

# WBGU

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung  
Globale Umweltveränderungen

Zusammenfassung

## Unsere gemeinsame digitale Zukunft



# 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 erschöpfbare Ressourcen des ifo Institut, 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 Stab der Geschäftsstelle:** Prof. Dr. Maja Göpel (Generalsekretärin); Dr. Carsten Loose (Stellvertretender Generalsekretär); Dr. Benno Pilardeaux (Medien- und Öffentlichkeitsarbeit); Marcel Dorsch, M.A. Dipl.-Päd. (Univ.); Dr. Reinhard Messerschmidt; Dr. Teresa Schlüter; Dr. Astrid Schulz

**Wissenschaftliche Mitarbeiter\*innen der Beiratsmitglieder:** Katharina Bohnenberger, M.A.; Dr. Marian Feist; Juliana Gärtner, M.Phil.; Ulrike Jürschik, Dipl.-Jur.; Nele Petrusjanz, MSc; Dr. Johannes Pfeiffer; Paul Szabo-Müller, M.A.; Dr. Hannah Wallis; Nora Wegener, M.A.

**Assistenz, Layout, Lektorat:** Viola Märten, Dipl.-Kulturarbeiterin (FH); Mario Rinn, B.Sc.; Martina Schneider-Kremer, M.A.



Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung  
Globale Umweltveränderungen

# Unsere gemeinsame digitale Zukunft

Zusammenfassung

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

Geschäftsstelle  
Luisenstraße 46  
10117 Berlin  
Tel: 030 2639480  
Email: [wbg@wbg.de](mailto:wbg@wbg.de)  
[www.wbg.de](http://www.wbg.de)

Redaktionsschluss: 15.03.2019

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. Zusammenfassung. 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 978-3-946830-20-7

WBGU Berlin 2019

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  
Druck und Bindung: vierC print+mediafabrik, Berlin



# Zusammenfassung

„Die“ Digitalisierung wird oft als gewaltiger Umbruch bezeichnet, der auf unsere Gesellschaften zukommt und dem es sich anzupassen gilt. Dieser Lesart setzt der WBGU entgegen, dass die Digitalisierung so gestaltet werden muss, dass sie als Hebel und Unterstützung für die Große Transformation zur Nachhaltigkeit dienen und mit ihr synchronisiert werden kann. Digitalisierung wird vom WBGU umfassend als die Entwicklung und Anwendung digitaler sowie digitalisierter Techniken verstanden, die sich mit allen anderen Techniken und Methoden verzahnt und diese erweitert. Sie wirkt in allen wirtschaftlichen, sozialen und gesellschaftlichen Systemen tiefgreifend und entfaltet eine immer größere transformative Wucht, die den Menschen, die Gesellschaften und den Planeten zunehmend fundamental beeinflusst und daher gestaltet werden muss. So wie der Brundtland-Bericht mit dem Titel „Unsere gemeinsame Zukunft“ 1987 das Konzept der nachhaltigen Entwicklung entworfen hat, skizziert der WBGU in diesem Gutachten „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ das Konzept der *digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft*.

Dieses Gutachten stellt die bisher größte Herausforderung dar, der sich der WBGU seit seiner Gründung im Rio-Jahr 1992 gestellt hat: in intellektueller, in politischer und in ethischer Hinsicht. Denn der WBGU dehnt den Analyseraum über seinen Kernkompetenzbereich hinaus aus, weil das künftige Schicksal der planetarischen Umwelt massiv vom Fortgang der digitalen Revolution abhängen wird. Er mischt sich in einen gesellschaftlichen Diskurs ein, der immer hektischer geführt wird, weil es um die globale Innovationsführerschaft im 21. Jahrhundert geht. Und er versucht, Antworten auf Kernfragen zu finden – Fragen nach der mittelfristigen Zukunft, ja sogar nach dem schieren Fortbestand des *Anthropos* auf der Erde. Nur wenn es gelingt, die digitalen Umbrüche in Richtung Nachhaltigkeit auszurichten, kann die Nachhaltigkeitstransformation gelingen. Digitalisierung droht ansonsten als Brandbeschleuniger von Wachstumsmustern zu wirken, die die planetarischen Leitplanken durchbrechen. Nachhaltigkeitspioniere müssen die Chancen von Digitalisierung nutzen und zugleich deren Risiken einhegen. Ignorieren oder vernachlässigen diejenigen, die versuchen, Nachhaltigkeitstransformationen voranzubringen, die Digitalisierungsdynamiken, wird die Große Transformation zur

Nachhaltigkeit auf der Strecke bleiben. Der WBGU plädiert also für die Fortsetzung und Beschleunigung der Großen Transformation mit digitalen Mitteln. Zudem wird deutlich, dass Digitalisierung unsere Gesellschaften so tiefgreifend verändern wird, dass auch unser Nachhaltigkeitsverständnis radikal weiterentwickelt werden muss. Der WBGU zeigt Richtungen für die nächste Generation von Nachhaltigkeitsparadigmen auf und geht dabei weit über die Perspektiven der Agenda 2030 hinaus.

Einen solchen Epochenbruch in der Menschheitsgeschichte einzuordnen und zugleich handfeste Politikberatung zu betreiben, ist ambitioniert und spannungsgeladen. Doch selbst wenn man mit manchen Einschätzungen dieser grundlegenden Veränderungen daneben liegen sollte, kann dies nutzbringend sein, indem man ein wenig Licht auf die Wege vorauswirft, welche Kundigere nun rasch beschreiten sollten.

Dies ist gewissermaßen eine Warnung: Dieses Gutachten des WBGU versucht, *eine Ganzheitsbetrachtung der Digitalisierung im Kontext der nachhaltigen Entwicklung unserer vielfach bedrohten Zivilisation zu leisten, die bisher kaum vorliegt*. Dies ist ein enormer Anspruch, der – wenn überhaupt – nur mit Schwächen, Verallgemeinerungen und Auslassungen erfüllt werden kann. Entsprechend ist das Gutachten zu lesen.

Um aber eine wohlwollende und gewinnbringende Rezeption zu erleichtern, weicht auch der Aufbau dieses WBGU-Gutachtens vom Üblichen ab: Der eigentlichen Zusammenfassung ist diesmal ein erzählerischer Essay vorangestellt. Dieser versucht nicht nur den Gedankenbogen des Gutachtens vorzuzeichnen, sondern auch die immense thematische Landschaft anzudeuten, die neben lichten Ebenen und sich abzeichnenden neuen Möglichkeitsräumen für Nachhaltigkeitsreformen auch tiefe Abgründe umfasst. Das Narrativ handelt auf diesem Terrain von den digitalen Möglichkeiten und Gefährdungen der Bewahrung dessen, was die Evolution bis zum Eintritt der Erde ins Anthropozän hervorgebracht hat, und von der denkbaren Schöpfung neuer digitaler Wesenheiten bzw. der möglichen Substitution humaner durch maschinelle Intelligenz. Danach folgt eine Zusammenfassung der Kernbotschaften des Gutachtens, der einzelnen Kapitel sowie der Handlungs- und Forschungsempfehlungen.

### Bewahrung und Schöpfung im Digitalen Zeitalter

Albert Einstein revolutionierte im frühen 20. Jahrhundert die Physik – das ist allgemein bekannt. Er besaß zudem die seltene Gabe, komplexe Sachverhalte innerhalb und außerhalb der Wissenschaft mit einem einzigen Satz auszudrücken. Ihm wird nicht zuletzt die folgende berühmte Feststellung zugeschrieben:

*Probleme können nicht mit derselben Denkweise gelöst werden, die sie hervorgebracht hat!*

Natürlich handelt es sich hier um eine aphoristische Vereinfachung kritischer Aspekte der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Nichtsdestotrotz stellt sie einen idealen Ausgangspunkt dar für ein Zusammendenken der beiden wohl wichtigsten Entwicklungen der jüngeren Moderne, nämlich der wachsenden Bedrohung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit einerseits und der explosiven Fortschritte im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien andererseits.

Erstere Entwicklung liefert gewissermaßen die *raison d'être* des WBGU seit seiner Gründung durch die Bundesregierung im Jahr 1992. Im Zentrum der Analyse der zivilisatorischen Schädigung der natürlichen Lebensgrundlagen und der daraus resultierenden Selbstbedrohung der Menschheit steht die Klimakrise, die sich unablässig verschärft und deren allumfassende Dimension die Forschung gerade in den letzten Jahren aufgedeckt hat. Auch die rapide Verschmutzung und Versauerung der Meere, der fortschreitende Verlust biologischer Vielfalt und die Degradation fruchtbarer Böden werden wissenschaftlich immer detaillierter dokumentiert und zunehmend in Zusammenhängen verstanden.

Der Sonderbericht des Weltklimarates (IPCC) zur Sinnhaftigkeit und Machbarkeit der Begrenzung der anthropogenen Erderwärmung auf 1,5°C (IPCC, 2018) argumentiert überzeugend, dass durch diese Begrenzung schwerer Schaden von Natur und Kultur in zahlreichen Weltgegenden abgewendet werden könnte. Zugleich bestätigt er aber auch, dass dieser Erfolg – wenn überhaupt – nur mit einer raschen und tiefgreifenden Transformation der immer noch von fossilen Energieträgern dominierten Wirtschaftsweise erzielt werden kann. Eine kürzlich erschienene Metastudie einer internationalen Forschergruppe (Steffen et al., 2018) weist sogar darauf hin, dass das Klimasystem möglicherweise nicht stabil in der Nähe der 2°C-Leitplanke „geparkt“ werden kann. Aufgrund selbstverstärkender Prozesse (wie der Freisetzung von Treibhausgasen aus tauenden Permafrostböden in Sibirien und Alaska) könnte es zum unkontrollierbaren Weggleiten des Systems in eine „Heißzeit“ kommen. Was

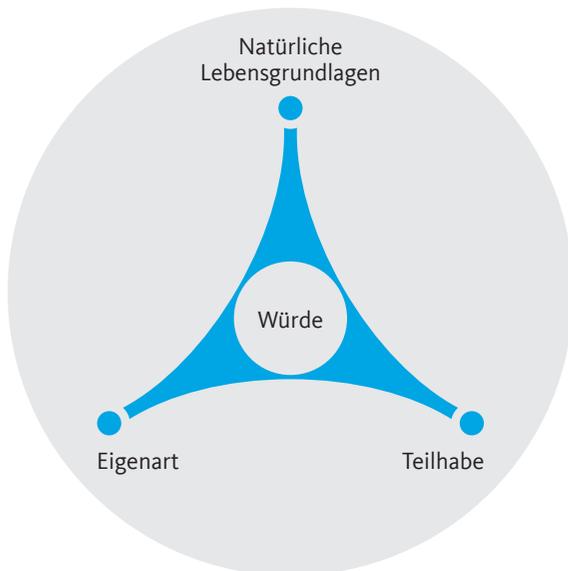
gleichbedeutend mit einer Rückverschiebung der globalen Umwelt um ca. 15 Mio. Jahre in geologischer Zeit mit einer Erdtemperaturerhöhung um 5–6°C und einem Meeresspiegelanstieg um bis zu 60m wäre. Kipp-Prozesse ähnlicher Art könnten durch anthropogene Störungen vermutlich auch in der Biosphäre und der Pedosphäre ausgelöst werden.

Diese und andere jüngere Veröffentlichungen machen deutlich, dass die Umsetzung des Pariser Klimaübereinkommens, der Aichi-Ziele für Biodiversität und die Regeneration von Böden *Mindestmaßnahmen* zur Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit darstellen.

Dabei ist die akute Umweltkrise nur eine der vielen Nachhaltigkeitsherausforderungen, welche die industrielle Moderne hervorgebracht hat. Strategien zu ihrer Bewältigung sind untrennbar mit Fragen nach sozialer Gerechtigkeit und gesellschaftlicher Kohäsion verbunden. Ein einigermaßen angemessener Zielkatalog für diesen Komplex an Herausforderungen wird von den Nachhaltigkeitszielen („Sustainable Development Goals“, SDGs) der Vereinten Nationen abgebildet. Sie berücksichtigen neben kritischen Umwelt- und Ressourcenaspekten auch zahlreiche sozioökonomische Dimensionen, den zukunftsfähigen Umbau unserer Industrien und Städte, die Armutsbekämpfung, den Abbau von Ungleichheiten und Konflikten und nicht zuletzt die Chancengleichheit aller Menschen auf ein gelungenes, gutes Leben – unabhängig von Geschlecht, Alter, körperlicher Verfasstheit oder Herkunft (UN, 2018).

Der WBGU hat in diesem Zusammenhang ein deutlich einfacheres Orientierungssystem („normativer Kompass“) entwickelt (WBGU, 2016a, b), das bisher die Begriffe „Teilhabe“, „Eigenart“ und „Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen“ umfasst und in diesem Gutachten explizit durch die unabdingbare Kategorie „Würde“ ergänzt wird (Abb. 1). Leider ist festzustellen, dass die Weltgesellschaft gegenwärtig, trotz der Fortschritte bei einigen Unterzielen, im großen Ganzen den richtigen Kurs verfehlt, ganz gleich, welches Navigationssystem man zu Rate zieht.

