungen in Technologien befähigen, beispielsweise bei der KI- und Algorithmen-Entwicklung. Sie sollten zudem Forschung zur Verknüpfung von Design- und Professionsethos (wie beispielsweise die Initiative der IEEE zum ‚Ethically Aligned Design‘) unterstützen.

Die Forschungsförderung sollte Unternehmen entsprechende Anreize setzen. BMBF und die EU sollten in zukünftigen Förderlinien die Integration von Ethik und Nachhaltigkeit in unternehmensinterne Forschung als Voraussetzung formulieren. So kann die Forschungsförderung in relevanten Bereichen etwa an die Erhebung unternehmerischer Daten zu Ressourcenflüssen und Energieverbrauch sowie die Entwicklung von Monitoring-, Warn- und Prognosesystemen zu Grenzwertüberschreitungen bestehender Umweltregulierung geknüpft werden, um Nachhaltigkeitsvorgaben stärker in Produktionsprozesse zu integrieren. Bei Förderansätzen für F&E-Kooperationen auf Bundes- und EU-Ebene sollen Anreize geboten werden, bei der Konsortienbildung Spezialist*innen für Digitalisierung mit solchen für nachhaltige Produktionsansätze in einem Projektrahmen zusammenzubringen. Weiterhin sollte auf EU-Ebene die Weiterentwicklung regionaler Innovationssysteme unterstützt werden, die den Fokus auf die systemisch-synergetische Verschränkung von Digitalisierungskompetenzen und Sustainability Transitions Management setzen.

10.2.3

Forschungsinstitut(e) zu den Grundfragen der digitalisierten Nachhaltigkeit gründen

Die institutionellen Kapazitäten der deutschen Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung wurden in den letzten Jahrzehnten sukzessive ausgebaut und die Forschungsausgaben in Höhe von über 1,4 Mrd. € durch den Bund haben im internationalen Vergleich ein sehr hohes Niveau (BMBF, 2018a). Auch Forschungsaktivitäten zur Digitalisierung wurden vor allem in den letzten Jahren weiter ausgebaut. Das Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft (2017) oder das Cyber Valley zwischen Stuttgart und Tübingen mit seiner International Max Planck Research School for Intelligent Systems (2017) sind nur zwei Beispiele für Neugründungen und Kapazitätsaufstockungen der letzten Jahre. Eine systematische programmatische Verschnidung der beiden Themenblöcke Digitalisierung und Nachhaltigkeit steht jedoch aus.

Als erster Schritt in diese Richtung wurde 2017 das bislang weltweit am umfassendsten für Grundlagenforschung an der Schnittstelle zwischen Internet und Gesellschaft geförderte Institut gegründet: Das Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft erforscht aus gesellschafts- und sozialwissenschaftlicher Perspektive die ethischen, rechtlichen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und technischen Aspekte des digitalen Wandels. Zudem wurde ein Forschungsgruppen übergreifender Querschnittsbereich zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit etabliert, der erste Impulse für ein weiteres Forschungsinstitut liefern kann.

10.2.3.1

Neue Forschungsinstitute bei außeruniversitären Forschungseinrichtungen

Der WBGU sieht weiteren Bedarf an finanziell unabhängigen Forschungszentren, die zwar über ein technologisches Wissensfundament verfügen, selbst jedoch keine Technologie entwickeln, sondern die Implikationen der Entwicklungen für heutige und nachfolgende Generationen in den Blick nehmen. Der WBGU regt daher die Gründung von Forschungsinstituten an, beispielsweise in der Leibniz-Gemeinschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer- oder Max-Planck-Gesellschaft oder als Bundes- oder Landesinstitute. Aus der Nachhaltigkeitsperspektive sollten diese gegenwärtige und künftige Forschungslücken (Kap. 10.3) schnellstmöglich schließen und nicht nur im Hinblick auf Qualität, sondern auch Geschwindigkeit der Forschung neue Maßstäbe setzen. Davon ausgehend, dass Technik nie ohne Betrachtung der Implikationen auf die Gesellschaft entworfen, ent-

wickelt und implementiert werden sollte, empfiehlt der WBGU, dass in den Instituten Potenzial- und Wirkungsforschung, insbesondere in Bezug auf globale Umweltauswirkungen etabliert und vorangetrieben wird.

10.2.3.2

Initiative für ein neues Max-Planck-Institut zum Thema „Geo-Anthropologie“ umsetzen

Ein von der Max-Planck-Gesellschaft gesponserter Beitrag in der Zeitschrift Nature (Rosol et al., 2018) regt die Schaffung einer neuen interdisziplinären Forschung zur „Geo-Anthropologie“ an. Diese soll den globalen Wandel im Anthropozän systemisch analysieren und dabei interdisziplinär die Expertisen von Natur-, Geistes- und Technikwissenschaften zusammenführen, um Perspektiven zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen zu entwickeln. Mit Hilfe einer solchen grundlagenorientierten Transformationsforschung (WBGU, 2011) können Transformationsprozesse im Digitalen Zeitalter besser verstanden werden. Der WBGU unterstützt daher die Initiative für ein neues Max-Planck-Institut zum Thema „Geo-Anthropologie“ (Rosol et al., 2018).

10.2.4

Das Wissenschaftssystem weiterentwickeln und neue Formen der Kooperation von Wissenschaft und Gesellschaft etablieren

Ausgehend von der durch die Perspektive transformativer Forschung (Kap. 10.1) aufgeworfenen Frage, ob „die Institutionen, die Binnenstrukturen von Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen, die Reputationssysteme, die Qualitätssicherungssysteme, die Finanzierungsstrukturen oder die Karrierewege des heutigen Wissenschaftssystems noch angemessen [sind], um im Wissenschaftssystem entstandenes Wissen geeignet auf die Gesellschaft und ihre Herausforderungen beziehen zu können“ (Schneidewind, 2015:89), bedarf es aus Sicht des WBGU sowohl einer konsequenten Weiterentwicklung und Implementierung offener Wissenschaft als auch neuer Formen der Kooperation von Wissenschaft und Gesellschaft.

10.2.4.1

Offene Wissenschaftsstrukturen zur gemeinsamen Wissensproduktion

Der WBGU teilt die programmatische Ausrichtung der Europäischen Kommission zu Open Science als auf kooperativer Arbeit basierender Ansatz mit neuen Möglichkeiten der Wissenserzeugung, -vermittlung und -kommunikation, der auf digitalen Infrastrukturen und kollaborativen Werkzeugen basiert. Dieser Ansatz

zielt auf einen systemischen Wandel in allen Bereichen des wissenschaftlichen Arbeitens, beispielsweise von Standardpraktiken des akademischen Publizierens von Forschungsergebnissen hin zur Nutzung des gesamten verfügbaren und im geteilten Austausch erzeugten Wissens von Anbeginn des Forschungsprozesses (Europäische Kommission, 2016:33). Auf dieser Basis empfiehlt der WBGU:

- *Wissenschaft so offen und inklusiv wie möglich gestalten:* Der WBGU empfiehlt, auf eine über die gegenwärtigen Anreize hinausgehende weitere Öffnung der Forschungspraxis hinzuwirken. Diese betrifft nicht nur Daten, Methoden und Ergebnisse, sondern den gesamten Prozess wissenschaftlichen Arbeitens. Gleichzeitig ist die Teilhabe innerhalb der Wissenschaft als auch wissenschaftsnah, z.B. durch Citizen Science, zu fördern. Angewandtes wissenschaftliches Arbeiten kann damit beschleunigt, besser in der Gesellschaft verankert und stärker am Gemeinwohl ausgerichtet werden. Effizienzsteigerung und verbesserte Demokratisierung wissenschaftlichen Wissens von der Entstehung bis zur Verbreitung schließen sich nicht aus, sondern können sich gegenseitig befördern. Gleichzeitig können so gesellschaftliche Bedürfnisse im Sinne des Gemeinwohls direkter von der Forschung adressiert werden (Arza und Fressoli, 2017:468).
- *Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Open Science zusammenführen:* In diesem Zusammenhang ist die Digitalisierung der Forschungspraxis konsequent um Nachhaltigkeitsziele anzureichern und nachhaltigkeitsorientierte Forschung digital zu unterstützen. Dazu lässt sich das große Potenzial von Open bzw. Inclusive Science im Rahmen aktueller Entwicklungen wie der European Open Science Cloud (EOSC) und nationaler Forschungsdateninfrastrukturen (RfII, 2018a, b), aber auch darüber hinaus nutzen. Die Prinzipien der bislang nur in Deutschland, den Niederlanden und Frankreich verankerten GO FAIR Initiative für Forschungsdaten – Findable, Accessible, Interoperable and thus Reusable (FAIR) – sollten aus Sicht des WBGU nicht nur für die EOSC (Nature, 2017:451) und international zum Standard werden, sondern zusätzlich auch Nachhaltigkeit bei der Infrastrukturgestaltung berücksichtigen. Zudem sollte jeder öffentlich geförderte F&E-Projektantrag neben Fragen zum Datenschutz und der Ethik auch standardisierte Fragen zur Nachhaltigkeit explizit beantworten. Die Forschungswürdigkeit eines Vorhabens sollte den Beitrag und die Relevanz für die Nachhaltigkeitsziele berücksichtigen.
- *Wissenschaftsforschung zu Open Science ausbauen:* Mit Open Science assoziierte Konzepte von Open Access, Open Data, Open Source, Review, Education

bis hin zu Citizen Science bleiben zwangsläufig Gegenstand intensiver Debatten (Bartling und Friesike, 2014). Im Detail sind jeweils noch viele Forschungsfragen zur konkreten Umsetzung offen, weshalb aus Sicht des WBGU entsprechend gezielte Forschungsförderung von Open Science und assoziierten Konzepten nötig ist. Um die weitere Entwicklung wissenschaftlich begleitend mitzugestalten, wären spezifische Programme in der Wissenschaftsforschung aufzulegen.

10.2.4.2

Digital unterstützte Wissenschaft in und mit der Öffentlichkeit – von lokal bis global

Der inklusive Charakter künftiger offener Wissenschaft betrifft auch den öffentlichen Wissenschaftsdiskurs (Wissenskommunikation) einschließlich der für Demokratie und Mündigkeit relevanten Rückkanäle, z.B. Datenjournalismus auf Basis offener Daten, transdisziplinäre Formate oder Citizen Science. Dieser Einbezug Anderer gelingt nur vermittelt durch entsprechend vernetzte technische Infrastrukturen für die Wissenschaft (z.B. Forschungsinformationssysteme oder Forschungsdateninfrastrukturen), die bislang von einigen wenigen, hauptsächlich privaten Anbietern dominiert werden. Demgegenüber ließen sich digitalisierte Infrastrukturen in öffentlicher Hand (Kap. 5.3.5) angebunden an entsprechende wissenschaftliche Repositorien für die Organisation des gesellschaftlichen Wissensarchivs (Kap. 5.3.10) und den transdisziplinären Diskurs nutzen. Die nationalen Initiativen zu Forschungsdateninfrastrukturen müssen dazu europäisch und international vernetzt werden und weiter über Forschungsdaten hinausgehen. Inklusivität in diesem Sinne heißt auch, dass die Wissenschaftler*innen selbst am Aufbau und Betrieb der digitalen Forschungsdateninfrastrukturen beteiligt werden, was zwar eine größere Freiheit, aber auch Mehraufwand mit sich bringt. An dieser Stelle ist es daher zentral, entsprechende Anreize zu schaffen, an denen es bislang jedoch noch mangelt (Borgman, 2010; Klump, 2012), etwa in Form entsprechender Karrierepfade ohne nachteilige Auswirkung auf die Wissenschaftslaufbahn oder expliziter Forschungsgelder zur Konzeption, Realisierung und Anwendung von Sustainability Research Software. Zudem ließen sich Potenziale der mittels digitaler und digitalisierter Infrastrukturen erleichterten internationalen Forschungs Kooperationen unter verstärkter Einbeziehung von Entwicklungs- und Schwellenländern im Sinne einer weltweiten Wissenserarbeitung und -kommunikation ausschöpfen. Im Hinblick auf globale soziale und digitale Ungleichheit könnte so der systematischen Verzerrung wissenschaftlichen Arbeitens und wissenschaftlicher

Kommunikation zuungunsten dortiger Forscher*innen weiter entgegengewirkt werden (Asamoah-Hassan et al., 2017). In diesem Zusammenhang ließen sich ebenso Barrieren zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Sprachräumen (kultureller als auch disziplinärer Art) durch die Nutzung von Natural (inkl. Artificial) Language Processing (eine KI-Anwendung) weiter abbauen.

10.2.4.3

Digital unterstützte Trans- und Interdisziplinarität zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen

Der Erfolg der modernen Wissenschaften beruht zum Großteil auf der Spezialisierung von Forschungsfeldern und der Ausdifferenzierung der Disziplinen. Ein neu entstehendes digitales Methodenspektrum und neue digitale Instrumente eröffnen Möglichkeiten zur weiteren Ausdifferenzierung der wissenschaftlichen Disziplinen und für neue Disziplinen in den Schnittmengen. Der disziplinenübergreifende Austausch ist jedoch für eine nachhaltige digitale Entwicklung von besonderer Relevanz. Zwar sind die MINT-Disziplinen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) essentiell, um Expertise über die Gestaltbarkeit von Technologien und sozio-technischen Systemen zu erlangen, ein technischer Fokus allein reicht jedoch nicht aus, um vorausschauend handeln zu können. Das Wissen, das eine mündige Gesellschaft ausmacht (Kultur, Ideen und Werte usw.), wird insbesondere durch die Geistes- und Sozialwissenschaften entwickelt. Beispielsweise lassen sich große Zukunftsfragen, wie etwa zum Umgang mit Daten oder zur zunehmenden Vernetzung, nur interdisziplinär und im Dialog mit der Gesellschaft beantworten (Mainzer, 2016:225). Darüber hinaus werden in Bezug auf die wechselseitige Verknüpfung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit innovative Diskurse vermehrt auch wissenschaftsnah geführt, beispielsweise bei NRO, Think Tanks und privaten Unternehmen. Transdisziplinäre Forschung, die den Anspruch hat, ein neuartiges Verhältnis zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Natur aufzubauen (Krohn et al., 2018), ist daher nach Ansicht des WBGU ein wichtiger Baustein der Wissenschaftskultur im Digitalen Zeitalter. Digitale Instrumente und Kooperationsformate (Kap. 10.2.4.1) sollten für die neuen Zusammenarbeitsformen entwickelt und genutzt werden. Dadurch lassen sich z.B. Teilnehmer*innen politischer Diskurse besser informieren. Solche Formate können evidenzbasiert über potenzielle Auswirkungen der Digitalisierung und die Grenzen des aktuellen Wissensstandes aufklären (Kap. 5.3.2). Zudem wird eine Vielzahl von Perspektiven gezielt zusammengebracht, um Wissensentwicklung stärker am Gemeinwohl auszurichten und ein nachhaltiges digitales Zeit-

alter im Dialog mit der Gesellschaft zu befördern. Die Fähigkeit der Menschen, sich Zukünfte vorstellen zu können (Futures Literacy), bildet dabei eine Kernkompetenz (Kap. 5.3.4).

10.2.4.4

Relevanten Anteil der Forschung inter- und transdisziplinär organisieren und Erkenntnistheorie stärker in die wissenschaftliche Ausbildung integrieren

Der WBGU empfiehlt, den Anteil der Forschungsgelder, die für inter- und transdisziplinäre Forschung verwendet werden, signifikant aufzustocken. Im Diskurs zur transdisziplinären Forschung werden Größenordnungen von bis zu 20% der öffentlichen Forschungsgelder empfohlen. Transdisziplinäre Prozesse bieten insbesondere Potenziale im Co-Design und einer gemeinsamen Wissensproduktion von Wissenschaftler*innen und gesellschaftlichen Stakeholdern mit Blick auf die Erarbeitung von Problemdefinitionen sowie den Umgang mit unbeabsichtigten Nebenfolgen für eine nachhaltige Digitalisierung. Beispielsweise wurden in einem umfassenden europäischen Expert-Round-Table-Prozess (Scholz et al., 2017) in zehn übergeordneten Themenfeldern insgesamt 42 nicht intendierte, mögliche Negativwirkungen der Digitalisierung identifiziert.

Um den Austausch über unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen hinweg zu unterstützen, sind Kenntnisse über die Voraussetzungen und Grenzen von Erkenntnis und das Zustandekommen von Wissen und anderen Formen von Überzeugungen von Vorteil. Der WBGU empfiehlt dazu, Erkenntnis- bzw. Wissenschaftstheorie stärker in der akademischen Ausbildung zu verankern, beispielsweise durch die stärkere Integration entsprechender Kurse in bestehende Graduiertenprogramme. Angesichts ihrer reflexiven Kernkompetenz und interdisziplinären Diskursfähigkeit sollten auch geistes- und sozialwissenschaftliche Perspektiven, dabei insbesondere Philosophie und Wissenschaftsgeschichte, gestärkt werden.