Die zweite oben angesprochene Entwicklung wird mit dem eher schwammigen Begriff „Digitalisierung“ benannt, obgleich sie nichts weniger als eine zivilisatorische Revolution darstellt. Dass mit der Einführung der elektronischen Datenverarbeitung in den 1950er-Jahren ein neues Zeitalter begann, ist mittlerweile geläufig, aber was in diesem Zeitalter wann und wie noch geschehen wird, ist Gegenstand teilweise naiver Fortschrittsfantasien, erbitterter Kontroversen und zunehmend angstbeladener Szenarien. Kontroversen entzündeten sich besonders an der massenhaften Sammlung privater Daten, der Manipulation kommunikativer Räume und der Diskriminierung durch algorithmisch



**Abbildung 1**

Normativer Kompass für die Große Transformation zur Nachhaltigkeit in einer digitalisierten Gesellschaft. Die Transformation kann durch ein Zusammenwirken und eine Balance von folgenden drei Dimensionen erreicht werden:

- „Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen“ (N): Planetarische Leitplanken einhalten sowie lokale Umweltprobleme vermeiden bzw. lösen.
- „Teilhabe“ (T): Universelle Mindeststandards für substantielle, politische und ökonomische Teilhabe gewährleisten.
- „Eigenart“ (E): Wert von Vielfalt als Ressource für gelingende Transformation sowie Bedingung für Wohlbefinden und Lebensqualität anerkennen.

Die Menschenwürde war bislang implizit der normative Ausgangspunkt des WBGU. Ohne die drei Kompassdimensionen ist sie nicht zu realisieren, aber im Digitalen Zeitalter wird sie durch zahlreiche Herausforderungen zunehmend brisanter. Deshalb benennt der WBGU die Unantastbarkeit, die Achtung sowie den Schutz der *Würde* explizit als Orientierungshilfe im Sinne der Transformation zur Nachhaltigkeit.

Quelle: WBGU; Grafik: Wernerwerke, Berlin

gesteuerte Systeme. Denn aus dem imaginierten freien, gleichen, weltweiten Netz ist in der Realität eine von ökonomischen und geopolitischen Interessen getriebene und software-basierte Cybersphäre geworden. Gängige Dystopien haben insbesondere mit der technischen Erschaffung unterschiedlicher Formen der „Künstlichen Intelligenz“ (KI) zu tun, wobei sich allerdings bereits über die Begrifflichkeit trefflich streiten lässt. Tatsache ist jedoch, dass bei strategischen Spielen wie Schach oder Go selbstlernende maschinelle Systeme vom Typ Neuronale Netze inzwischen die weltbesten menschlichen Gegner\*innen mühelos aus dem Feld schlagen. Und das ist nur die Spitze des digitalen Eisberges, wie dieses Gutachten erläutern wird.

Zunächst erscheint es uns jedoch wichtig, diese atemberaubende Dynamik in den größeren planetarischen Zusammenhang zu stellen. Die Geschichte der

menschlichen Zivilisation ist von zwei Steilstufen geprägt, die in den Jahrtausenden nach dem Ende der letzten Eiszeit (also ab 11.000 vor heute) bzw. in den eineinhalb Jahrhunderten vor dem Ersten Weltkrieg (also ab 1760 u. Z.) erklommen wurden. Im ersten Falle, während der sogenannten Neolithischen Revolution, konnten die metabolisch-physiologischen Möglichkeiten des *Homo sapiens* durch Pflanzenmanagement und Tierhaltung sprunghaft ausgeweitet werden. Im zweiten Falle, während der Industriellen Revolution, konnten die manuellen Fähigkeiten des Menschen durch Mechanisierung und fossile Brennstoffe ver Hundertfacht werden. Mit der sich nun vollziehenden digitalen Revolution werden schließlich bestimmte kognitive Leistungen unserer Spezies, die als einzige von vielen Millionen Arten der Erde über technische Intelligenz verfügt, ersetzt bzw. weit übertroffen.

Ist damit die Bühne bereitet für einen Schöpfungsakt ohne erdgeschichtliche oder religiöse Vorlage? Könnte dieser Akt „übernatürliche“ physiologische, manuelle und kognitive Fähigkeiten neu zusammenbringen und damit das Humane selbst transzendieren? Damit wäre möglicherweise eine ganz neue Epoche der Evolution auf unserem Planeten in Gang gebracht. So verstiegen sich diese Vorstellung für viele auch anhören mag, so ernsthaft wird sie in bestimmten Kreisen bereits diskutiert. Der WBGU setzt sich mit ihr in diesem Gutachten in den Kapiteln 6 und 7 auseinander, wobei erstmals die Bedeutung dieser Utopie bzw. Dystopie für die großen Fragen der Nachhaltigkeit explizit erörtert wird.

Zuvor gilt es jedoch sorgfältig auszuloten, welche Perspektiven die digitale Revolution für die zeitgerechte Bewältigung der akuten globalen Umweltkrise eröffnet, welche unserer Zivilisation und damit auch allen „Human-Enhancement“-Spekulationen ein baldiges Ende bereiten könnte. Denn im Sinne des Eingangszitats von Einstein kann man sagen, dass mit Kybernetik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie eine neue Denkweise in die Welt gekommen ist, systemisch und vernetzt. Sie könnte helfen die Probleme zu lösen, welche die „alte“, industrielle Denkweise hervorgebracht hat – neben all den großartigen Errungenschaften der Moderne. Dieses alte Denken ist inzwischen praktisch zum Dogma geronnen und beharrt auf Spezialisierung, Separation und Linearisierung. Eine ganzheitliche Herangehensweise ist jedoch erforderlich, um „den Wald vor lauter Bäumen zu sehen“, Nebenwirkungen zu erkennen und Kreisläufe zu schließen. Dafür kann gerade das Paradigma, das den fortschrittlichen digitalen Konzepten und Applikationen zugrunde liegt, die notwendigen Voraussetzungen schaffen, zumal es in enger Wechselwirkung mit den Komplexitätswissenschaften entstanden ist.

Wenn wir Einsteins Feststellung jetzt aber um einen logischen Schritt ergänzen, dann sollte die „neue“ Denkweise nicht nur eine bessere Welterklärung liefern, sondern auch bei der Lösung der realen Probleme helfen, die das an seine Grenzen stoßende, konventionelle Modell aufgetürmt hat. In der heute vorherrschenden Digitalisierungseuphorie, die selbst die periphersten Winkel des Planeten erfasst, wird gerade dem Methodenarsenal der KI jede denkbare – und undenkbar – Wunderleistung zugetraut. In der Tat handelt es sich dabei möglicherweise um die mächtigsten Werkzeuge, die jemals von unserer Zivilisation angefertigt wurden.

Was läge deshalb näher, als diese Werkzeuge schleunigst und im großen Stil auf die drängendsten Herausforderungen anzuwenden, mit denen diese Zivilisation jemals konfrontiert war? Also insbesondere auf die menschengemachte Erderwärmung, die den Rahmen für alle anderen aktuellen Umweltkrisen aufspannt? Sollte uns nicht dort die Maschinenintelligenz weiterhelfen, wo der Menschenverstand offensichtlich versagt?

Der WBGU ist in seinem Gutachten diesen Fragen nachgegangen und zu einer doppelten Schlussfolgerung gekommen: Auf der einen Seite muss nüchtern festgestellt werden, dass die Digitalisierung von Wirtschaft und Alltag sich bislang nur marginal an Nachhaltigkeitsaspekten orientiert. Es mangelt zwar nicht an rhetorischen Bezügen, insbesondere durch die Anwendung des Begriffs „smart“ auf jedes klimafreundlich zu transformierende Teilsystem der Industriegesellschaft: Smart Grids, Smart Cities, Climate-Smart Agriculture usw. Die digitalen Ressourcen und Projekte werden jedoch bisher überwiegend für konventionelles Wachstum auf etablierten Märkten im internationalen Wettbewerb eingesetzt. Sinn und Zweck des digitalen Fortschritts in diesen Zusammenhängen ist nicht in erster Linie die Nachhaltigkeit; Aspekte wie Unterhaltung, Bequemlichkeit, Sicherheit und nicht zuletzt kurzfristige finanzielle Gewinne dominieren. Im Großen wirken Digitalisierungsprozesse heute eher als Brandbeschleuniger bestehender nicht nachhaltiger Trends, also der Übernutzung natürlicher Ressourcen und wachsender sozialer Ungleichheit in vielen Ländern.

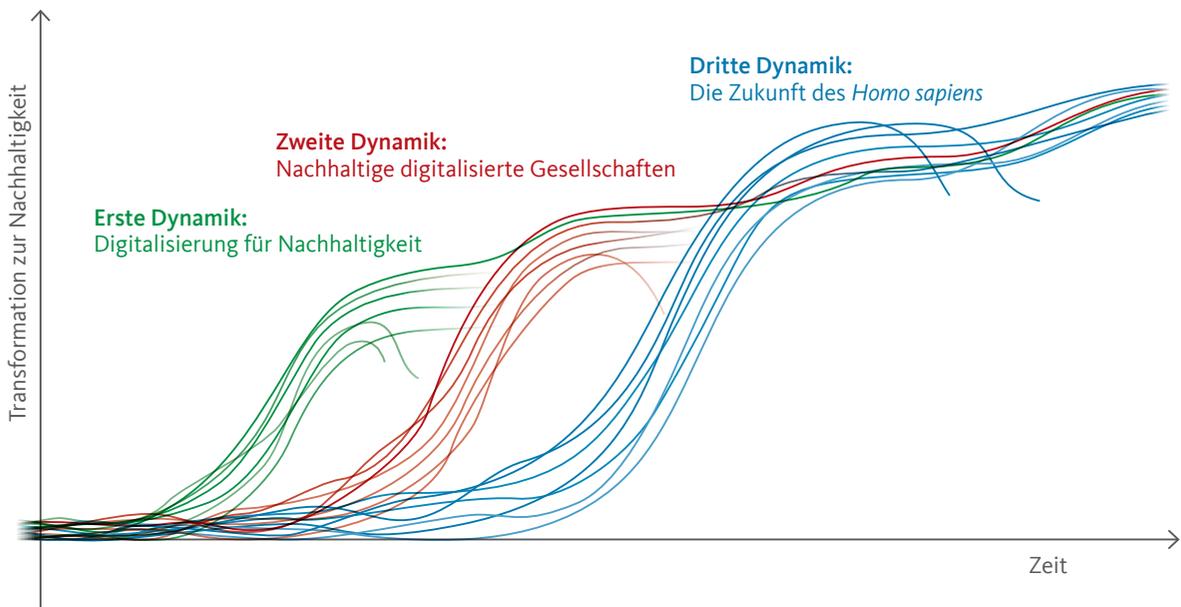
Auf der anderen Seite kann – und muss – werden, was noch nicht ist. Denn die Digitalisierung offeriert ein ungeheures Spektrum an Möglichkeiten zur Unterstützung der Großen Transformation zur Nachhaltigkeit (WBGU, 2011), von der Sensorik bis hin zur selbstorganisierten Systemoptimierung. Um die enorme Spannweite der Potenziale und Risiken im Kontext von Digitalisierung und Nachhaltigkeit zu verdeutlichen hat der WBGU drei Dynamiken konzipiert (Abb. 2). In der Ersten Dynamik „Digitalisierung für Nachhaltigkeit“

wird der Blick auf die Umsetzung der Agenda 2030 mit den SDGs gelenkt. Dabei kann es sich nur um eine einstweilige Gesamtbewertung handeln, denn die Fachliteratur zum Thema ist erstaunlich spärlich und unkonkret. Etlichen allgemeinen Vermutungen und Erwartungen stehen wenige spezifische und quantitative Analysen gegenüber. Offenkundig ist, dass „die Digitalisierung“ zahlreiche nachhaltigkeitschädliche wie auch nachhaltigkeitsförderliche Effekte haben kann. Zur ersten Kategorie zählt natürlich der enorme Energiedurst der Informations- und Kommunikationstechnologien, insofern dieser Durst nicht aus erneuerbaren Quellen gestillt wird. Zur zweiten Kategorie zählt das rasche Entstehen einer immersiven virtuellen Realität, mit der sich vermutlich ein Großteil aller Dienstreisen per Flugzeug einsparen ließen.

Offenkundig ist aber auch, dass eine systematische Analyse der einschlägigen Chancen und Risiken nicht existiert, weder für Deutschland noch für den Globus. Insofern identifiziert der WBGU hier nicht nur große Handlungsdefizite, sondern auch eine eklatante Forschungslücke. Der Beirat fordert ein, die beiden Kardinalherausforderungen „Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen“ und „digitale Revolution“ endlich gemeinsam zu betrachten. Dafür müssen wirksame politische Anreize und Prozesse geschaffen werden.

Wenn wir nun vom Eingangszitat noch einen Schritt weitergehen, stellt sich unmittelbar die Frage, welche *neuen* Probleme die Denkweise hervorbringt, mit der sich die *alten* Probleme möglicherweise lösen lassen. Diese analytische Wendung ist mehr als berechtigt, wie die Chronik der Innovationen und ihrer Folgewirkungen belegt. Niemand wird bestreiten, dass die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern zu Beginn der Neuzeit (also gegen 1450 u. Z.) die Grundlage für die spätere Aufklärung und die Demokratisierung des Wissens schuf. Aber neben der Bibel wurden auch Flugblätter produziert, mit denen überwiegend Hass gesät und die entsetzlichen Religionskriege in Deutschland mit vorbereitet wurden. Was sich heute in den internetgestützten „sozialen Medien“ abspielt, wirkt wie eine Wiederholung der Geschichte, allerdings auf einem unvergleichlich höheren technischen Niveau. Die mechanische Nutzung fossiler Brennstoffe hat die industrielle Massenproduktion hervorgebracht und damit viel Wohlstand geschaffen, genauso aber das maschinelle Töten in unzähligen regionalen Konflikten und zwei Weltkriegen ermöglicht.