Zudem empfiehlt der WBGU, jede akademische Ausbildung zu digitalisierungsorientierten bzw. digitalisierungsnahen Berufsbildern um explizite Komponenten zur Digitalethik und den Methoden, Prozessen und Werkzeugen ihrer Umsetzung zu erweitern (ACM Code of Ethics, IEEE CS/ACM Code of Ethics and Professional Practice usw.).

Kasten 10.3-1**WBGU-Analyse zur Forschungs- und Empfehlungslandschaft am Beispiel KI**

In Vorbereitung der Ausarbeitung der beiden Empfehlungskapitel dieses Gutachtens wurden für eine Sichtung bereits existierender Forschungsempfehlungen Textpassagen aus 45 Quelldokumenten, welche Digitalisierung implizit oder explizit im Nachhaltigkeitskontext verorten, in einer qualitativ-interpretativen Diskursanalyse zu kompakten Aussagen verdichtet. Die gesamte Analyse, sowohl für Handlungs- als auch Forschungsempfehlungen, wird auf der Website des WBGU zum Download zur Verfügung gestellt. Teilweise sind diese Empfehlungen mehrfach in verschiedenen Quellen enthalten. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass derzeit international und national ein starkes Gewicht auf Forschungsempfehlungen gelegt wird, die aus einer eher technischen Perspektive formuliert wurden und direkte Bezüge zu Nachhaltigkeit nur selten explizit deutlich werden. Die Strukturierung der Themen erfolgte deckungsgleich zu den Kategorien des dem Gutachten vorangegangenen Impulspapiers zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit (WBGU, 2018b). Mit Ausnahme des Themenblocks zu Wissen, Bildung und digitaler Mündigkeit werden soziale und ökologische Forschungsfragen relativ wenig thematisiert, wie auch die großen Zukunftsfragen zur Weiterentwicklung des Menschen und damit verbundene Risiken. Einige Ansätze hierzu werden für die KI-Forschung formuliert, welche in den untersuchten Publikationen folgendermaßen adressiert wird:

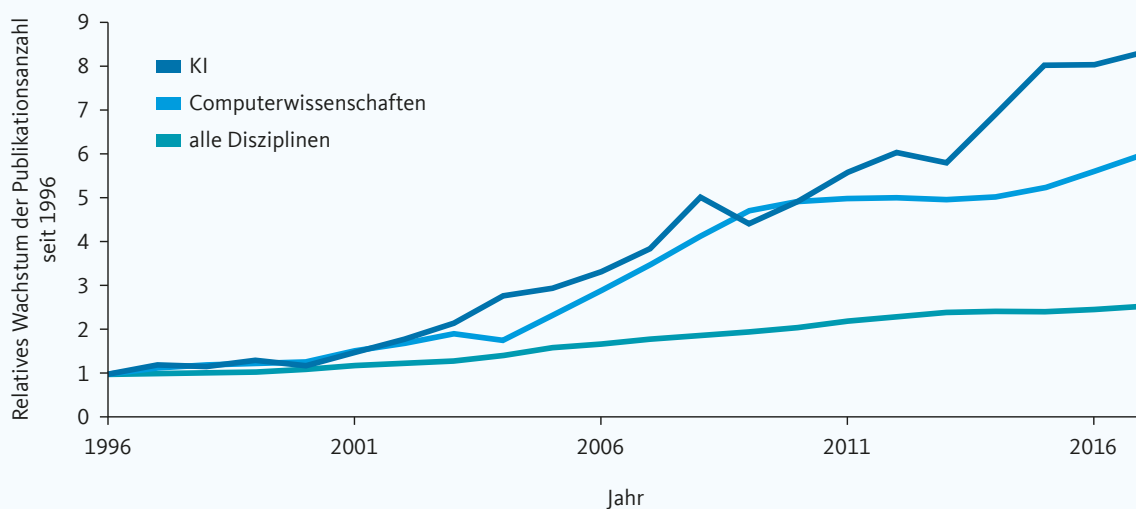
- Chancen und Risiken von KI genauer erforschen;
- ethische Reflexion als Voraussetzung für Forschungsförderung zu KI;
- mehr ethische und juristische Forschung zu KI;
- KI-Forschung am Gemeinwohl ausrichten;
- interdisziplinäre Forschung zu KI-Standards;
- Vorsorgeprinzip für KI und Robotik mittels Technikfolgenabschätzung etablieren;
- Dual Use von KI und Robotik proaktiv antizipieren, Best

Practices entwickeln;

- KI für ökologischere Wirtschaft einsetzen mittels Green AI/ Open Ecological Data;
- mehr Forschung zum Einsatz von KI in der Arbeitswelt;
- Strategien gegen KI-Bias erforschen;
- internationale Koordination von KI-Forschung ausbauen
- evidenzbasierte KI-Forschung;

kein militärisch motiviertes KI-Wettrüsten in der Forschung. Die Liste zeigt, dass in diesem spezifisch auf das Gutachten-thema zugeschnittenen Textkorpus bereits einige Ansätze zur nachhaltigen Digitalisierungsforschung mit KI adressiert werden. Der WBGU schließt in diesem Kapitel daran in thematisch verbreiteter und inhaltlich konkreterer Form an. Zu beachten ist jedoch, dass das vorab analysierte Material selektiv und nicht repräsentativ sein kann, da permanent weitere Publikationen erscheinen. KI wurde an dieser Stelle als Beispielthema ausgewählt, da es sich hierbei um ein Forschungsgebiet mit überproportional schnell zunehmenden Publikationszahlen handelt (Abb. 10.3-1). In den letzten zehn Jahren hat sich die Anzahl der KI-Publikationen verneunfacht, während sich die Anzahl der Publikationen in Computerwissenschaften sechsfacht und die Zahl der Veröffentlichungen aller Disziplinen knapp verdreifacht hat, wie die Scopus-Datenbank zeigt. Zwar erlaubt diese trotz ihrer Größe keine repräsentative Abbildung der globalen Forschungslandschaft (Korpus-Bias), aber generelle Trendaussagen lassen sich ungeachtet etwaiger biblio- oder szientometrischer Bedenken treffen.

KI-Publikationen werden vor allem in computerwissenschaftlichen Journals veröffentlicht (Abb. 10.3-2). Dies lässt vermuten, dass dort eine technik- und anwendungsorientierte Perspektive dominiert, in der Digitalisierung und Nachhaltigkeit noch (zu) wenig miteinander verbunden werden. Angesichts der fortschreitenden Nutzung von KI-Technologien in gesellschaftlichen Kernbereichen wäre es aus Sicht des WBGU wünschenswert, wenn sich innerhalb des künftig weiter zu erwartenden Wachstums von KI-Publikationen der Anteil erhöht, der außerhalb von Computerwissenschaften in einem breiteren Kontext unter expliziter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit erstellt wurde. Im Hinblick auf

**Abbildung 10.3-1**

Wachstum der Anzahl der Publikationen zu KI im Vergleich zu Computerwissenschaften und Publikationen insgesamt.
Quelle: WBGU, eigene Darstellung auf Basis der Scopus-Datenbank

Interdisziplinarität zeigt Abbildung 10.3-2 ein deutliches Missverhältnis zwischen KI-bezogenen Publikationen innerhalb und außerhalb der Computerwissenschaften.

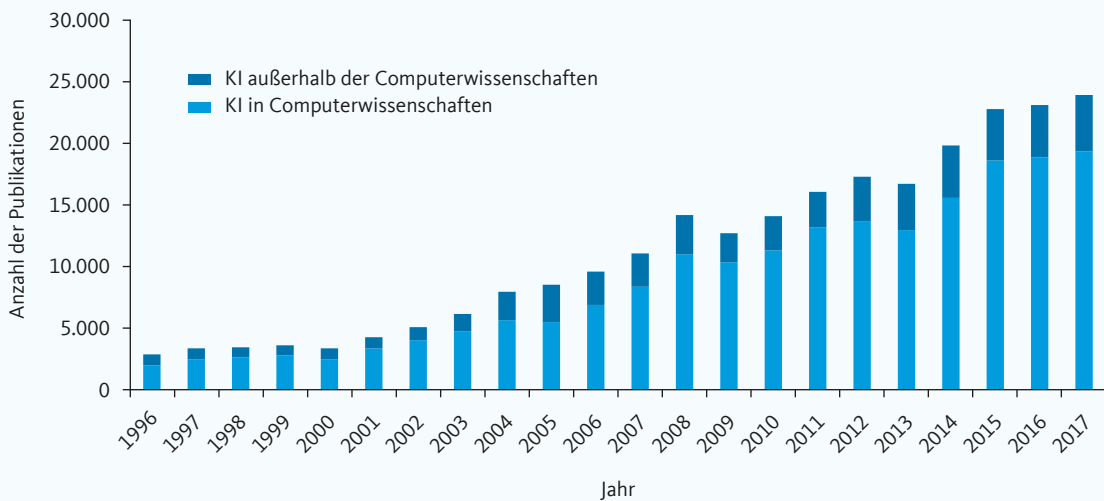


Abbildung 10.3-2

Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen zu Künstlicher Intelligenz.

Quelle: WBGU, eigene Darstellung auf Basis der Scopus-Datenbank

10.2.4.5

Drittmittel bereitstellen und Freiräume schaffen, um stärker aus der Forschung in öffentliche Diskurse hineinzuwirken

Gerade im Themenfeld „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ sind Wissenschaftler*innen sowie Wissenschaftseinrichtungen als „öffentliche Intellektuelle“ gefordert, für Nachhaltigkeitspotenziale und Chancen sowie Risiken und Herausforderungen der Digitalisierung zu sensibilisieren. Das Engagement für die Synthese wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie deren Transfer und die Wissenschaftskommunikation sollte innerhalb der Forschungsstrukturen bei der Bewertung akademischer Leistungen sowie für die Berufung von Professuren eine größere Rolle spielen. Der WBGU empfiehlt daher zusätzliche Drittmittel bereitzustellen, auf die sich sowohl Wissenschaftler*innen als auch zivilgesellschaftliche Akteure bewerben können, um jenseits wissenschaftlicher Anreize stärker in öffentliche Diskurse hineinzuwirken. Einen zusätzlichen Anreiz könnten erweiterte Freiräume liefern, etwa eine Entlastung bei Lehrverpflichtungen und Verwaltungsaufgaben, die mit Digitalisierung effizienter gestaltet werden könnten.

10.3

Inhaltliche Forschungsempfehlungen

Als Vorbereitung für den nachfolgenden Überblick zur möglichen Ausgestaltung einer inter- und transdisziplinären Forschungsagenda an der Schnittmenge von Digitalisierung und Nachhaltigkeit hat der WBGU aktuelle Berichte und wissenschaftliche Publikationen im Hinblick auf darin enthaltene Forschungsempfehlungen ausgewertet (Kasten 10.3-1).

Bei den hier aufgeführten inhaltlichen Empfehlungen zur sozio-technischen Forschung wird der Fokus auf die gesellschaftliche Einbettung von Innovationsdynamiken für eine nachhaltige Entwicklung gelegt. Weitere Forschungsempfehlungen finden sich bei den jeweiligen Schauplatzthemen (Kasten 10.3-2). Dabei können exemplarisch aus Sicht des WBGU die ersten Konturen künftiger Forschungsagenden skizziert werden. Diese Herangehensweise verkörpert eine neue, integrative Sichtweise, beansprucht dabei jedoch keine vollständige, detaillierte Erfassung der jeweiligen Themenfelder. Auch in einschlägigen Diskursen zu Handlungsempfehlungen (Kap. 9) werden die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit bislang nur wenig miteinander in Bezug gesetzt. So sind beispielsweise im aktuellen KI-Eckpunktepapier der Bundesregierung

Kasten 10.3-2**Schauplätze des digitalen Wandels**

In den Schauplätzen des digitalen Wandels (Kap. 5) werden zu verschiedenen Themen weitere Forschungsempfehlungen ausgesprochen. Hier erfolgt zur leichteren Auffindbarkeit eine Übersicht über die Themen mit den entsprechenden Verweisen.

- › Nachhaltige Industrie 4.0 und Kreislaufwirtschaft – wie Digitalisierung den industriellen Metabolismus verändert (Kap. 5.2.1)
- › Neue Formen (digitaler) Ökonomie: Neue Ansätze des nachhaltigen Wirtschaftens im digitalen Zeitalter (Kap. 5.2.2)
- › Digitalisierung des Konsums und nachhaltiges Konsumverhalten: Förderung solidarischer Lebensstile (Kap. 5.2.3)
- › Nachhaltigkeit beim Onlinehandel: Status Quo und Perspektiven (Kap. 5.2.4)
- › Digitalisierung als Ursache und Lösung des Elektroschrottproblems im Kontext einer (globalen) Kreislaufwirtschaft (Kap. 5.2.5)
- › Digitalisierung für Klimaschutz und Energiewende (Kap. 5.2.6)
- › ‚Smart City‘: Nachhaltige Stadtentwicklung mit Digitalisierung? (Kap. 5.2.7)
- › Nachhaltige urbane Mobilität im digitalen Zeitalter (Kap. 5.2.8)
- › Präzisionslandwirtschaft: der nächste Schritt in die industrialisierte Landwirtschaft? (Kap. 5.2.9)
- › Digitalisierung in der Landwirtschaft in Entwicklungsländern (Kap. 5.2.10)
- › Digital unterstütztes Monitoring von Ökosystemen und biologischer Vielfalt (Kap. 5.2.11)
- › Digitalisierung als Chance zur Förderung eines kollektiven Weltbewusstseins für Nachhaltige Entwicklung (Kap. 5.3.1)
- › Digitalisierung und öffentlicher Diskurs: das Ende rationaler Argumentation oder die Chance einer globalen Agora? (Kap. 5.3.2)
- › Herausforderungen der Scoring-Gesellschaft (Kap. 5.3.3)
- › Von der Bildung für Digitalisierung und für Nachhaltige Entwicklung zur Zukunftsbildung (Kap. 5.3.4)
- › Öffentlich-rechtliche IKT als Teil der Daseinsvorsorge (Kap. 5.3.5)
- › Digitale Technik als Gender-Bender? (Kap. 5.3.6)
- › Digitale Selbstvermessung des Körpers: Zwischen Empowerment und Kontrollverlust (Kap. 5.3.7)
- › Internationale Arbeitsteilung und Digitalisierung: Folgen für Entwicklungs- und Schwellenländer (Kap. 5.3.8)
- › Nachhaltige Arbeitswelten der Zukunft (Kap. 5.3.9)
- › Digital Commons (Kap. 5.3.10)

(Bundesregierung, 2018c) Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte bisher unterrepräsentiert. Demgegenüber werden diese im aktuellen Bundesforschungsbericht (BMBF, 2018a) zwar vielfach adressiert, jedoch in der Regel nicht in einen Zusammenhang mit dem dort vertretenen Innovationskonzept gestellt. Der WBGU plädiert für eine an den großen Zukunftsfragen orientierte Forschungs- und Innovationsagenda, in welcher Nachhaltigkeitsfragen entlang der SDGs zum integralen Bestandteil werden. In Anlehnung an die „drei Dynamiken der Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ (Kap. 7) wird der folgende Teil gegliedert nach Empfehlungen für die Nutzung der Digitalisierung für Nachhaltigkeit (Kap. 10.3.1), für nachhaltige digitalisierte Gesellschaften (Kap. 10.3.2) sowie für die Zukunft des *Homo sapiens* (Kap. 10.3.3).

10.3.1**Forschung zur Digitalisierung für Nachhaltigkeit**

Die Forschungslinie „Forschung zur nachhaltigen Digitalisierung“ beschäftigt sich mit der Frage, wie digitale Technologien und der Aufbau digitaler und digitalisierter Infrastrukturen nachhaltig gestaltet werden können, insbesondere auch in Bezug auf ihre Energie- und weiteren Ressourcenverbräuche und im Hinblick auf die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft. Weiterhin geht es um die Frage, wie die Digitalisierung

als Instrument zur Umsetzung der SDGs und zum Klimaschutz eingesetzt werden kann. Beide Forschungslinien sind Bestandteil dieses Kapitels.