Man könnte somit aus der Innovationsgeschichte die Vermutung ableiten, dass es so etwas wie ein „retardierendes Moment“ gibt, dass also disruptive technische Neuerungen zunächst eher Fluch als Segen für die Gesellschaft als Ganzes bringen. Es wäre naiv zu meinen, dass diesmal alles anders wäre, zumal die digitale



#### ↑ Nachhaltigkeits 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 2

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

Revolution alle früheren technischen Fortschrittsphasen hinsichtlich Durchgriff, Reichweite und Geschwindigkeit wohl in den Schatten stellen wird. Statt auf die freiwillige Selbstzähmung von Technologieentwicklern und politökonomischen Interessen zu hoffen, müssen gemeinwohlorientierte und demokratische Staaten sowohl eine starke antizipative Kapazität aufbauen als auch ein strategisches Bündel von Institu-

tionen, Gesetzen und Maßnahmen schaffen. Nur so können die digitalen Kräfte nutzbar gemacht und zugleich eingehegt werden. Den Blick auf diese Herausforderung, das Digitale Zeitalter selbst im Sinne einer humanistischen, nachhaltigen Weltgesellschaft zu gestalten, wirft der WBGU mit der Zweiten Dynamik „Nachhaltige digitalisierte Gesellschaften“.

Relevante Felder reichen vom Umgang mit den inzwi-

schen breit diskutierten Veränderungen der globalen Arbeitsmärkte über notwendige Reformen im Bildungssystem sowie dem Schutz von individueller Privatheit und digitaler Öffentlichkeit bis hin zur Mammutaufgabe, die Machtverschiebungen im KI-Zeitalter zugunsten einer pluralistischen mündigen Gesellschaft auszurichten. Zukunftsweisend ist auch die Begrenzung des rasant steigenden Verbrauchs von Energie und Ressourcen durch Hard- und Software. Der Elefant im digitalen Raum für die Lösung alter wie auch neu entstehender Probleme bleibt die fehlende transnationale Politik-Architektur („Global Governance“). Die zentrale Herausforderung für die internationale Gemeinschaft besteht darin, trotz des strauchelnden Multilateralismus eine gemeinsame Vorstellung für eine nachhaltige, digital gestützte Zukunft zu entwickeln und in diesem Sinne kollektive Prinzipien, regulatorische Rahmenbedingungen und ethisch-begründete Grenzen zu bekräftigen und zu etablieren. Orientiert an den normativen Grundsätzen der Gewährleistung natürlicher Lebensgrundlagen, gesellschaftlicher Teilhabe, individueller Eigenart und unverletzbarer menschlicher Würde entwickelt der WBGU zu diesen Themenfeldern weitreichende Handlungsempfehlungen.

Als Interimszusammenfassung kann man festhalten, dass dem gestaltenden Staat im Digitalen Zeitalter eine zumindest doppelte Großaufgabe zukommt: nämlich einerseits, die enormen Potenziale der neuartigen Informations- und Kommunikationstechnologien zum Zwecke der Nachhaltigkeitstransformation zu erschließen („alte Probleme“) und andererseits möglichen, ja wahrscheinlichen Auswüchsen des Innovationsschubs vorzubeugen („neue Probleme“). In beiderlei Hinsicht gibt es ganz unterschiedliche Philosophien des öffentlichen Handelns bzw. Nichthandelns. Das zeitgenössische „amerikanische Modell“ sieht von regulativen Eingriffen weitgehend ab und setzt darauf, dass die Kräfte des Marktes letztlich auch die Maximierung des Gemeinwohls garantieren. Das zeitgenössische „chinesische Modell“ setzt dagegen auf hierarchische Planung und Kommandowirtschaft, zumindest in Bereichen von strategischer nationaler Bedeutung. Der WBGU ist der festen Überzeugung, dass beide politischen Philosophien der beschriebenen Doppelverantwortung nicht gerecht werden können. Es ist ein dritter, zivilgesellschaftlicher Weg in der Tradition von Aufklärung und Humanismus, der angemessen erscheint. Ein gemeinschaftlich agierendes Europa könnte diesen in die globalen Aushandlungen einbringen und in Kooperation mit ähnlich gesinnten Staaten vorleben.

Damit kommen wir zum letzten Schritt, den das Einstein-Zitat vorzeichnet. Wenn pauschal von „Problemen“ die Rede ist, dann muss man sich klarmachen, dass diese durch *Passiv-Aktiv-Beziehungen* definiert

sind: Nicht nur ist zu fragen, welchem Subjekt welches Problem durch welches Agens erwächst, sondern auch, wie dieses Problem wahrgenommen und bewertet wird. Daraus folgt unter anderem, dass ein Problem durch Änderung des physischen oder psychischen Zustands des Subjekts verändert bzw. eliminiert werden kann, selbst wenn das Agens gleich bleibt. Das hört sich nach einer entbehrlichen Spitzfindigkeit an, ist jedoch alles andere als das:

Denn der Mensch selbst wird sich durch die digitale Revolution verändern, eine Entwicklung die der WBGU in der Dritten Dynamik „Die Zukunft des *Homo sapiens*“ andenkt. Evolutionär ist der *Homo sapiens* ein Geschöpf der Eiszeit, also einer erdgeschichtlichen Epoche, in der die Umweltbedingungen vom raschen und massiven Wandel geprägt waren. Entsprechend mussten sich die damaligen Menschen als opportunistische Jäger und Sammler in kleinen, hochmobilen Verbänden organisieren. Nicht die Gestaltung der Lebensbedingungen, sondern die perfekte Anpassung an die vorgefundenen Umstände war der komparative Vorteil jener besonderen Spezies. Dieser Vorteil wurde durch den Übergang zur sesshaften Agrikultur teilweise eliminiert; mit der Änderung der Lebensweise gingen sogar physiologische und kognitive Rückschritte einher. Individuell dürfte der neolithische Mensch schwächer und krankheitsanfälliger gewesen sein als seine frühen Vorfahren. Diese Nachteile wurden jedoch auf dem Niveau der Gesamtpopulation durch neue Möglichkeiten (wie die Vorratshaltung) aufgewogen, so dass die Bevölkerung deutlich wachsen konnte. Ähnliches vollzog sich beim Durchschreiten der Industriellen Revolution, die schließlich im 20. Jahrhundert die „Große Beschleunigung“ (Steffen et al., 2015) des gesellschaftlichen Metabolismus und der Populationsdynamik herbeiführte.

Vieles spricht dafür, dass die sich gerade erst entfaltenden digitalen Innovationen den Menschen in seinen Qualitäten und das Zusammenleben der Menschen in seinen Strukturen noch viel durchgreifender verwandeln dürften – natürlich abhängig davon, wie jene Innovationen begleitet, geleitet, beschränkt oder gar unterbunden werden. Hier liegt also die tiefstgründige Frage des Digitalen Zeitalters. Wie schon oben angedeutet, müssen sich alle Beantwortungsversuche an der zentralen Kategorie „Würde“ orientieren, die den bisherigen Wertekompass des WBGU ergänzt.

Die aktuellen Debatten um Themen wie „Künstliche Intelligenz“ und „Mensch-Maschine-Interaktionen“ finden in einem sich immer stärker aufladenden Spannungsfeld zwischen Hoffnung, Horror und Hype statt und ignorieren die Einbettung der entstehenden Konglomerate in die natürliche Umwelt weitestgehend. Die Wissenschaft kann sich aber nicht einfach diesem

Feld entziehen, sondern muss sich – im Sinne eines erweiterten, den Menschen selbst einbeziehenden Nachhaltigkeitsbegriffs – mit den dominierenden utopischen bzw. dystopischen Diskursen und ihren Treibern auseinandersetzen. Diese Auseinandersetzung gehört für den Beirat explizit zur wissenschaftsbasierten Deliberationskultur einer offenen demokratischen Gesellschaft, die für die Europäische Union nach wie vor richtungsweisend ist.

Im vollen Bewusstsein der spekulativen Natur der folgenden Überlegungen möchte der WBGU drei hoffnungsorientierte Gedankenspiele in den entsprechenden Diskursraum einbringen:

### 1. Die Menschheit kommt zu sich selbst

Ob und wann die Entwicklung *universeller* KI gelingt, ist ungewiss. Nichtsdestotrotz steht bereits fest, dass KI die kognitiven Leistungen unserer Spezies in Teilbereichen weit übertrifft. Aber die entsprechenden Fähigkeiten machen keinesfalls den ganzen Menschen aus. Die informationstechnologischen Errungenschaften könnten nicht zuletzt unsere Aufmerksamkeit und Wertschätzung auf die nicht unmittelbar kognitiven Kapazitäten lenken, die oft pauschal als emotionale und soziale Intelligenz bezeichnet werden. Diese waren vermutlich mindestens so zivilisationsbildend wie die Leistungen des Messens, Rechnens und Dokumentierens. KI würde uns möglicherweise eine gewisse Emanzipation von den Letzteren erlauben und eine stärkere Hinwendung zu Fähigkeiten wie Empathie, Fürsorge und Solidarität gestatten. Anders als in den „harten“ Klischeevorstellungen vom Supermenschen mit Computergehirn in einer stählernen Welt wäre damit eine „weiche“ Vision des gesellschaftlichen Fortschritts umrissen.

### 2. Der Mensch schafft sich Gefährten

Je weiter KI auf immer breiteren Anwendungsgebieten fortschreitet, desto vielfältiger und intimer werden sich die Berührungspunkte, Schnittstellen bzw. Scharniere zwischen Technik und Mensch entwickeln. Dies kann zu symbiotischen Verbindungen führen, die aber wohl anders ausfallen dürften als in gängigen „Cyborg“-Träumen imaginiert. Möglicherweise entstehen auch KI-befähigte Wesenheiten, die zu wohlintegrierten, loyalen Begleitern des Menschen in Gesellschaften werden, die lebenswerter sind als die heutigen. Beispielsweise könnten uns digitale Assistenten in mittlerer Zukunft immer mehr von monotonen Tätigkeiten befreien (z. B. durch Übernahme logistischer Aufgaben), uns beim Lernen und Verstehen unterstützen (z. B. durch Synthese und Interpretation der überbordenden Informationsfülle) und letztendlich dazu beitragen, dass wir uns selbst und unsere Umwelt stärker wertschätzen

(z. B. durch Diagnostik und Spiegelung). Eine solche Perspektive stößt etwa im ostasiatischen Kulturkreis auf deutlich geringere Skepsis als in westlichen Gesellschaften und befördert ein Weltbild, das den Menschen nicht kategorisch von Natur und Technik abgrenzt.

### 3. Der Mensch erfindet seine Meister

Die Spekulationen über die künftigen Fortschritte bei KI-relevanten Technologien gehen weit auseinander: Welche *ontologische Qualität* diese hervorbringen könnten, bleibt höchst umstritten. Insbesondere bei der Debatte um „Artificial General Intelligence“ (AGI) oder gar „Superintelligenz“ scheiden sich die (menschlichen) Geister. Die Emergenz von KI-Systemen *mit Bewusstsein* wird jedoch schon länger diskutiert. Unter der Annahme dieser Möglichkeit wäre es nur folgerichtig zu fragen, ob dann nicht auch *beseelte* künstliche Entitäten mit selbständiger Willensbildung und Reproduktion in einer späteren Phase der digitalen Revolution formiert werden könnten.

Der WBGU hat sich auch mit diesem – aus heutiger Sicht für viele Expert\*innen jenseits des Silicon Valley abwegigen – Gedankenspiel auseinandergesetzt und nach möglichen gesellschaftlichen Handlungsoptionen gesucht. Die intuitiv „vernünftige“ Option wäre ein generelles Moratorium, das F&E-Anstrengungen zur Schaffung bewusster und damit leidensfähiger Systeme grundsätzlich untersagt. Die aktuellen Kontroversen um bestimmte Verfahren der Reproduktionsmedizin und der synthetischen Biologie können hier wertvolle Fingerzeige liefern.

Aber ist ein solches lückenloses und vor allem globales Moratorium überhaupt realisierbar? Während dieser Text geschrieben wird, wird vielleicht gerade in einem abgeschirmten Forschungslabor irgendwo auf der Welt der Versuch unternommen, ein KI-System mit „Gefühlen“ auszustatten. Insofern ist der WBGU zu dem Schluss gekommen, zumindest den Diskurs über eine alternative Option zu empfehlen:

Wenn die zivilisatorische Entwicklung seit dem Neolithikum offenbar selbstorganisiert auf die Substitution und Transzendierung der humanen (physiologischen, manuellen und kognitiven) Fähigkeiten gerichtet ist, kann dann die Schaffung einer neuen Wesenheit *durch den Menschen* nicht als der geradezu unvermeidliche nächste Sprung in der planetarischen Evolution aufgefasst werden? Solche Überlegungen stoßen auf Entsetzen, aber auch auf Begeisterung, je nachdem in welchen Kreisen man sie vorträgt.

Doch obgleich der Schutz der Würde des Menschen eine quintessenzielle Herausforderung bleibt, ist es ebenso wichtig, die Gattung *Homo* als Produkt des fundamental offenen Prozesses „Leben“ zu verstehen. Könnte, hoffnungsvoll gedacht, die Verbindung der

## Zusammenfassung

sozialen und emotionalen Intelligenz des Menschen mit den uns überlegenen kognitiven Fähigkeiten von Maschinen eine Ko-Evolution ermöglichen, deren Geschöpfe sogar *größere Humanität* besitzen als wir selbst?

Soweit die Gedankenspiele. Explizit empfiehlt der WBGU in diesem Hauptgutachten, die aktuellen Herausforderungen der Digitalisierung regulativ einzuhegen und in den Dienst der Großen Transformation zur Nachhaltigkeit zu stellen. Gleichzeitig muss jedoch schon heute damit begonnen werden, die Zukunft des Menschen im post-industriellen Zeitalter demokratisch und gemeinwohlorientiert vorzudenken. Dabei sollte insbesondere in den Bereichen Forschung und Entwicklung sowie multilateraler Politik dafür Sorge getragen werden, dass keine irreversiblen Weichenstellungen erfolgen und der Raum für zukünftige gesellschaftliche Gestaltung so weit wie möglich offen bleibt.

In Einsteins Sinne stehen wir vor der Herkulesaufgabe, die ökologischen und sozialen Herausforderungen der Gegenwart generell und auch mit Hilfe digitaler Mittel zu meistern und dabei die mit diesen neuen Werkzeugen einhergehenden Probleme zu antizipieren und weitestgehend zu vermeiden. Dabei ist der Schutz der Würde des Menschen die ultimative Herausforderung.

---

### Die Gestaltungsaufgaben: Große Transformation zur Nachhaltigkeit im Schatten digitaler Umbrüche

Mit den Arbeiten zur Großen Transformation zur Nachhaltigkeit geht es dem WBGU darum, Entwicklungspfade zu nachhaltigen Gesellschaften zur Diskussion zu stellen, die innerhalb der planetarischen Leitplanken verlaufen und allen Menschen, auch zukünftigen Generationen, ein menschenwürdiges, gutes Leben und eine langfristige Zukunft bieten sollen (WBGU, 2011). Diese Transformation umfasst tiefgreifende Veränderungen der Infrastrukturen, Produktionsprozesse, Investitionen, Regulierungssysteme und Lebensstile sowie ein neues Zusammenspiel von Politik, Gesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft und Individuen. Mit der Verabschiedung der Agenda 2030 mit den 17 SDGs (2015), dem Pariser Klimaübereinkommen (2015) sowie den Aichi-Zielen für Biodiversität (2010) existieren mittlerweile internationale Vereinbarungen, die Transformationen in Richtung Nachhaltigkeit einfordern. Die Umsteuerung zur Nachhaltigkeit verläuft dennoch deutlich langsamer als notwendig. Unsere Ökonomien und Gesellschaften befinden sich noch immer auf Kollisionskurs mit dem Erdsystem. Zudem unterminie-

ren soziale Fliehkräfte den Zusammenhalt und die Stabilität vieler Gesellschaften. Wie der digitale Wandel die Nachhaltigkeitstransformationen erleichtert, erschwert oder auch zu ganz neuen Anforderungen an nachhaltige Gesellschaften sowie zu veränderten Nachhaltigkeitsverständnissen führt, ist bisher nur unzureichend erforscht. Insofern benennt der WBGU im Gutachten nicht nur massive Handlungsdefizite, sondern ebenso eklatante Forschungslücken und stellt Kernbotschaften heraus.

**Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsforschung verbinden (S. 15)**

### Digitalisierung für Umsetzung der Agenda 2030 nutzen

Die Analysen des WBGU zeigen, dass Digitalisierungsdynamiken massive Auswirkungen auf alle 17 SDGs der Agenda 2030 haben. Die Debatte um die Umsetzung der SDGs kann nicht mehr ohne ein entsprechendes Verständnis der Potenziale und Risiken der Digitalisierung für die gesamte Agenda 2030 geführt werden.

### Eine doppelte Kurskorrektur ist notwendig

Die erste Kurskorrektur erfordert eine tiefgreifende Veränderung der Diskussion zur Großen Transformation zur Nachhaltigkeit, da diese bisher die fundamentalen Dynamiken der Digitalisierung, der Chancen und Risiken etwa von algorithmenbasierten Entscheidungsprozessen, oder der Verschränkung unserer physischen Welt mit virtuellen Räumen kaum berücksichtigt. Sie finden sich weder in der 2015 im Rahmen der UN verabschiedeten Agenda 2030, noch in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2017 und ebenso nicht im 2011 erschienenen WBGU-Gutachten zur Großen Transformation.

**Natürliche Lebensgrundlagen erhalten (S. 15)**

Die zweite Kurskorrektur muss bei den ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Digitalpionier\*innen und auf Seiten der Digitalisierungsforschung stattfinden, denn Digitalisierung wird hier bisher kaum mit den großen Nachhaltigkeitsherausforderungen des Anthropozäns verknüpft. Die Digitalisierung sollte nachhaltig gestaltet und als mächtiges Instrumentarium zur Erreichung der Nachhaltigkeits-

ziele genutzt werden! Die Akteure der Nachhaltigkeit und der Digitalisierung benötigen einen kraftvollen, gemeinsamen Anlauf, um eine Trendwende zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft einzuleiten.

### Es muss schnell gehandelt werden – Digitalisierung, planetarische Leitplanken und soziale Kohäsion verbinden

Das Gutachten zeigt, dass Digitalisierung dazu beitragen kann, planetarische Leitplanken einzuhalten. Dekarbonisierung, Kreislaufwirtschaft, umweltschonendere Landwirtschaft, Ressourceneffizienz und Emissionsreduktionen, Monitoring und Schutz von Ökosystemen könnten durch digitale Innovationen leichter und schneller erreicht werden als ohne sie. Die rasche und umfassende Mobilisierung dieser Möglichkeiten einer digital getriebenen Nachhaltigkeitstransformation ist daher ein Imperativ. Digitalisierung kann zudem gesellschaftliche Modernisierungspotenziale erschließen. Weltumspannendes Wissen, weltumspannende Kommunikation, weltgesellschaftliche Vernetzung in virtuellen und hybriden Räumen können Nachhaltigkeitstransformationen beschleunigen, menschliche Teilhabe verbessern, Weltumweltbewusstsein stärken und eine transnational vernetzte Gesellschaft hervorbringen, in der sich globale Kooperationskulturen entwickeln.

Der WBGU zeigt jedoch auch, dass es *per se* keine Technologiedeterminierung für die großen Herausforderungen der Menschheit gibt. Die Digitalisierung der vergangenen Dekaden – das Internet, die vielfältigen Endgeräte, die zunehmende Produktionsautomatisierung und Produktvernetzung – ist einhergegangen mit immer weiter steigenden Energie- und Ressourcenverbräuchen sowie globalen Produktions- und Konsummustern, die die Ökosysteme noch massiver belasten. Die technischen Innovationsschübe übersetzen sich nicht automatisch in Nachhaltigkeitstransformationen, sondern müssen eng mit Nachhaltigkeitsleitbildern und -politiken gekoppelt werden.

**Armutsbekämpfung und inklusive Entwicklung vorantreiben (S. 15)**

Ebenso sind die gesellschaftlichen Innovationspotenziale der digitalen Transformation keine Selbstläufer. Derzeit scheinen unsere Gesellschaften eher durch die Geschwindigkeit und Tiefe technologischer Umbrüche und deren Nutzung durch mächtige, insbesondere private, aber auch staatliche Akteure überfor-

dert zu sein. Fake News; Social Credit Scores; Erosion zivilisatorischer Standards im Internet; Vertrauensverlust in datengetriebene Angebote; Probleme von Regierungen, Unternehmen, die in digitalen Räumen agieren, angemessen zu besteuern; Politik, die durch die Anforderungen beschleunigter Digitalisierung überfordert scheint – all dies sind nur einige pathologische Effekte ungehemmter Entwicklungen.

### Digitalisierung zur Unterstützung von Nachhaltigkeitstransformationen – eine enorme (inter-)nationale Gestaltungsaufgabe

Bisher sind die Digitalkompetenzen in Ministerien, Parlamenten, Stadtverwaltungen, Nichtregierungsorganisationen, Nachhaltigkeitsforschungsinstituten, Medien und internationalen Organisationen stark unterentwickelt. Um Gestaltungsfähigkeiten überhaupt herzustellen, bedarf es eines Modernisierungsschubes in all den genannten Bereichen, um digitale Kompetenzen zu schaffen und diese mit den Anforderungen der Nachhaltigkeitstransformation zu verbinden. Gelingt dies nicht, werden sich technologie- und kurzfristorientierte Eigendynamiken durchsetzen; die Verknüpfung der digitalen mit der Nachhaltigkeitstransformation wird dann nicht gelingen. Es sind umfassende Modernisierungsanstrengungen für öffentliche Institutionen nötig, wie sie beispielsweise Anfang der 1970er-Jahre durchgeführt wurden, unterstützt durch umfassende wissenschaftliche Begleitforschungsprogramme (Scharpf, 1972; Mayntz et al., 1978). Damals ging es darum, öffentliche Institutionen darauf vorzubereiten wirtschaftliche, technologische, soziale sowie umweltpolitische Entwicklungen zu verzahnen und gesellschaftliche Teilhabe auszubauen; heute geht es darum, umfassende Digitalisierungskompetenzen zu schaffen und diese mit den Nachhaltigkeitstransformationen zu verbinden.

### Das Digitale Zeitalter als neue Gesellschaftstransformation entsteht – Große Transformation zur Nachhaltigkeit über 2030 hinausdenken

Der WBGU identifiziert fünf Kerncharakteristika des Digitalen Zeitalters, die es ermöglichen, Entwicklungstrends und Richtung des Wandels zu verstehen. Deutlich wird, dass es nicht ausreicht, digitale Instrumente zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele einzusetzen. Die digitalen Umbrüche verändern das Spielfeld gesellschaftlicher Entwicklung grundlegend. Die Große Transformation zur Nachhaltigkeit kann nur noch unter diesen sich wandelnden Bedingungen des Digitalen Zeitalters, die von den Architekten der Agenda 2030 kaum berücksichtigt wurden, stattfinden.

› *Vernetzung*: Technische Systeme sowie Personen, Dinge, Prozesse und Organisationen werden auf

unterschiedlichen Handlungsebenen immer omnipräsenter miteinander vernetzt. Diese Entwicklung kann Austauschbeziehungen, Kooperations- und Lernmöglichkeiten multiplizieren und schafft qualitativ neuartige, auch grenzüberschreitende ökonomische, soziale, kulturelle, institutionelle und politische Vernetzungsstrukturen. Die Vernetzung kann die Anfälligkeit interdependenter Infrastrukturen und Prozesse erhöhen.

- › **Kognition:** Universelle Intelligenz ist das Alleinstellungsmerkmal des Menschen in der uns bekannten Welt. Mit dem Internet der Dinge (IoT) sowie Methoden von Big Data und KI werden zunehmend technische Systeme geschaffen, die rechnergestützt wahrnehmen, lernen, analysieren, bewerten und so beispielsweise Kunst und Texte schaffen oder Sprache und Gesichter erkennen und imitieren können. Im Silicon Valley wird u. a. vermutet, dass KI-Systeme in 5–15 Jahren eigenständige Leistungen erbringen können, die Nobelpreise rechtfertigen würden. Solche Systeme könnten vieles verändern – und zwar grundlegend: unser Menschenbild, die Wirtschaft, Arbeitsmärkte, Lernprozesse, unser Wissen, unseren Umgang mit Technik, Gesellschaft und Natur.
- › **Autonomie:** Autonome, datenbasiert selbstständig Entscheidungen treffende, technische Systeme werden bereits in der Industrie eingesetzt, um Produktionsabläufe zu steuern, in öffentlichen Umgebungen, um die öffentliche Sicherheit zu erhöhen, oder (bereits in vielen Kontexten) um menschliches Verhalten zu prognostizieren und zu überwachen. Solche autonomen technischen Systeme werden zukünftig vielfältig einsetzbar sein: im Verkehr (autonomes Fahren), im Bankensystem, im Sozialwesen, in der Justiz, in politischen Aushandlungsprozessen. Sie können Muster erfassen, die Menschen aufgrund der großen Datenmengen oder Komplexität verborgen bleiben. Sie können dazu beitragen, fundiertere ökonomische, politische und soziale Entscheidungen zu treffen, aber auch gesellschaftlichen Kontrollverlust, Machtmissbrauch oder die Unterminierung von Privatheit und Freiheit zur Folge haben.
- › **Virtualität:** Mit der virtuellen Welt entstehen neue Räume für menschliche Gesellschaften: Menschen können sich in virtuellen Räumen unabhängig von ihrem physischen Standort treffen und auf entfernte Objekte zugreifen und sie verändern. Avatare und Social Bots können zu Begleitern der Menschen werden. So können das Erdsystem, Ökosysteme und weit entfernte Kulturen unmittelbar erfahrbar gemacht werden. Die Gestaltung dieser virtuellen wie auch hybriden Räume ist zugleich eine große Herausforderung. Dies verdeutlicht schon das dys-

topische Beispiel des Versinkens von Menschen in virtuelle (Spiel-)Welten, die Naturbezug nur noch suggerieren, während die reale Natur zunehmend degeneriert.

- › **Wissensexplosion:** Digitale Methoden modernisieren jede Art der quantitativen und qualitativen Forschung. Bereits jetzt findet sich fast für jede tradierte Wissenschaftsdisziplin eine digitale Ausprägung, die mit eSciences, Digital Humanities usw. bezeichnet wird. Datenerfassung und -verarbeitung sowie Modellbildung, Simulation und Visualisierung bieten neue Zugänge für das Verständnis und die Gestaltung unserer natürlichen und gesellschaftlichen Realitäten. Zudem bieten digitale Methoden neuartige Zugänge zu Wissen, Bildung und einen weltumspannenden Austausch.