10.3.1.1**Forschung zum ökologischen Fußabdruck digitaler Lösungen und zur Kreislaufführung von Produkten, Komponenten und Rohstoffen**

Angesichts des Infrastrukturausbaus und der steigenden Anzahl an Geräten und ihrer kurzen Lebensdauer wird mit weiter zunehmendem materiellen Ressourcenbedarf und Energieverbrauch durch die Digitalisierung gerechnet. Gleichzeitig ist eine Schließung der Stoffkreisläufe kritischer Rohmaterialien (z.B. strategische Metalle, Seltene Erden) gerade beim Elektronikschrott noch in weiter Ferne (Kap. 5.2.5). Zudem ist die Informationslage zu den ökologischen Wirkungen der Digitalisierung keineswegs ausreichend. Eine qualifizierte Abschätzung zur Entwicklung des globalen Bedarfs an Energie und Ressourcen der Digitalisierung wird durch eine unzureichende Datenlage erschwert (Köhler et al., 2018). Das Verständnis des ökologischen Fußabdrucks digitaler Technologien und ihrer Nutzung sollte durch entsprechende Forschungsvorhaben verbessert werden. Der WBGU empfiehlt daher eine breit angelegte, transformative Forschungsoffensive aus den folgenden Bestandteilen:

1. Datenerhebung bezogen auf die materielle Zusammensetzung des IKT-Bestandes und Abschätzung

des weiteren Ressourcenbedarfs für den Ausbau technischer Infrastrukturen (Server, Rechenzentren, usw.) und Geräte sowie Entwicklung eines globalen Fahrplans zum ‚Phasing-Out‘ toxischer Stoffe.

2. Erforschung verbesserter Ansätze zur Vermeidung oder Reduzierung von Elektroschrott über eine ressourcenschonende Geräteentwicklung, Optimierung der Produktarchitektur, verbesserte Zielorientierung und Informationszugänglichkeit über Wiedernutzung (z.B. Gebrauchtmärkte, Sharing und Services) sowie Reparierbarkeit bis hin zur Materialsubstitution und Entwicklung biologisch abbaubarer Elektronik (Kap. 5.2.5).
3. Entwicklung innovativer Verfahren zur digital gestützten, sicheren und lukrativen Weiterverarbeitung von Elektroschrott (Refabrikation), zu technischen Lösungen für das Recycling von Wertstoffen, wie z.B. strategischen Metallen oder seltenen Erden aus Elektroschrott sowie zur Entwicklung und Förderung entsprechender digitaler Plattformen, um Quoten von Wiederverwendung und Recycling deutlich zu steigern.
4. Sozialwissenschaftliche Forschungen sollten beitragen, die theoretischen und praktischen Grenzen der Kreislaufwirtschaft auszuloten, und die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen wie Effizienz- und Suffizienzstrategien einschätzen zu können. Zudem sind wissenschaftliche Studien zu wirtschaftlichen Anreizen für die Verminderung der Nachfrage nach Produkten am Anfang der Designphase sowie für die Verlängerung von Produktlebenszeiten zu empfehlen, die u.a. nations- oder regionsspezifische Einfluss- und Erfolgsfaktoren mit einbeziehen.
5. Forschung zur Erhebung und Minimierung des Ressourcenbedarfs und des Energieverbrauchs einzelner Technologien, z.B. Blockchain oder Deep Learning; Entwicklung von Werkzeugen für Lebenszyklusanalysen unter Berücksichtigung dieser Faktoren.
6. Frühzeitige Einbindung von Verhaltenswissenschaften, z.B. Umweltpsychologie, in den Forschungs- und Entwicklungsprozess neuer Technologien, da neue Lösungen (z.B. Smart Homes oder Smart Grids) nicht automatisch zur effizienteren Nutzung und Ressourcenschonung führen, sondern nur dann, wenn auch die Motivation für Verhaltensänderungen angeregt wird (Schultz et al., 2015).

Spezifischere Empfehlungen zum Verhältnis von Digitalisierung und Elektroschrott finden sich in Kapitel 5.2.5.

10.3.1.2

Digitalisierung als Weichenstellerin der Dekarbonisierung

Die im Pariser Übereinkommen vereinbarten Klimaschutzziele erfordern nicht nur eine Dekarbonisierung der Weltwirtschaft, sondern perspektivisch auch eine gezielte Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre (IPCC, 2018). Forschung zum Beitrag der Digitalisierung zur globalen Energiewende sollte daher systemisch angelegt sein, d.h. über die Sektoren Energie, Mobilität und Wärme hinaus. Der WBGU empfiehlt, die Vision eines zu 100% auf erneuerbaren Energien beruhenden Energiesystems konsequent zu verfolgen und als zentralen Forschungsauftrag zu verankern. Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf der Erforschung kostengünstiger und robuster Lösungen für eine verlässliche Stromversorgung in netzfernen Regionen in Schwellen- und Entwicklungsländern liegen. Hier sind vielfältige Anwendungen digitaler Technologien von Bedeutung, etwa für Mini Grids auf Basis erneuerbarer Energien (IRENA, 2016). Schließlich gilt es, im Zuge der Digitalisierung die Verlässlichkeit und Stabilität der Energieversorgung sowie den Privatsphären- und Datenschutz verstärkt in den Blick zu nehmen. Intelligente Stromnetze (Smart Grids), Zähler (Smart Meter) und Applikationen führen zudem zu neuen Komplexitäten der Energieversorgung und -nutzung, deren Implikationen ein weiteres Forschungsthema sind. Spezifischere Empfehlungen zum Einfluss der Digitalisierung auf Klimaschutz und Energiewende finden sich in Kapitel 5.2.6.

10.3.1.3

Nachhaltige Industrie 4.0 und ressourcenschonender industrieller Metabolismus

Der industrielle Metabolismus, das heißt die mit der Warenproduktion verbundenen Stoffströme und Energienutzungen, sollte über den digital optimierten, sparsamen und konsequent auf Kreislaufwirtschaft und Recycling gestützten Einsatz von Materialien und Energie hinaus so gestaltet werden, dass die natürlichen Lebensgrundlagen gewahrt werden, zum Beispiel maßgebliche Beiträge zur Treibhausgasminimierung leistbar sind. Innerhalb bestehender Forschungsinitiativen zu Industrie 4.0 sollten systematisch anwendungsorientierte Vorschläge für eine verbesserte Koordination von Stoffströmen durch eine digitale Vernetzung, Steuerung und Überwachung der Fertigungsprozesse erarbeitet werden. Vor allem sind die Potenziale von Additiven Fertigungsverfahren (3D-Druck) für eine bei Logistik wie Materialeinsatz ressourcenschonende Warenproduktion mit verbessertem Recyclingpotenzial auszuloten. Über Forschungsziele der auf Nachhaltigkeit ausgerichteten, weiterentwickelten

digitalen Koordination industrieller Wertschöpfungsketten hinaus sollten Ideen dazu generiert werden, wie völlig neuartige, regenerative „technische Ökosysteme“ der digitalisierten Güterproduktion etabliert werden können (Moreno und Charnley, 2016). Erforscht werden sollen weiterhin Möglichkeiten, über IKT (z.B. IoT) produktions-, produkt- und nutzungsbezogene Daten innerhalb unternehmensübergreifender Wertschöpfungssysteme besser zu verknüpfen und mittels KI auszuwerten, um für die Kreislaufwirtschaft neue Potenziale für ein umfassendes Tracking- und Monitoring-System von Ressourcenströmen zu ermitteln und diese über digitale Plattformen zu vermarkten. Spezifischere Empfehlungen zum Einfluss der Digitalisierung auf den Metabolismus finden sich in Kapitel 5.2.1.

10.3.1.4

Forschung zur Digitalisierung für globale Ernährungssicherung und Naturschutz

Forschung und Entwicklung zur Digitalisierung der Landwirtschaft sollen sich am Ziel einer global nachhaltigen Landnutzung ausrichten. Die Bundesregierung sollte ein Forschungsprogramm für Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Vielfalt (z.B. Fruchtfolgen, Biodiversität) der Landwirtschaft unter Nutzung digitaler Lösungen auflegen. Insbesondere sollten die Potenziale und Risiken einer digitalisierten industriellen Landwirtschaft, einer dezidiert nachhaltigen Präzisionslandwirtschaft sowie die dazu benötigten Rahmenbedingungen und Anreize im Zentrum stehen (Kap. 5.2.9).

Im Kontext der Entwicklungs- und Schwellenländer sollten die Potenziale für Effizienzgewinne in der kleinbäuerlichen Landwirtschaft durch einen verbesserten Zugang zu Informationen und Wissen sowie der Abbau von Barrieren für die Übernahme digitaler Innovationen auf klein- und mittelbäuerlicher Ebene erforscht werden (Kap. 5.2.10).

Angesichts der rasanten technischen Entwicklung sind die mittel- bis langfristigen Potenziale und Risiken eines digital unterstützten Naturschutzes noch zu wenig erforscht (Kap. 5.2.11). Beiträge für ein globales und umfassendes Biodiversitäts-Monitoring (z.B. Fernerkundung, Tracking, Bilderkennung und -auswertung, Datenmanagement) sowie für die digitale Unterstützung der Naturschutzpraxis (z.B. Bestandsaufnahmen bedrohter Ökosysteme und Arten, Bekämpfung von Wilderei) sollten im Fokus stehen.