Diese fünf Charakteristika werden nicht nur unsere Ökonomien und technischen Infrastrukturen verändern, sondern auch den *Homo sapiens* selbst. Das Anthropozän – das Zeitalter des Menschen – bisher ein Begriff, der unterstreicht, dass die Menschen zur größten Veränderungskraft im Erdsystem geworden sind, bekommt eine erweiterte Bedeutung: im *digitalen Anthropozän* schafft sich der Mensch Werkzeuge, mit denen er nun auch sich selbst fundamental transformieren kann und zwar durch eine immer engere Mensch-Maschine-Kooperation mit digitalisierter Technik und das immer engere Zusammenspiel mit KI bis hin zu technologischen Dystopien von „Human Enhancement“ als einer technologisch gestützten Optimierung des Menschen.

Zugleich werden Entwicklungen denkbar und möglich, die gerade aus der Sicht von Nachhaltigkeitstransformationen von großer Bedeutung sind: global vernetzte Zivilgesellschaften, das Entstehen eines Welt(unwelt)bewusstseins, durch Digitalisierung unterstützte Kreislaufwirtschaft, der universelle Zugang zum explodierenden Wissen oder neue Chancen für Entwicklungs- und Schwellenländer, rasch auf neue digitalisierte Infrastrukturen zu setzen. Die Tiefenstrukturen unserer Gesellschaften werden sich durch Digitalisierung im 21. Jahrhundert also ähnlich grundlegend verändern wie die Treiber der Industriellen Revolution zur fundamentalen Verwandlung der Welt im 19. Jahrhundert führten. Adam Smith, der – was oft vergessen wird – nicht nur Ökonom, sondern auch Moralphilosoph war, argumentierte in seinem „Wohlstand der Nationen“ (1776), dass Märkte und radikale Veränderungen nur funktionieren könnten, ohne Gesellschaften zu destabilisieren, wenn die Autonomie der Marktdynamiken durch die Normen und Werte der Gesellschaften gezügelt würden. Dies gilt erst recht für die digitalen Umbrüche. Ohne eine Einbettung des digitalen Wandels in starke Normen- und Wertesysteme

werden sich die dystopischen Potenziale der digitalen Gesellschaft durchsetzen.

**Für Nachhaltigkeit der Digitalisierung Rahmenbedingungen und Grenzen setzen (S. 15)**

Von Karl Polanyi, Émile Durkheim und Max Weber kann man zudem lernen, dass Normen und Werte letztlich nur in Gesellschaften verankert und vor den Interessen der mächtigsten Akteure geschützt werden können, wenn den Veränderungen angemessene Institutionen geschaffen werden, die individuelles und kollektives Handeln in gesellschaftlich verabredete Bahnen lenken. Vor diesem Hintergrund diskutiert der WBGU Digitalisierung nicht nur als Prozess technologischen Wandels, sondern insbesondere aus normativer Perspektive und als gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe.

### 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.

**Arbeit der Zukunft gestalten und Abbau von Ungleichheit fördern (S. 15)**

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 Wachstumsmuster.
- › 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.

### Weichenstellungen für einen europäischen Weg zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft

Die Europäische Union (EU) sollte eine Vorreiterrolle für die Integration von Nachhaltigkeit und Digitalisierung wahrnehmen.

**EU als Vorreiterin für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft etablieren (S. 15)**

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 die Suche nach Pfaden zur digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft prägen. In Teilbereichen der Regulierung von Digitalisierung ist die EU bereits Vorreiterin. Im Bereich des Datenschutzes und des Schutzes der Privatsphäre ist die Datenschutzgrundverordnung (EU, 2016) weltweit bislang einzigartig.

### Privatsphäre schützen (S. 15)

Sie verkörpert ein Europa, das Grundrechte gegenüber kommerzieller wie staatlicher Datensammelwut verteidigt. 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 – z.B. im Wettbewerb mit China und den USA – zu schaffen. Die EU hat ebenso eine Vorreiterrolle im Bereich der Nachhaltigkeitspolitik (z.B. ist Umweltschutz als EU-Ziel in der Grundrechtecharta verankert, und die EU arbeitet 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 ethische Grundsätze für KI ausgestaltet werden könnten oder wie digitaler Wandel für die Verwirklichung der SDGs genutzt werden sollte, 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 die Weichenstellungen auf den fünf Bühnen 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.

### Gesellschaftlichen Diskurs zu neuen normativen Fragen beginnen (S. 15)

- 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. Zu ihnen gehören der Schutz des Planeten sowie die Bewahrung der Integrität des Menschen und menschlicher Würde. Sie umfasst zudem die Unterstützung lokaler und globaler Fairness, Gerechtigkeit sowie Solidarität unter den Bedingungen digitaler Umwälzungen. Schließlich beinhaltet die Charta 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, für Teilhabe und für Eigenart der Einzelnen im Sinne zukunftsorientierter und kreativer Teilhabegesellschaften. Die Anforderungen an unsere Gesellschaften können nicht nur durch einzelne Politikinstrumente (wie CO<sub>2</sub>-Steuer, Ressourcenpreisung oder eine neue Weltwettbewerbs-

### Zukunftsbildung und digitale Mündigkeit vorantreiben (S. 15)

ordnung) „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 von handlungsfähigen Verantwortungsgesellschaften ergeben. Zu all diesen Grundlagen einer handlungsfähigen Verantwortungsgesellschaft schlägt der WBGU konkrete Reformpakete 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 müssen 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.

**Ökonomische und politische Machtverschiebungen regulieren (S. 15)**

- › Die neuen Machtkonstellationen müssen eingeholt werden, um demokratische Teilhabe zu sichern. Wichtige Beispiele angesichts der hohen globalen Mobilität der Digitalwirtschaft sind die 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 digitalen und Nachhaltigkeitstransformationen, 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 Chancen 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 muss 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 technologiegetriebene 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, ihres Zustände und ihrer Entwicklung ertüchtigt werden. Daraus resultierende internationale digitale Gemeingüter sollen als Ausgangspunkt für die Etablierung und Realisierung von Diensten und Anwendungen für ein Welt(umwelt)bewusstsein genutzt werden.
- › Darauf aufbauend sollten die Nationalstaaten im Kontext der UN ein weltweit abgestimmtes und interoperables System einer digitalen SDG-Indikatorik aufzubauen, um so die Aktualität, Transparenz, Vergleichbarkeit und Überprüfbarkeit digitalisierter nationaler und internationaler SDG-Reports zu verbessern.

**Digitale Gemeingüter etablieren und absichern (S. 15)**

- › Parallel dazu sollten die für die SDG-Indikatorik und die Erdbeobachtung erfassten nachhaltigkeits- und umweltorientierten Daten als digitale Gemeingüter zugänglich gemacht werden.

### Öffentlich-rechtliche IKT bereitstellen (S. 15)

- › Nicht zuletzt sollten IKT-Infrastrukturen als Teil der öffentlich-rechtlichen Daseinsfürsorge 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, Footprints, 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 Wirtschaftspolitik zur Dekarbonisierung Wirkung entfalten.

### Fragilität und Autonomie technischer Systeme beachten (S. 15)

- › Keine dieser an die Digitalisierung gebundenen Hebel werden jedoch wirkmächtig, wenn nicht die Resilienz, Cybersicherheit und Vertrauens-

würdigkeit 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 finden. 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.

### Digitalisierung am Gemeinwohl orientieren (S. 15)

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.*

## Ein Überblick über das Gutachten

Es folgt ein Überblick über die Abfolge der einzelnen Kapitel und die inhaltlichen Schwerpunkte des Gutachtens.

### Nachhaltigkeit im Zeitalter der Digitalisierung

Nach der Einleitung (Kap. 1) bettet das *Kapitel 2* „Nachhaltigkeit im Zeitalter der Digitalisierung“ das Thema des Gutachtens in die Nachhaltigkeitsperspektive des WBGU ein und legt dessen normative Basis in Form eines „normativen Kompasses“ dar. Dieser wird explizit auf das Fundament der Aufklärung und die Achtung der Menschenwürde bezogen, um diesbezüglichen Herausforderungen der Digitalisierung gerecht zu werden. Zunächst wird Digitalisierung in Bezug zur Großen Transformation zur Nachhaltigkeit gebracht. Anschließend werden die drei Dimensionen des normativen Kompasses des WBGU, *Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen*, *Teilhabe* und *Eigenart* erläutert. Die menschliche *Würde* ist expliziter Ausgangspunkt und Zielbild des normativen Kompasses, da sie im Digitalen Zeitalter besondere Brisanz erhält und ihr Schutz eine zentrale Gestaltungsaufgabe darstellt.

### Das Digitale Zeitalter verstehen

Das *Kapitel 3* „Das Digitale Zeitalter verstehen“ liefert Grundlagenwissen und erarbeitet einen konzeptionellen Blick auf die Facetten des Digitalen Zeitalters. Damit der digitale Wandel in den Dienst der Großen Transformation zur Nachhaltigkeit gestellt werden kann, müssen die Potenziale und Risiken der digitalen Technologien und Lösungen verstanden werden und weltweit an den SDGs ausgerichtet werden. Das Kapitel liefert dazu eine Analyse der historischen Entwicklung hin zum Digitalen Zeitalter, dessen Grundfunktionen, Schlüsseltechnologien und wesentliche Charakteristika, sowie absehbare Veränderungen für zentrale Lebensbereiche der menschlichen Zivilisation, d. h. für Umwelt, Mensch, Gesellschaft, Wirtschaft und Technik. Deutlich wird, dass Digitalisierungsdynamiken die Bedingungen, unter denen die Transformation zur Nachhaltigkeit stattfinden muss, tiefgreifend verändern. Eine Auswertung aktueller Berichte internationaler Organisationen zeigt, dass die Gestaltung des Digitalen Zeitalters in Richtung Nachhaltigkeit mit großen Unsicherheiten verbunden ist, so dass eine anpassungsfähige Governance notwendig ist. Bisher vorgeschlagene Chartas für das Digitale Zeitalter zeigen Ansätze für einen entsprechenden Handlungsrahmen, vernachlässigen jedoch den spezifischen Konnex zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

### Akteurskonstellationen im digitalen Wandel

In *Kapitel 4* „Akteurskonstellationen im digitalen Wandel“ wird die Frage nach den Gestalter\*innen des Digitalen Zeitalters aufgeworfen. Nach einer Einführung zu den theoretischen Grundlagen der Gestaltbarkeit einer Transformation zur Nachhaltigkeit folgt eine Analyse: Verschieben sich Handlungs- und Gestaltungsspielräume zu Gunsten oder zu Lasten einzelner Akteursgruppen mit Blick auf eine nachhaltige und digitale Transformation? Neben Individuen, Wirtschaft, insbesondere Digitalunternehmen, und Zivilgesellschaft nimmt der WBGU die Tech-Communities in den Blick, die nach Auffassung des WBGU im Digitalen Zeitalter eine herausgehobene Rolle spielen. Im Rahmen des Mehrebenensystems von Städten und Gemeinden, Staaten und internationalen Organisationen sowie quer dazu agierenden transnationalen Akteursgruppen identifiziert der WBGU erhebliche Machtverschiebungen. Sie führen teils zu Blockaden und nicht nachhaltigen Pfadabhängigkeiten, insbesondere aufgrund der fehlenden oder zu geringen Steuerung und Gestaltung durch Staaten und die internationale Gemeinschaft. Zugleich eröffnen vor allem neue Akteure wie Digitalunternehmen oder die Tech-Communities Potenziale für Nachhaltigkeitstransformationen, die traditionelle Unternehmen bislang nicht aufweisen.

### Schauplätze des digitalen Wandels

Angesichts der großen Breite der beiden Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit wendet der WBGU in *Kapitel 5* „Schauplätze des digitalen Wandels“ einen exemplarischen Ansatz an (Kasten 1). Das Kapitel veranschaulicht an konkreten Beispielen Stand, Perspektiven und Herausforderungen der Digitalisierung angesichts der notwendigen, weltweiten Transformation zur Nachhaltigkeit. Die Schauplätze spiegeln den wissenschaftlichen Sachstand wider, haben direkte Bezüge zum Thema Nachhaltigkeit und sind für die Transformation zur Nachhaltigkeit besonders bedeutsam. Sie liefern somit einen vielfältigen Eindruck der Gestaltbarkeit der Digitalisierung im Dienst der Nachhaltigkeits-Transformation. Dabei geht es zum einen um Themen an der direkten Schnittstelle zwischen Umwelt und Digitalisierung, die z. B. mit Energie- und Ressourcenverbrauch und Landnutzung zu tun haben. Hinzu kommen Schauplätze, die das Zusammenspiel von Digitalisierung und zentralen sozialen und ökonomischen Dimensionen der Nachhaltigkeit ausleuchten (z. B. Arbeit der Zukunft, internationale Arbeitsteilung, digital unterstützte Mobilität). Schließlich werden Themen angesprochen, die derzeit zwar bereits in der Debatte sind, aber erst längerfristig gesellschaftliche Auswirkungen haben werden (z. B. Entwicklung eines Weltbewusstseins). Aus diesen thematischen „Tiefbohrungen“ resul-

### Kasten 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 Umweltrisiken (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 Geschäfts-

modelle 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 CO<sub>2</sub>- und Luftschadstoffemissionen, Flächenverbrauch, Lärmbelastung, steigende Fahrt- und Transportzeiten sowie Unfallrisiken) ist aber keine rein technologische Frage, sondern wird sich an 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. Beschäftigungen 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.

## Zusammenfassung

tiert nicht nur konkretes Material für Handlungs- und Forschungsempfehlungen, sondern sie sind auch eine der wesentlichen Quellen, aus denen sich die Perspektive auf das Themenfeld insgesamt und die Botschaften des WBGU speisen.