10.3.1.5

Nutzung der Digitalisierung für eine nachhaltige Stadtentwicklung

Der WBGU hat bereits in seinem letzten Hauptgutachten (WBGU, 2016a:451ff.) umfassende Forschungsvorschläge für eine nachhaltige Urbanisierung vorgelegt und auf die technologischen Transformationsprozesse hingewiesen (WBGU, 2016a:51ff. sowie Seiten 53, 54, 393 und 399). Urbane Räume sind zur zentralen Organisationsform nahezu aller menschlichen Gesellschaften geworden, die sich jeweils auf „ihre eigene Art“ den Weg in eine nachhaltige Zukunft suchen. Zur Integration digitaler Lösungen sowie zur Nutzung digitaler Modellierung, Simulation und Prognose für städtische Nachhaltigkeit sollen empirische (Fall-) Studien bzw. Reallabore gefördert werden, die kritisch konstruktiv auf ökonomische, soziale und ökologische Implikationen digitaler Smart City- und Smart-Communities-Ansätze schauen und diese eingehend vor Ort empirisch untersuchen. Gleichermaßen sollen international vergleichende Untersuchungen zu maßgeblichen Unterschieden bei Motivation, Maßnahmen-Portfolio, Akteursgefüge und Umsetzungsdynamiken von Smart-City-Ansätzen in verschiedenen Ländern bzw. Regionen erfolgen, um internationale Lernprozesse zu Nachhaltigkeitsfragen der urbanen Strategie- und Projektentwicklung voranzubringen. Ein besonderer Fokus sollte auf den Beitrag verschiedener IKT-Anwendungen zur Erreichung von Umweltzielen gesetzt werden sowie auf ihre Akzeptanz (z.B. für Mobilität, Wohnen, Arbeiten, Sicherheit, Umwelt-Monitoring), um ihre Einsatz- und Verbreitungspotenziale quer über Bevölkerungsschichten einschätzen zu können. Denn nur bei entsprechend breiter Nutzung der neuen digitalen Möglichkeiten sind auch nennenswerte digitalisierungsbedingte Umwelteffekte erzielbar (z.B. Einsparungen bei Energie- und Wasserbedarfen, effizientere Nutzung vieler weiterer materieller Ressourcen, Emissionsreduktionen). Die Technologieentwicklung erfolgt derzeit hauptsächlich in Industrieländern, jedoch werden knapp 90% des Wachstums der urbanen Bevölkerung bis 2050 in Asien und Afrika erwartet (UN DESA, 2014). Daher sollten digitale Technologien für die Stadtentwicklung vor dem Hintergrund verschiedener Kontextsituationen und Kulturräume untersucht werden. So können Best Practices erkannt und nachhaltige Lösungen umgesetzt werden. Spezifischere Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Stadtentwicklung mittels Digitalisierung finden sich in Kapitel 5.2.7.

10.3.1.6

Neue Entwicklungsmodelle für Entwicklungs- und Schwellenländer

Forschungsbedarf besteht bei der Frage, welche neuen Entwicklungsmodelle sich für Entwicklungs- und Schwellenländer im Zuge der Digitalisierung ergeben können. Digitale Technologien können etwa helfen, institutionelle Probleme in Entwicklungs- und Schwellenländern zu überwinden oder Zugänge zu Märkten und notwendigen Dienstleistungen (z.B. Finanzierungen) zu eröffnen. Zu erforschen ist in diesem Zusammenhang, mit welchen Instrumenten der Innovations- und Wirtschaftsförderung eine Teilhabe dieser Länder an der digitalen Ökonomie hergestellt oder gesichert werden kann. Zunächst sollten die Voraussetzungen, unter denen Entwicklungs- und Schwellenländer diese neuen Entwicklungspotenziale für sich nutzen können, untersucht werden. Zu analysieren wäre dabei auch, was die Entwicklungszusammenarbeit (EZ) mit Blick auf mögliche neue Entwicklungsmodelle und -chancen leisten kann. Auch die Auswirkungen der Digitalisierung auf Handelsstrukturen und Arbeitsteilung und damit im weiteren Sinn auf ein grundlegendes Entwicklungsmodell der vergangenen Jahre sind bislang nicht eindeutig abzu- sehen. Studien beschränken sich bislang noch auf die Darstellung von Einzelfällen. Schon mit Blick auf die grundlegende Frage nach der Zukunft bzw. der zukünftigen Gestalt globaler Wertschöpfungsketten und der internationalen Arbeitsteilung besteht daher erheblicher Forschungsbedarf. Für weitergehende Handlungsempfehlungen, auch für die zukünftige EZ, wäre darüber hinaus ein tieferes Verständnis der Faktoren notwendig, die darüber entscheiden, ob und wann Arbeitsschritte automatisiert und beispielsweise in Industrieländer rückverlagert werden oder nicht (Kap. 5.3.8). Parallel ermöglicht die Digitalisierung einen intensiveren Austausch von Forschungsergebnissen und aufbereiteten Erfahrungen (Pawelke et al., 2017:11), der aus Sicht des WBGU insbesondere für eine nachhaltige Gestaltung der Digitalisierung in Entwicklungs- und Schwellenländern und spezifische Innovation in dortigen Kontexten zu forcieren ist.

10.3.2

Forschung für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften

Die übergeordnete Forschungslinie „Digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften“ sollte sich mit der Frage beschäftigen, wie Gesellschaften die systemverändernde Wirkmacht der Digitalisierung auf Erdsystem, Gesellschaft, Wirtschaft, den Menschen und Technologie

einordnen, nachhaltig gestalten sowie auftretenden Emergenzen begegnen können.

10.3.2.1

Arbeit der Zukunft: Neue Teilhabebformen entwickeln

Gegenwärtig gewährleistet hauptsächlich Erwerbsarbeit breite gesellschaftliche und ökonomische Teilhabe und ist dabei zugleich von zentraler Bedeutung für das Selbstwertgefühl vieler Menschen. Die teilweise Substitution manueller und geistiger Erwerbsarbeit durch intelligente Maschinen berührt damit sehr tiefgehende Aspekte des gesellschaftlichen Zusammenhalts und persönlichen Lebens. Sie wirft Fragen nach weiterentwickelten Arbeitsformen, beispielsweise einer Schwerpunktverlagerung auf soziale Arbeit, aber auch die Frage nach möglichen alternativen Lebenszielen, -stilen und -entwürfen auf. Vorstellungen davon, wie alternative und gleichzeitig anreizkompatible Mechanismen der Verteilung von Arbeit und Einkommen bzw. Wohlstand aussehen können, die passende Anreize zur Beteiligung an Gesellschaft und Wirtschaft sowie für (Weiter-)Bildung, Forschung und Entwicklung setzen, sind bislang noch nicht hinreichend entwickelt und auf ihre breiteren, gesellschaftlichen Implikationen hin untersucht. Im Raum steht darüber hinaus die Frage der politischen Folgen eines durch ein weiterentwickeltes Verständnis von Arbeit verursachten gesellschaftlichen Wandels, etwa welche Folgen die Gewährleistung wirtschaftlicher Teilhabe über breite Umverteilungsmechanismen für Stabilität und Funktion demokratischer politischer Systeme haben können. Die spezifischen Herausforderungen in Entwicklungs- und Schwellenländern und Veränderungen der internationalen Arbeitsteilung sollten bei diesen Fragen noch stärker herausgearbeitet und in den Blick genommen werden. Spezifischere Empfehlungen zum Themenkomplex Digitalisierung und Arbeit finden sich in den Kapiteln 5.3.8 und 5.3.9.

10.3.2.2

Finanzierungskonzepte für Staat und Sozialsysteme erarbeiten

Heute stützt sich die Finanzierung staatlicher Systeme noch überwiegend auf die Besteuerung des (bislang vorrangig immobilen) Faktors Arbeit. Auch die sozialen Sicherungssysteme sind in vielen Ländern institutionell an die Erwerbsarbeit gekoppelt. Sowohl mit Blick auf die zukünftigen finanziellen Handlungsspielräume und die Leistungsfähigkeit von Staat und Systemen der sozialen Sicherung als auch mit Blick auf mögliche Verzerrungen der Preise von Arbeit im Vergleich zu Produktionsfaktoren wie (Finanz-)Kapital oder Daten müssen bestehende Steuer- und Abgaben-

systeme grundlegend überprüft werden. Gleichzeitig besteht erheblicher Forschungsbedarf, wie alternative Systeme der Besteuerung ausgestaltet werden können, die finanzielle Handlungsspielräume des Staates erhalten, wenn sich im Zuge der Digitalisierung Wertschöpfung weiter zu immateriellen Wirtschaftsgütern wie Daten verlagert, menschliche Arbeit leichter substituierbar und noch umfassender mobil wird oder im Extremszenario menschliche Arbeit vollständig durch Maschinen erledigt wird (Kap. 5.3.9).

10.3.2.3

Forschung zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktionen

Der WBGU empfiehlt die frühzeitige und umfassende Erforschung der möglichen Wirkungen der Interaktion mit (teil-)autonomen technischen Systemen. Mögliche Forschungsfragen sind: Wie müssen solche Systeme gestaltet sein, um wünschenswerte Interaktionen zu unterstützen, und welche möglichen negativen Implikationen müssen in den Blick genommen werden? Das Zusammenleben mit autonomen Systemen wirft vielfältige Fragen zur Wirkung der Interaktion mit solchen Systemen auf: Welche Formen der Interaktion sind erstrebenswert? Wie müssen Systeme gestaltet sein, um angemessene und sichere Interaktionen zu fördern und dysfunktionale Interaktionen zu unterbinden? Welche Gruppen gilt es zu differenzieren (beispielsweise Kinder oder psychisch eingeschränkte Personen)? Hier sind Gesellschaftswissenschaften, insbesondere die psychologische Forschung, frühzeitig in die sozio-technischen Entwicklungen einzubeziehen.

10.3.2.4

Technik- und experimentelle Folgenabschätzung für den Umgang mit großer Unsicherheit

Aufgrund der Dynamik digitaler Transformationsprozesse bildet der Umgang mit Unsicherheiten beispielsweise bezüglich unerwarteter oder unbeabsichtigter Nebenfolgen („Unintended Side Effects bzw. „Unseens“) eine besondere Herausforderung. Der WBGU empfiehlt, Innovationen und (neue) regulatorische Instrumente in Reallaboren in einem zeitlich befristeten, räumlich abgegrenzten sowie rechtlich angepassten (Experimentierklauseln, Sondergenehmigungen, usw.) und gut gesichertem Feld ergebnisoffen zu testen (Kasten 10.3-3).

Begleitend zu Reallaboren wären weitere Experimentierräume zu stärken (z.B. Governance Barcamps), die explizit auf das Mitdenken möglicher Folgen fokussiert sind. Hier ist der Aufbau von Kapazitäten für eine IT-orientierte Governance-Forschung bzw. IT-unterstützte Governance-Formate von hoher Bedeutung.

10.3.2.5

Forschung für einen nachhaltigen Umgang mit Daten

Die Wirkungen der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) in der Praxis sollten empirisch überprüft und Vorschläge zur Weiterentwicklung erarbeitet werden. Es ist zu untersuchen, wie beispielsweise Daten-Zugangsregime oder eine Daten-Sharing-Vereinbarung im Detail ausgestaltet werden können. Dabei ist den technischen, prozessualen als auch regulatorischen Anforderungen zum Schutz personenbezogener Daten Rechnung zu tragen, auch mit Blick auf das Risiko zukünftiger „De-Anonymisierung“ von derzeit nicht personenbezogenen Daten. Wie ist eine Kontrolle durch entsprechende Aufsichtsbehörden für digitale Produkte und Dienstleistungen auszugestalten, z.B. mit Blick auf die Durchsetzung von Datenpflichten, Datenschutz, Datensicherheitsstandards oder auch möglichen Diskriminierungen von Nutzer*innen. Es sollte untersucht werden, wie Mehrwerte der Datenverfügbarkeit und der Verfügbarkeit bestimmter digitaler Produkte und Dienste für die Gesellschaft und Öffentlichkeit bestimmt, gemessen und nachvollzogen werden können. Zudem sollte erforscht werden, wie öffentliche, datenbasierte Güter (Kap. 5.3.10) in ausreichender Qualität und Menge bereitgestellt werden können.

10.3.2.6

Forschung zu sozialen Plattformen

Neue Entwicklungen in sozialen Plattformen sollten kontinuierlich durch die Forschung begleitet werden, z.B. mit Blick darauf, wie sich Gruppendynamiken, Selbstdarstellungen oder das Teilen persönlicher Informationen (z.B. Fitness- und Bewegungsdaten auf Fitness-Plattformen, Meinungen oder ähnlich private Informationen) auf Wohlbefinden, Lebensqualität und soziale Interaktionen von Menschen auswirken können (Kap. 5.3.7). Zudem sollte erforscht werden, welche Gütekriterien an soziale Plattformen, ihre Dienste und Applikationen anzulegen sind und wie diese zu vermitteln, zu überprüfen und zu verbessern sind. Sowohl hier als auch generell ist gezielte Bildung (Kap. 5.3.4, 9.1.4) und entsprechende Bildungsforschung nötig, um Menschen zum kompetenten und verantwortungsbewussten Umgang mit neuen Technologien und der hohen Dynamik des (technischen) Fortschritts zu befähigen. Auch die Wirkungsmöglichkeiten sozialer Plattformen auf nachhaltiges und umweltbewusstes Verhalten sollten vertieft erforscht werden (Kap. 5.2.3).

Kasten 10.3-3**Reallabore**

Für die nachhaltige Gestaltung der globalen digitalen Transformation in den unterschiedlichsten Lebensbereichen gibt es keine universell gültigen Blaupausen. Angesichts der vielen nicht-vorhersehbaren und schnellen technologischen Entwicklungen bleibt dieser Gestaltungsprozess auch ein mit vielen Unsicherheiten verbundener Such- und Lernprozess. Besondere Herausforderungen digitaler Veränderungen liegen zum einen darin, dass Veränderungen auf eine komplexe Art und Weise in Gesellschaften wirken, so dass sich absehbare Auswirkungen jenseits etablierter Prognoseräume abspielen. Zum anderen entsteht ein Gestaltungs- und Regulierungsbedarf, bevor alle Auswirkungen absehbar sein werden. In diesen realweltlichen Bedingungen gilt es, die digitale Innovationskraft Europas an den nachhaltigen Entwicklungszielen auszurichten. In Anbetracht dieser Herausforderungen empfiehlt der WBGU der EU die Einrichtung von „Europäische(n) Reallaboren für eine nachhaltige und digitale Zukunft“ (European labs for a sustainable and digital future). In Reallaboren können Wissenschaftlerinnen und Akteur*innen durch Ausprobieren und Experimentieren gemeinsam Wissen und Problemlösungen für die nachhaltige Gestaltung der digitalen Transformation erarbeiten. Reallabore ermöglichen es, mit Innovationen in einem geschützten Rahmen zu experimentieren und zugleich schnellere und umfassendere Erkenntnisse zu erlangen.

Derzeit werden in mehreren europäischen Ländern Reallabore (auch „Living Labs“ oder „Citizen Science-Projekte“ genannt) durchgeführt, einige davon auch länderübergreifend (Deutscher Bundestag, 2018). Auf Ebene der EU sind Reallabore bisher nicht etabliert, obwohl sie bedeutende Chancen für die Weiterentwicklung einer europäischen

Vision, die Stärkung der europäischen Innovationskraft und die Steigerung der Lebensqualität für europäische Bürger*innen bereithalten. Anbinden ließen sich europäische Reallabore im Forschungskontext an die Tätigkeiten des European Institute of Innovation and Technology (EIT) im Rahmen von „Innovation Communities“ (wie z. B. „EIT Climate-KIC“). Neben der Weiterentwicklung der bestehenden transdisziplinären Innovations- und Forschungsansätze des EIT zu ganzheitlichen europäischen Reallaboren empfiehlt der WBGU auch die Einrichtung zu neuen Themen, beispielsweise zur nachhaltigen Zukunft der Arbeit.

Reallabor „Nachhaltige Zukunft der Arbeit“

Arbeitsmärkte sind ein wichtiger Garant für gesellschaftliche Inklusion. Gerade jüngere und Bevölkerungsgruppen und Migrant*innen sind zunehmend von neuen Erwerbs- und Arbeitsrealitäten wie New Work, plattformbasierten Arbeitsverträgen und zeitlicher und räumlicher Entgrenzung von Erwerbsarbeit betroffen. Dies eröffnet sowohl Chancen als auch Risiken für die Lebensqualität und den sozialen Zusammenhalt sowie die Ausrichtung an einem zukunftsfähigen Konzept der nachhaltigen Arbeit (Kap. 5.3.9). Ein europäisches Reallabor zur „Nachhaltigen Zukunft der Arbeit“ könnte mit neuen Formen sozialer Sicherung (z. B. Ökologisches Transformationseinkommen; Swaton, 2018) und arbeitsrechtlicher Organisation experimentieren, die auch die besonderen Herausforderungen länderübergreifender Arbeits- und Lebenswelten in der EU berücksichtigt. Das Reallabor würde damit auch eine Pionierfunktion für den stattfindenden Ausbau der sozialen Säule der EU darstellen. An dieser Schnittstelle von Nachhaltigkeits- und Digitalisierungs Herausforderungen gilt es, die Energien aus Wissenschaft, Unternehmen, Universitäts- und Hochschulbildung sowie Zivilgesellschaft gemeinsam zur Erprobung neuer Zukunftsmodelle zu bündeln.