### Zukunftsentwürfe und Visionen zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Das Kapitel 6 „Zukunftsentwürfe und Visionen zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ veranschaulicht in knapper, narrativer Form verschiedene Diskurs- und Möglichkeitsräume. Das Kapitel fügt ausgewählte Elemente aus wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Quellen zu utopischen bzw. dystopischen Erzählungen zusammen, die bereits heute angelegte Veränderungstrends in die Zukunft fortschreiben und illustrativ greifbar machen. Utopische und dystopische Aspekte sind jedoch nicht immer trennscharf, und die Einordnung unterliegt subjektiver Einschätzung und kulturellen Präferenzen. Die dystopischen Visionen verdeutlichen aber mögliche Grenzüberschreitungen, etwa die autoritäre Totalüberwachung der Menschen durch digital aufgerüstete staatliche Institutionen. Diese müssen heute schon antizipiert werden, um die Gefährdung von Nachhaltigkeitszielen frühzeitig im Ansatz erkennen sowie einhegen zu können.

### Synthese

In Kapitel 7 „Synthese“ wird der Zusammenhang zwischen digitalem Wandel und der Transformation zur Nachhaltigkeit mit seinen fundamentalen Fragen in die Zukunft entwickelt. Es werden folgende drei „Dynamiken des Digitalen Zeitalters“ vorgestellt, die unterschiedliche, aber akute Handlungsbedarfe anschaulich machen (Abb. 2):

- *Erste Dynamik: „Digitalisierung für Nachhaltigkeit“ – Digitalisierung nutzen, um das Erdsystem zu schützen und soziale Kohäsion zu sichern:* Hier steht die Agenda 2030 mit den SDGs im Zentrum. Dabei geht es darum, dass die Digitalisierung einerseits wertvolle Beiträge leistet, um globale Umwelt- und Entwicklungsprobleme besser und schneller zu lösen. Andererseits kann Digitalisierung aber auch bestehende Nachhaltigkeitsprobleme massiv verstärken und ohne Gegensteuerung zu schweren gesellschaftlichen Verwerfungen führen.
- *Zweite Dynamik: „Nachhaltige digitalisierte Gesellschaften“ – einen neuen Humanismus verwirklichen und digitalen Totalitarismus verhindern:* Hier geht es um den Umgang mit den fundamentalen gesellschaftlichen Umbrüchen, die durch den digitalen Wandel ausgelöst werden. Auch hier zeigen sich positive und negative Entwicklungsmöglichkeiten mit entsprechenden Gestaltungsherausforderungen.

Im positiven Fall gibt dies Hoffnung, dass die Digitalisierung uns einer humanistischen Vision für eine nachhaltige Weltgesellschaft des Digitalen Zeitalters näher bringt. Sie birgt aber im negativen Fall das Risiko, dass ausgehöhlte Demokratien und digital ermächtigte Autokratien die vorherigen Nachhaltigkeitserrungenschaften wieder zunichte machen.

- *Dritte Dynamik: „Die Zukunft des Homo sapiens – Diskurse zu Grenzziehungen“:* In dieser Dynamik geht es um die fundamentalste aller Nachhaltigkeitsfragen: die Zukunftsfähigkeit und Identität des Menschen selbst, eingebettet in die Gesellschaft sowie in die durch ihn umgestaltete Umwelt. Hier stellt der WBGU futuristisch anmutende, aber bereits heute sehr aktuelle Fragen.

Die zentrale Herausforderung für die Weltgemeinschaft besteht darin, eine gemeinsame Vorstellung für eine nachhaltige digital unterstützte Zukunft zu entwickeln.

### Global Governance

In Kapitel 8 „Global Governance für die globale Transformation zur Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ werden erste Vorschläge unterbreitet, wie sich die Weltgemeinschaft auf gemeinsame Leitkonzepte, Prinzipien, regulatorische und institutionelle Rahmenbedingungen sowie ethisch begründete Grenzen verständigen kann. Der EU kommt dabei eine besondere Rolle zu: zum einen bei der Entwicklung eines eigenen nachhaltigen digital unterstützten Zukunftsmodells, das sich von den existierenden Modellen in China und den USA unterscheidet, und zum anderen als Akteur auf der internationalen Ebene, der auf ein geteiltes Verständnis im multilateralen Verbund hinarbeitet. Der WBGU nimmt eine erste tentative Einschätzung von Nachhaltigkeitswirkungen und -potenzialen digitaler Technologien entlang der SDGs vor, regt eine Weiterentwicklung des bestehenden Nachhaltigkeitsverständnisses an und legt als Anstoß für globale Prozesse eine Charta für „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ vor.

Das Gutachten schließt mit Kapitel 9 „Handlungsempfehlungen“ und Kapitel 10 „Forschungsempfehlungen“ ab, die im Folgenden zusammengefasst werden.

### Handlungsempfehlungen

Das Digitale Zeitalter bringt neue Herausforderungen für den Schutz der Grund- und Menschenrechte mit sich. Im Digitalen verändern sich die Schutzzräume und Ausübungsmöglichkeiten dieser Rechte, so dass hier neue Vergewisserungen erforderlich sind. Die Menschenwürde ist dabei der zentrale unveränderliche Referenzpunkt. Die Unantastbarkeit der Menschenwürde dient in diesem Gutachten explizit als Orientie-

rungshilfe für die nachhaltige Gestaltung der Digitalisierung. Eng damit verknüpft ist die Sicherstellung der Gemeinwohlorientierung und die Einbettung der digitalen Revolution in eine Strategie nachhaltiger Entwicklung. Dafür sind geeignete Rahmensetzungen und Grenzziehungen notwendig. Ohne aktive Gestaltung birgt der globale digitale Wandel zudem das Risiko, die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit weiter zu verstärken. In seinem Impulspapier „Digitalisierung: Worüber wir jetzt reden müssen“ hat der WBGU (2018) Fragenkomplexe formuliert, die in den folgenden Handlungsempfehlungen wieder aufgegriffen werden.

### Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen

Derzeit verstetigt die Digitalisierung bestehende Trends zu steigenden Emissionen, steigenden Ressourcenverbräuchen, Übernutzung von Böden und Zerstörung von Ökosystemen und führt zur Produktion von immer



mehr Elektroschrott. Die notwendige Trendwende in Richtung einer vollständigen Entkopplung der Digitalisierung von Emissionen und Belastung von Ökosystemen zeichnet sich nicht ab, obwohl zahlreiche internationale Abkommen bereits Ziele zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen formulieren. Diese müssen konsequent mit konkreten Politiken und Instrumenten auf nationaler Ebene und darüber hinaus unterlegt werden. Der WBGU empfiehlt:

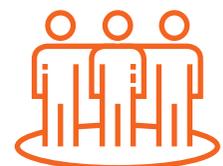
- *Digitalisierung zur umfassenden Bepreisung von Umweltgütern nutzen:* Die vielfältigen Potenziale der Digitalisierung zum Monitoring sollten genutzt werden, um Ressourcenverbrauch und Schädigungen natürlicher Lebensgrundlagen umfassend durch Steuern und Abgaben zu erfassen, eine Entkopplung wirtschaftlicher Entwicklung von Umweltschäden zu erreichen sowie zugleich unerwünschte Rebound-Effekte von Umweltpolitiken zu vermeiden.
- *Digitalisierung für Dekarbonisierung und Klimaschutz im Energiesektor einsetzen:* Potenziale digitaler Technologien sollten für den Umstieg auf erneuerbare Energiesysteme genutzt werden. Energie- und Ressourceneffizienz sollten als explizite Innovationsziele für digitale Technologien und Anwendungen etabliert werden.
- *Kreislaufwirtschaft, Ressourcennutzung und toxische Stoffe:* Im Sinne der Kreislaufwirtschaft sollte vorausschauendes Produktdesign von Elektrogeräten Langlebigkeit und Reparaturfreundlichkeit einbeziehen sowie umwelt- und gesundheitsschädigende Ressour-

cennutzung vermeiden. Elektroschrott sollte effektiv recycelt und der illegale Export unterbunden werden.

- *Nachhaltige Landnutzung und Schutz von Ökosystemen sicherstellen:* In der Landwirtschaft sollte Digitalisierung eingesetzt werden, um u.a. den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden zu verringern sowie um Anbauformen und Landschaftsgestaltung zu diversifizieren. Digital unterstütztes Monitoring hilft beim Schutz von Ökosystemen.
- *Welt(umwelt)bewusstsein und nachhaltigen Konsum durch Digitalisierung unterstützen:* Digitale Informationspflichten zu externen Effekten von Produkten und Dienstleistungen sollten eingeführt und leicht zugänglich gemacht werden (z.B. über Footprints). Gemeinwohlorientierte Plattformen mit Nachhaltigkeitsfokus sollten gefördert und die mit virtuellen Räumen und weltweiten Kommunikationsnetzwerken verbundenen Chancen genutzt werden, um transnationale Vernetzungen voranzubringen. Universitäten und Kommunen könnten Experimentier-räume schaffen, um in virtuellen Räumen Weltumweltbewusstsein erfahrbar zu machen.
- *Unternehmen aktiv in die Gestaltung einer digitalisierten nachhaltigen Zukunftswirtschaft einbinden:* Es sollten Anreize zur Transparenz der Wertschöpfungsketten geschaffen werden (wie z.B. Zertifikate und Produktlabels). Die öffentliche Beschaffung sollte entsprechend an Nachhaltigkeitszielen ausgerichtet werden.

### Armutsbekämpfung und inklusive Entwicklung

Die Nutzung digitaler Technologien für Armutsbekämpfung und inklusive Entwicklung kann nur gelingen, wenn die dafür notwendige analoge Grundlage vorhanden ist und der Technologieeinsatz



in eine Strategie für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft integriert wird. Digitalisierung beeinflusst die Umsetzung aller 17 SDGs. Sie sollte daher zu einer Querschnittsaufgabe der Entwicklungspolitik werden, was voraussetzt, dass entsprechende Kompetenzen aufgebaut werden. Insbesondere sollten die digitalen Möglichkeiten für Ressourcen- und Klimaschutz umfassend genutzt werden. In der Zusammenarbeit mit Schwellenländern sollte es stärker um Dialog, Wissenschaftskooperation und Global Governance gehen. Vor diesem Hintergrund setzt der WBGU beispielhaft Schwerpunkte bei den Themen Infrastrukturen und Bildung, Stadtentwicklung und Mobilität sowie bei verbesserten Datenanwendungen

## Zusammenfassung

in der Entwicklungszusammenarbeit. Der WBGU empfiehlt:

- › *Analoge Basis wie Infrastrukturen und Bildung stärken:* Die Nutzung digitaler Technologien zur Armutsbekämpfung bedarf zunächst der Überwindung der digitalen Kluft durch den Ausbau von Infrastrukturen, der Schaffung bezahlbarer Zugänge sowie der Förderung digitaler Kompetenzen.
- › *Entwicklungszusammenarbeit durch Digitalisierung verbessern:* Potenziell können mit der Integration datenbasierter Anwendungen in die Entwicklungszusammenarbeit neue Lösungsansätze entwickelt werden. Beispiele sind die Koordination humanitärer Hilfe nach einem Seuchenausbruch, die Kontrolle von Fangquoten in der Fischereiwirtschaft oder Monitoring-Systeme zur Messung von Entwicklungsschritten.
- › *Digitalisierung der Städte an Nachhaltigkeitskriterien ausrichten und inklusiv gestalten:* Damit die Nutzung digitaler Technologien in der Stadtentwicklung im Interesse des Gemeinwohls gelingt, müssen Kommunen und Stadtgesellschaften Gestaltungshoheit bewahren, Technologiesouveränität entwickeln und sich zu kooperativen Plattformanbietern entwickeln.
- › *Nutzung digitaler Technologien in Strategien nachhaltiger und inklusiver Mobilität einbetten:* Städte sollten Leitbilder einer digital unterstützten, nachhaltigen urbanen Mobilität entwickeln, die Gesundheit und Lebensqualität ins Zentrum stellen. Digitale Lösungen sollten genutzt werden um individuellen motorisierten Verkehr zu vermeiden, den Zugang zu perspektivisch emissionsfreier öffentlicher Mobilität zu verbessern und den Rad- und Fußverkehr sicherer zu machen.

## Arbeit der Zukunft und Abbau von Ungleichheit

Arbeitsmärkte und Erwerbsarbeit wie auch die internationale Arbeitsteilung in ihrer heutigen Form verändern sich derzeit tiefgreifend. Beschäftigung wird den Menschen jedoch auch in Zukunft erhalten bleiben. Die gemeinsame Betrachtung des digitalen Wandels und der Transformation zur Nachhaltigkeit bietet Chancen, Leitbilder für eine nachhaltige Arbeit der Zukunft zu etablieren. Der WBGU empfiehlt:

- › *Steuer- und Abgabensystemen reformieren:* Steuer- und Abgabensysteme sollten als zentrale Hebel zur Gestaltung beider Prozesse gesellschaftlichen Wandels genutzt werden. Steuerliche Belastungen von



Arbeitseinkommen können im Rahmen einer umfassenden sozial-ökologischen Steuerreform unter Beibehaltung staatlicher Finanzierungsspielräume reduziert werden, wenn Umweltgüter konsequent bepreist werden.

- › *Sicherung und Förderung sozialer Standards für Arbeitsschutz:* Anknüpfend an den globalen Dialogprozess der internationalen Arbeitsorganisation „The Future of Work We Want“ sollte eine internationale Initiative forciert werden, um Verständigung über (Mindest)Standards für Arbeitsschutz und soziale Absicherung zu erzielen sowie auch für Menschen in digitalen Beschäftigungsverhältnissen eine geeignete Interessenvertretung zu verhandeln.
- › *Neue Mechanismen der Verteilung entwickeln:* Neue Verteilungs- und alternative Beteiligungskonzepte wie ein (bedingungsloses) Grundeinkommen oder eine direktere Beteiligung an Unternehmensgewinnen sollten umfassend auf ihre individuellen und gesellschaftlichen Anreizwirkungen hin überprüft werden. Dazu sollte interdisziplinär gearbeitet und auch die systemischen Implikationen, wie etwa notwendige Reformschritte zur Finanzierung derartiger Mechanismen, berücksichtigt werden.
- › *Erweiterten Arbeitsbegriff und neue Leitbilder etablieren:* Bewusst aufgewertet werden sollten Tätigkeiten und Fähigkeiten, die zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen beitragen (z. B. ehrenamtliche Arbeit) oder ein besseres Miteinander ermöglichen, indem sie Eigenart sowie gesellschaftliche Teilhabe (Abb. 1) fördern. Dazu können zeitliche oder finanzielle Freiräume und Anreize geschaffen werden, oder diese Tätigkeiten in formale Arbeitsmärkte integriert werden.
- › *Internationale Arbeitsteilung – Technologietransfer vorantreiben:* Fortschreitender Strukturwandel wird zu einer Neujustierung der Rolle von Entwicklungs- und Schwellenländern führen. Zum Erhalt von Arbeitsplätzen in Entwicklungs- und Schwellenländern sollte gezielt Technologietransfer betrieben werden.

## Zukunftsbildung

Bildung versetzt Menschen in die Lage, produktive Tätigkeiten auszuführen und gesellschaftliche Innovationen und Transformationen denken wie umsetzen zu können. Dafür müssen Bildungsinhalte und -formate zu den zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen passen und digitale Mündig-



keit befördern. Außerdem sind die gerechte Teilhabe an hochwertiger formaler Bildung sowie die Eröffnung von Bildungsangeboten in Sektoren und Orten mit intensiven Veränderungsprozessen zentral. Die Nutzung digitaler Möglichkeiten kann Zugang und Vermittlung signifikant verbessern, gleichzeitig bleiben direkte Erfahrungen unersetzlich. Der WBGU empfiehlt:

- › *Bildungspakt für Zeiten tiefer Umbrüche und digitaler Durchdringung von Gesellschaften aufsetzen:* Ein neuer Bildungspakt für das 21. Jahrhundert sollte die umfassenden inhaltlichen Dimensionen und persönlichen Kompetenzkonzepte aus der Bildung für nachhaltige Entwicklung und Global Citizenship mit Online-Medienbildung, digitaler Intelligenz und Technikverständnis zusammenführen. Dies bedient gleichermaßen Kompetenzforderungen wie sie für digitaler, agiler und komplexer werdende Arbeitsumfelder formuliert werden.
- › *Bildung als Zukunftsinvestition ernst nehmen:* Durch die Nationale Plattform und die Fachforen des Weltaktionsprogramms sind Strukturen etabliert worden, in denen eine Ausweitung des inhaltlichen Kanons sowie strategischer Maßnahmen und Projekte verhandelt werden kann. Notwendige Qualifizierungsmaßnahmen und Investitionen sollten nun in enger Zusammenarbeit mit Vorreitern aus der Praxis definiert und in einer Roadmap über z. B. 10 Jahre festgeschrieben werden. Dafür müssen deutlich mehr Mittel als im „DigitalPakt Schule“ mobilisiert und durch entsprechende Evaluationsformate eine Ambitionsspirale nach oben gewährleistet werden.
- › *Weiterführung 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 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 Ziele angestrebt werden.
- › *Zukunftsorientierung in Entscheidungsprozessen stärken:* Gesellschaftliche Verständigung über plausible, mögliche und wünschenswerte Zukünfte und deren politische wie technologische Gestaltung braucht einen reflektierten Umgang mit Trends und Herausforderungen. Antizipation und „Futures Literacy“ sollten als neues Forschungs- und Bildungsthema gezielt gefördert und in existierenden Gremien gestärkt oder entsprechende Zukunftsgremien geschaffen werden.

## Big Data und Privatsphäre

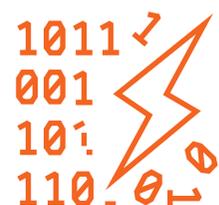
Sowohl die Potenziale für eine gemeinwohlorientierte Nutzung von Daten als auch die technischen Voraussetzungen für eine totalitäre Diktatur sind im Zeitalter von Big Data auf historisch wohl größtem Niveau. Um die Basis freier, demokratischer, friedlicher und langfristig souveräner Gesellschaften dauerhaft zu verteidigen und zu bewahren ist es unabdingbar, Datenschutz, Manipulationsfreiheit und informationelle Selbstbestimmung sowohl national als auch global zu befördern. Der WBGU empfiehlt:



- › *Nachhaltigkeit bei der Datennutzung stärker in den Fokus rücken:* Bei der Formulierung nationaler Strategien oder Unternehmensstrategien, die den Umgang mit Daten betreffen, sollten Nachhaltigkeitsaspekte konsequent mitberücksichtigt werden.
- › *„United Nations Privacy Convention“ aushandeln:* Für das weltweite Menschenrecht auf Privatsphäre (Art. 12 der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte; Art. 17 des Internationalen Pakts über bürgerliche und politische Rechte) sollte eine „United Nations Privacy Convention“ ausgehandelt werden. Wirksamer Privatsphärenschutz sollte als Querschnittsthema in allen Bereichen verankert werden.
- › *Individuelle Privatheit und digitale Öffentlichkeit nachhaltig schützen – digitalen Totalitarismus verhindern:* Demokratisch nicht kontrollierte (Massen)überwachung sollte abgelehnt werden, da sie die Grundlagen der Demokratie bedroht. Datenschutz und Datensicherheit sollten technisch und organisatorisch gewährleistet werden, zum Beispiel durch strikte Umsetzung von Datensicherheit und Datenschutz by design und by default.
- › *Digitalen Strukturwandel der Öffentlichkeit gemeinwohlorientiert und innovativ gestalten:* Informationelle Selbstbestimmung sollte für die gesamte Gesellschaft gewährleistet werden. Darüber hinaus ist eine breitere europäische bis globale Öffentlichkeit im Dienste des Gemeinwohls zu stärken.

## Fragilität und Autonomie technischer Systeme

Digitale Technologien übernehmen zunehmend komplexe Kontroll- und Steuerungsaufgaben, von deren Verlässlichkeit Gesellschaften und Individuen abhängig sind. Es ist daher von höchster Bedeutung, die



## Zusammenfassung

Sicherheit der Systeme gegenüber kriminellen Tätigkeiten, Manipulation und Spionage, aber auch organisatorischen und technischen Mängeln und Ausfällen in den Fokus zu nehmen. Eine Übertragung von Entscheidungen auf automatisierte Systeme in gesellschaftlichen Kernbereichen sollte nur methodisch und demokratisch abgesichert erfolgen und den Betroffenen gegenüber nachvollziehbar sein. Der WBGU empfiehlt:

- › *Sicherheit der Digitalisierung als Voraussetzung für die Transformation zur Nachhaltigkeit*: Grundsätzlich sollten bereits bei der Entwicklung von Software- und Hardware-Sicherheitsanforderungen mitbedacht werden (Security by Design). Es sollte ein europäisches Register für technische Systeme sowie deren Ausfälle und Schäden entwickelt werden.
- › *Big Data und algorithmische Entscheidungen – einklagbare Rechte schaffen*: Intransparenz und methodische Schwächen können zu verzerrten algorithmischen Entscheidungen führen. Daher sind Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsunterstützung und -findung auch dann nötig, wenn eine Entscheidung nur in Teilen automatisiert ist. Um die Durchsetzbarkeit zu erhöhen, sollten derartige Entscheidungen durch Betroffene gerichtlich überprüfbar sein.
- › *Algorithmische Entscheidungsfindung regulieren*: Es braucht mehr Transparenz über Verfahren, eine zivilgesellschaftliche Beteiligung, eine Verbesserung der Aufklärung von Betroffenen und staatliche Aufsicht im Rahmen algorithmischer Entscheidungsfindung. Informations- und Kennzeichnungspflichten für Entscheidungsverantwortliche, eine präventive Kontrolle durch Erlaubnisvorbehalt für technische Systeme in kritischen Anwendungsbereichen und Haftungsregeln sollten diskutiert und etabliert werden.

## 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. Der WBGU empfiehlt:

- › *Öffentlich-rechtliche IKT und digitale Gemeingüter schaffen*: Alle Menschen sollten als Teil der Daseinsvorsorge diskriminierungs- und barrierefreien Zugang zu IKT-Infrastrukturen sowie zu verlässlichen und qualitativ hochwertigen Daten, Informationen, Diensten und Wissen sowie digitalen Gemeingütern bekommen. Netzneutralität und Reduzierung der Diskriminierung sollte gesichert werden.
- › *Wettbewerb auf digitalisierten Märkten stärken*: Wettbewerbsrechtliche Regelungen und Verfahren zur Bestimmung von Marktmacht und deren Missbrauch sollten weiterentwickelt und international abgestimmt werden. Die Rolle von Daten für wirtschaftliche Machtkonzentration sollte adressiert werden.
- › *Staatliche Machtkonzentration im Hinblick auf die Analyse großer Datenmengen einhegen*: Das Beispiel China zeigt die Gefahren durch Machtkonzentration bei Verschränkung von staatlicher und wirtschaftlicher Macht mit digitalen Werkzeugen. Auch Bürger\*innen westlicher Staaten sind durch datenbasierte Überwachung und Machtmissbrauch von privater wie staatlicher Seite gefährdet. Zivilgesellschaftliche Initiativen sollten auf allen Governance-Ebenen gestärkt werden, um Menschen- und Bürgerrechte aktiv einzufordern.

## Global Governance für die nachhaltige Gestaltung des Digitalen Zeitalters

Es fehlt eine robuste Verankerung des Themas „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ in der Global-Governance-Architektur sowie die Verständigung auf einen gemeinsamen Handlungsrahmen durch die internationale Staatengemeinschaft. Auch hat sich für die global operierende und sich sehr dynamisch entwickelnde internationale Digitalwirtschaft noch keine geeignete Global Governance entwickelt. Die EU sollte eine tragende Rolle spielen, indem sie eine zukunftsweisende Vision und Strategie für eine digital unterstützte Nachhaltigkeitsgesellschaft entwickelt und umsetzt. Der WBGU empfiehlt:

- › *UN-Gipfel „Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter“ mit dem Ziel der Verabschiedung einer Charta anberaumen*: Deutschland und die EU sollten sich 30 Jahre nach der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung für einen UN-Gipfel zum Thema „Nachhaltigkeit im digitalen Zeitalter“ im Jahr 2022 einsetzen („UN Conference for a Sustainable Digital Age“). Ein zen-



trales Ergebnis des UN-Gipfels könnte die Verabschiedung einer Charta der internationalen Staatengemeinschaft „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ sein. Zur Vorbereitung des UN-Gipfels sollte eine „Weltkommission für Nachhaltigkeit im digitalen Zeitalter“ nach dem Vorbild der „Brundtland-Kommission“ berufen werden.

- › *Stärkere institutionelle Verankerung des Themas Digitalisierung im UN-System sicherstellen:* Zur Einbettung in Arbeits- und Strategiebildungsprozesse käme ein UN-Mechanismus zur systemweiten Koordination („UN Digitalization“) in Betracht. Die verhandlungstechnisch aufwändigste, aber potenziell durchsetzungsfähigste Option wäre die Aushandlung einer „UN-Rahmenkonvention für digitale Nachhaltigkeit und nachhaltige Digitalisierung“. Zudem sollte in regelmäßigen Sachstandberichten der wissenschaftliche Erkenntnisstand zu allen nachhaltigkeitsrelevanten Aspekten der digitalen Transformation aufgearbeitet werden. Dafür sollte ein Gremium, ähnlich IPCC oder IPBES, eingerichtet werden.
- › *Wettbewerbsvorteile durch „EU-Strategie für Nachhaltigkeit im digitalen Zeitalter“ schaffen:* Ein eigenes Modell für eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft würde der EU die Chance bieten, sich international als nachhaltiger Lebens- und Wirtschaftsraum zu profilieren. Gerade die Gewährleistung von Datenschutz sowie die Verknüpfung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit zu einem Leitbild der „digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft“ können dabei von Unternehmen und Bürger\*innen als Grundlage zukunftsfähiger Standortvorteile wahrgenommen werden. Wirksame europäische Datenschutzinstrumente sollten so gestaltet sein, dass sie sich als internationale Standards eignen, um eine notwendige Adaption über europäische Grenzen hinaus zu erleichtern. Angesichts der vielen nicht vorhersehbaren und schnellen technologischen Entwicklungen sollten zudem „Europäische Reallabore für eine nachhaltige und digitale Zukunft“ eingerichtet werden.