10.3.2.7**Bildungsforschung zur Befähigung des Individuums im nachhaltigen Digitalzeitalter**

Zur Vermittlung von Transformationswissen und -handeln empfiehlt der WBGU zu untersuchen, wie durch (digitalisierte) Bildungsmaßnahmen Wissen und Handeln zur Großen Transformation (WBGU, 2011) gefördert werden kann, idealerweise durch ein Institut für Bildungsforschung zum und im digitalisierten Nachhaltigkeitszeitalter. Dies betrifft insbesondere Forschung zur Förderung von Kreativität, Kooperation und Innovation sowie zu Umweltbewusstsein und Zukunftsfähigkeit (Futures Literacy). Zum beständigen Ausbau von Reflexionsfähigkeit ist transformative Bildung zu stärken. Parallel könnten im Rahmen von Kooperationen mit bestehenden Einrichtungen weitere Reflexionsräume geschaffen werden, etwa in den Bereichen Science-Fiction, Kunst, Kultur und der Integration von Wissensformen. Weiterhin ist Forschung zur Ermöglichung von Teilhabe benachteiligter Gruppen nötig, um zu untersuchen und zu evaluieren, welche digitalisierten Bildungsangebote

Teilhabe auch benachteiligter Gruppen (insbesondere bezüglich Gender, Alter, Herkunft) ermöglichen und wie Wissenserwerb digital gefördert werden kann. Studien, die Auswirkungen digital vermittelter Inhalte auf die Kompetenzen der Lernenden zum Inhalt haben, sollten weiter gefördert werden. Sehr wahrscheinlich wird dazu eine Schwerpunktverlagerung in der Bildungspolitik notwendig werden. Es müssen Fähigkeiten gestärkt werden, die Menschen zu einem selbstbestimmten, sinnstiftenden Leben ohne die heutigen Arbeitsmarktstrukturen befähigen. Zu diesen Kompetenzen zählen Fähigkeiten der sozialen Interaktion, Empathie, Kreativität und eine schnelle Auffassungs- bzw. Anpassungsfähigkeit (im Sinne einer hohen Reaktionsfähigkeit gegenüber unerwarteten Ereignissen usw.), weniger jedoch die Vermittlung von Detailwissen. Spezifischere Empfehlungen zum Thema Bildung im Digitalen Zeitalter finden sich in Kapitel 5.3.4.

10.3.3

Forschung zur Zukunft des *Homo sapiens*

Eine übergeordnete Forschungslinie „Forschung zur Zukunft des Menschen und Erhalt der Menschenwürde“ sollte sich mit der Frage beschäftigen, welche Grenzen alter und neuer Menschenbilder angesichts der Verschränkung von Mensch und Technologie sowie der Gestaltung von Maschinen mit (zunächst vermeintlich) menschlichen Eigenschaften deutlich werden. Bei allen künftigen Entwicklungen sollten generell auch Individuen oder Gruppen berücksichtigt werden, die sich digitalen Entwicklungen entziehen möchten – dies gilt ausdrücklich auch im Hinblick auf Forschungsethik.

10.3.3.1

Digitale Anthropologie: Wie verändert sich das Menschenbild?

Im Digitalen Zeitalter wird das Menschsein selbst zum Thema nachhaltiger Entwicklung. Die physische und soziale Verschmelzung des Menschen mit digitaler Technik einerseits und die Vermenschlichung von Technik andererseits stellen die Frage nach der *Conditio Humana* auf neuartige brisante Weise. Bei philosophischen Überlegungen jenseits des anthropozentrischen Humanismus, bei denen der Mensch im Mittelpunkt steht, muss zur Einbettung des Menschen in die reale Welt bzw. in seinen „natürlichen“ Körper daher auch zukünftig immer wieder analysiert werden, wie sich das Menschenbild im Verhältnis zur Umwelt, mit Zunahme der technischen Möglichkeiten dynamisch weiterentwickelt (Coeckelbergh, 2013, 2017, 2018). Der WBGU empfiehlt nachdrücklich, die Menschenwürde (Kap. 2) ins Zentrum entsprechender anthropologischer und ethischer Debatten zu stellen und diese in entsprechend verantwortungsbewusster Forschung und Entwicklung zu verankern.

10.3.3.2

Wirkungen der Digitalisierung auf Kognition, Emotion und soziales Leben erforschen

Da die Digitalisierung und dabei insbesondere die vielfältigen Interaktionsformen zwischen Mensch und Maschine auch künftig zentrale Lebensaspekte wie Kognition, Emotion und soziales Leben beeinflussen werden, gilt es, diese durch gezielte Förderung interdisziplinär zu erforschen (SVRV, 2017: 17 ff.). Dabei sind Verhaltensänderungen auf psychischer wie sozialer Ebene systematisch zu untersuchen. Dies sollte aus Sicht des WBGU ausdrücklich auch in positiver Hinsicht für nachhaltige Zwecke erfolgen, etwa der Beförderung eines „Weltbewusstseins für nachhaltige Entwicklung“ (Kap. 5.3.1). Ebenfalls relevante Themen sind z.B. Wirkungen von Multitasking (besonders bei

Kindern) auf Kognition (d. h. Prozesse der Aufmerksamkeit, des Erinnerns, des Denkens, Problemlösens und der Kreativität), der Einfluss digitaler Mediennutzung (z. B. soziale Netzwerke) auf soziale Zugehörigkeit und Emotionsmanagement oder Auswirkungen von Überwachung am Arbeitsplatz sowie Gesundheit und Sicherheit in Zeiten von der Technisierung des Menschen.

10.3.3.3

Erforschung der Zukunft der menschlichen Zivilisation

Im Zuge der zunehmenden internationalen Vernetzung empfiehlt der WBGU die Erforschung neu entstehender Risiken für die menschliche Zivilisation unter Nutzung eines interdisziplinären Ansatzes. Generell ist im Sinne des Vorsorgeprinzips verantwortungsbewusste Innovation, Forschung zu Ethik, Technikfolgenabschätzung und der proaktive Technikwandel im Hinblick auf den Dual-Use-Charakter von Technologien, wie etwa KI und Robotik, auch international auszuweiten. Hierfür sollte zu neuen internationalen Kooperationsformaten geforscht werden, auch unter Berücksichtigung künftig nötiger Grenzen der Entwicklung.

Eine zeitnahe Umsetzung der Handlungs- und Forschungsempfehlungen wird es erlauben, die Potenziale des digitalen Wandels für die Große Transformation zur Nachhaltigkeit zu nutzen und seine Risiken einzuhegen. Dieses WBGU-Gutachten versteht sich als Anstoß für lang anstehende Diskussionen und Initiativen auf allen Ebenen und mit allen Akteursgruppen.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)

Der WBGU wurde 1992 im Vorfeld des Erdgipfels von Rio de Janeiro von der Bundesregierung als unabhängiges, wissenschaftliches Beratergremium eingerichtet. Der Beirat hat neun Mitglieder, die vom Bundeskabinett für eine Dauer von vier Jahren berufen werden. Der WBGU wird federführend gemeinsam durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung betreut. Er wird durch einen Interministeriellen Ausschuss der Bundesregierung begleitet, in dem alle Ministerien und das Bundeskanzleramt vertreten sind. Die Hauptaufgaben des WBGU sind:

- › globale Umwelt- und Entwicklungsprobleme zu analysieren und darüber in Gutachten zu berichten,
- › nationale und internationale Forschung auf dem Gebiet des Globalen Wandels auszuwerten,
- › im Sinne von Frühwarnung auf neue Problemfelder hinzuweisen,
- › Forschungsdefizite aufzuzeigen und Impulse für die Wissenschaft zu geben,
- › nationale und internationale Politiken zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zu beobachten und zu bewerten,
- › Handlungs- und Forschungsempfehlungen zu erarbeiten und
- › durch Presse- und Öffentlichkeitsarbeit das Bewusstsein für die Probleme des Globalen Wandels zu fördern.