### Neue normative Fragen – Die Zukunft des Homo sapiens

Vom Menschen geschaffene digitale Technologien beeinflussen und verändern nicht nur den Planeten irreversibel, sondern auch den Menschen und die vorherrschenden Menschenbilder. Das Verhältnis von Mensch, Maschine und Umwelt



ist dabei dynamisch, denn alle drei Komponenten sind durch Technik als Menschenwerk veränderlich. So entstehen fundamentale ethische Fragen, die gesamtgesellschaftlich erörtert werden müssen. Der WBGU empfiehlt:

- › *Forschungsethik, Datenschutz und Abschaltmöglichkeit bei Gehirn-Computer-Interfaces und Gehirn gesteuerten Neuroprothesen verankern:* Hier besteht dringender Handlungsbedarf, da unabhängig vom Entwicklungsstand bereits heute digital ansteuerbare Prothesen und Implantate zu kurativen Zwecken eingesetzt werden. Entgegen der heute zumeist üblichen Praxis sollten Verschlüsselung oder Abschaltfunktionen zwingend vorgesehen werden.
- › *Zulassungsstandards und „Frühwarnsysteme“ für Produkte und Dienstleistungen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion:* Es sollte eine Kennzeichnungspflicht für Kommunikation mit einem maschinellen „Gegenüber“ etabliert werden. Aufgrund der potenziell weitreichenden Folgen für die psychische Integrität sollten zudem generell für sozio-technische Innovationen, d. h. Produkte und Dienstleistungen im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Interaktion, entsprechende Zulassungsstandards festgelegt werden. Weiterhin sind eine neue, stärker antizipierende Technikfolgenabschätzung sowie Frühwarnsysteme im Hinblick besonders verletzbare Zielgruppen zu entwickeln.
- › *Verständnis zum Verhältnis „Mensch – Maschine – Umwelt“ kontinuierlich anpassen:* Als Voraussetzung für Transparenz des technischen Entwicklungsstands und seiner Potenziale wie Risiken ist ein kontinuierliches Monitoring der technischen Entwicklungen, insbesondere zu Mensch-Maschine-Interaktionen und Schnittstellen nötig. Zudem ist zur kritischen und verantwortungsbewussten Antizipation künftiger Potenziale und Risiken technologischer Entwicklungen im Vergleich zu einem einseitig technologieorientierten ein breiteres Zukunftsverständnis nötig. Flankierend zur auszubauenden Bildung für digitale Mündigkeit sollten auch in der Wissenschaft selbst die Grundlagen im Sinne von Zukunftsforschung, Prognose und Technikwandel weiterentwickelt werden.
- › *Effektive und inklusive Diskursarenen schaffen:* Zur Diskussion digitaletischer Themen im Kontext eines breiten Nachhaltigkeitsverständnisses sollten „Diskursarenen“ aufgebaut werden. Diese sollten Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und potenzielle Nutzer\*innen mit einbeziehen.

**Tabelle 1**

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

Quelle: WBGU

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

## Forschungsempfehlungen

Das deutsche Wissenschaftssystem sollte sowohl strukturell als auch programmatisch weiterentwickelt werden, um das für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften benötigte Wissen zu erarbeiten, bereitzustellen und die Rolle der Wissenschaft als Diskurs- und Reflexionsraum zu stärken. Wichtig sind dafür sowohl eine „Transformationsforschung“, welche versucht, die Bedeutung der Digitalisierung für fundamentale gesellschaftliche Veränderungsprozesse besser zu verstehen, als auch eine „transformativ Forschung“, die mit ihren Forschungsergebnissen Transformationsprozesse zu einer nachhaltigen Entwicklung anstößt und mit katalysiert (WBGU, 2011:23f.). Der Beitrag der Wissenschaft liegt sowohl darin, entsprechende Diskurse anzuregen und diese fachlich zu fundieren als auch darin, neue Technologien für eine digitalisierte Nachhaltigkeit zu erarbeiten und sie für die Anwendung vorzubereiten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Impulse, die der WBGU zur Weiterentwicklung grundlagenorientierter und angewandter Forschung, bestehender Forschungsprogramme wie auch für eine nachhaltige Digitalisierung in der Wirtschaft vorschlägt. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

### Impulse zur Weiterentwicklung grundlagenorientierter Forschung

Da es sich sowohl bei Digitalisierung als auch bei Nachhaltigkeit um Querschnittsthemen handelt, sollten beide Themen von den zentralen Akteuren im Wissenschaftssystem auf die Agenda gesetzt und weiterverbreitet

werden (Impulse für eine grundlagenorientierte Transformationsforschung für digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaften). Damit zielt der WBGU auf ein wirkmächtiges inter- und transdisziplinäres Mainstreaming dieser Themen in allen relevanten Bereichen der Wissenschaft selbst sowie im Austausch mit der Wirtschaft und Gesellschaft. Ziel ist dabei, sowohl ein breites Nachhaltigkeitsverständnis im Sinne der SDGs als auch eine nachhaltige Gestaltung von mit Digitalisierung verknüpfter Forschung zu verankern und sukzessive auszubauen.

- *Forschungsinstitute zu den Grundfragen der digitalisierten Nachhaltigkeit gründen:* Der WBGU unterstützt die Initiative für ein neues Max-Planck-Institut zum Thema „Geo-Anthropologie“ (Rosol et al., 2018). Darüber hinaus regt der WBGU wegen der Komplexität der Grundfragen zur digitalisierten Nachhaltigkeit die Gründung weiterer Forschungsinstitute an, beispielsweise in der Leibniz-Gemeinschaft, Helmholtz-Gemeinschaft oder Fraunhofer-Gesellschaft oder als Bundes- oder Landesinstitute, um frei von wirtschaftlichen und politischen Zwängen an zentralen Fragen einer digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft entlang der verschiedenen Facetten forschen zu können.
- *Ständige DFG-Senatskommission für Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung einrichten:* Der WBGU empfiehlt der DFG die Einrichtung einer ständigen Senatskommission „Nachhaltigkeit in der Digitalisierungsforschung“. Die Senatskommission soll auf digitale Entwicklungen hinweisen, die wissenschaftliche, ethische, rechtliche und soziale Fragen aufwerfen und im Konflikt mit der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen stehen. Sie soll außerdem auf Lücken in

den forschungspolitischen und öffentlichen Diskursen hinweisen.

- › *Leitlinien zu Nachhaltigkeit und Digitalisierung in Universitäten und Hochschulen formulieren und weiterentwickeln:* 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<sup>N</sup>) sollte um das Thema Digitalisierung ergänzt werden.

### Forschungsprogramme zu Nachhaltigkeit und Digitalisierung wechselseitig verschränken und transdisziplinär weiterentwickeln

Der WBGU plädiert für eine wechselseitige Neuausrichtung der derzeitigen Forschungsschwerpunkte: Zum einen sollte die Digitalisierungsforschung Nachhaltigkeitsaspekte konsequent mitdenken, zum anderen sollte die Nachhaltigkeitsforschung in Bezug auf Digitalisierung weiterentwickelt und durch Einbezug von Reallaboren und Experimentierräumen auch transdisziplinär ausgerichtet werden. Damit können bestehende Wissenslücken gefüllt und mehr Erkenntnisse zu Potenzialen und Risiken der Digitalisierung für die Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Gesellschaftsstruktur gewonnen werden.

- › *Horizon Europe – digitalisierte Nachhaltigkeit in Europa verankern:* Angesichts der hohen gesellschaftlichen Relevanz sollte das Paradigma von „Responsible Research and Innovation“ für Forschung zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit als Standard implementiert werden. Weiterhin empfiehlt der WBGU, Forschung zu fundamentalen globalen Herausforderungen (Grand Challenges) strukturell in das kommende Forschungsrahmenprogramm aufzunehmen und dieses stärker auf Themen nachhaltiger Entwicklung der Digitalisierung und digitalisierter Nachhaltigkeit zu fokussieren. Der WBGU schlägt zusätzlich am geplanten Europäischen Innovations- und Technologieinstitut den Aufbau einer „Digital Sustainability Knowledge and Innovation Community“ (KIC) als kooperative Wissens- und Innovationsgemeinschaft mit der Industrie vor.
- › *Future Earth – Nachhaltigkeitsforschung in Richtung Digitalisierung erweitern:* Bei Future Earth sollten Digitalisierungsfragen als wichtiger Baustein integriert, ein globales Projekt zu „eSustainability“ begonnen und ein Knowledge-Action Network „Digitalization“ geschaffen werden.
- › *Hightech-Strategie 2025 – Digitalisierung und Nachhaltigkeit stärker zusammendenken:* Nachhaltigkeit

sollte als Querschnittsthema in der Hightech-Strategie verankert und konsequent mit Digitalisierung zusammengedacht werden. Als neues globales Entwicklungsparadigma sollten der Wohlfahrtsbegriff und die SDGs im Vordergrund der Hightech-Strategie stehen und der Fokus nicht vorrangig auf dem Wachstumsbegriff und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit liegen. Soziale, ökologische und kulturelle Dimensionen von Innovationen sollen als Strategieelemente zum Erreichen von Wohlfahrt weiter gestärkt werden. Nachhaltige Digitalisierung, im Sinne ihrer sicheren, ressourcenschonenden und energieeffizienten Gestaltung, soll als Bedingung für jedes digital gestützte Umsetzungsprojekt manifestiert werden. Digitalisierung für Nachhaltigkeit, im Sinne der Entwicklung von digital gestützten, an den SDGs orientierten Lösungen, sollte als konkrete Mission der Hightech-Strategie ergänzt werden.

- › *FONA<sup>4</sup> mit Digitalisierung verknüpfen:* Das vierte Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung“ des BMBF (FONA<sup>4</sup>) sollte genutzt werden, um das Thema Digitalisierung in der Programmatik der Nachhaltigkeitsforschung zu stärken und weiterzuentwickeln. Dazu sollte (1) der Zusammenhang zwischen Digitalisierung und der Agenda 2030 zum Forschungsthema gemacht werden, (2) die Digitalisierung zur effektiven Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele berücksichtigt und verstärkt Wertediskussionen geführt werden, (3) die Thematik einbezogen werden, dass durch Digitalisierung fundamentale gesellschaftliche Änderungen angestoßen werden, so dass die Transformation zur Nachhaltigkeit neu durchdacht werden muss.
- › *Energieforschungsprogramm der Bundesregierung breiter denken:* Im Rahmen von F&E-Projekten für Energietechnologien und -systeme sollten nicht nur Marktpotenziale, sondern auch gesellschaftliche und umweltbezogene Nachhaltigkeitswirkungen mitgedacht werden. Gesellschaftliche und strukturelle Voraussetzungen in Entwicklungs- und Schwellenländern zur Gestaltung nachhaltiger Energiesysteme sollten in der Forschungsförderung sowohl bei der Entwicklung neuer Energietechnologien als auch bei der Untersuchung der notwendigen Rahmenbedingungen stärker berücksichtigt werden.

### Impulse für eine nachhaltige Digitalisierung in der industriellen Forschung

Die jährlichen F&E-Ausgaben in Deutschland stammen zu zwei Dritteln aus der Privatwirtschaft. Sie konzentrieren sich vor allem auf Branchen der hochwertigen Technologien (BMBF, 2018). Unternehmen sind daher wichtige Akteure, um auf eine nachhaltige Digitalisierung hinzuwirken.

## Zusammenfassung

- › *In unternehmensinterne Forschung Ethik- und Nachhaltigkeitsaspekte integrieren:* Für eine verantwortungsvolle Innovationsgestaltung empfiehlt der WBGU in der privatwirtschaftlichen Hightech-Entwicklung – im Sinne von Responsible Research and Innovation (RRI) – Ethik und Nachhaltigkeitsdimensionen systematisch zu berücksichtigen. Dazu sollten Unternehmen zum einen Leitlinien erarbeiten, die Ethik und Nachhaltigkeitsaspekte 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) Wertschreibungen in Technologien befähigen. Flankierend ist Forschung zur Verknüpfung von Design- und Professionsethos (wie beispielsweise die Initiative der IEEE zum „Ethically Aligned Design“) zu unterstützen. Die Forschungsförderung sollte Unternehmen entsprechende Anreize bieten.
- › *Nachhaltigkeitsorientierte Zielindikatorik:* Mit dem Instrumentarium, das die Digitalisierung bietet, sind in Unternehmen umfangreiche Beobachtungs- und Analyseaufgaben realisierbar. Um Nachhaltigkeitsvorgaben effizienter in Produktionsprozesse integrieren zu können, sollten Unternehmen eine nachhaltigkeitsorientierte Zielindikatorik entwickeln. Dazu könnten Unternehmen gezielt Daten zu Ressourcenflüssen und Energieverbrauch nutzen. Zudem sollten sie die Entwicklung von Monitoring-, Warn- und Prognosesystemen zu Einhaltung bestehender Grenzwerte vorantreiben.
- › *Forschung zur Digitalisierung für Nachhaltigkeit (Erste Dynamik):* Wie können digitale Technologien, digitalisierte Infrastrukturen und digitalisierte Systeme und Endgeräte nachhaltig gestaltet werden, insbesondere mit Blick auf ihren Energie- und Ressourcenverbrauch sowie die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft? Wie kann die Digitalisierung als Instrument zur Umsetzung der SDGs und zur Dekarbonisierung des heutigen Wirtschafts- und Gesellschaftssystems eingesetzt werden?
- › *Forschung für nachhaltige digitalisierte Gesellschaften (Zweite Dynamik):* Wie können handlungsfähige Gesellschaften erhalten werden, die in der Lage sind, die systemverändernde Wirkmacht sowie die damit verbundenen Unsicherheiten der Digitalisierung einzuordnen und proaktiv nachhaltig zu gestalten sowie den nicht intendierten Folgen erfolgreich zu begegnen? Wichtige Forschungsaufgaben sind die Untersuchung von Systemrisiken und -potenzialen, die Entwicklung neuer Teilhabeformen im Kontext der Arbeit der Zukunft, die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktionen und die Befähigung des Individuums in digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaften. Die Forschungsmittel zu den Auswirkungen KI auf die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft sollten deutlich erhöht werden.
- › *Forschung zur Zukunft des Homo sapiens (Dritte Dynamik):* Durch den digitalen Wandel 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 menschlicher Würde sichergestellt werden?

### Inhaltliche Forschungsempfehlungen für einen nachhaltig gestalteten digitalen Wandel

Gemessen an der Geschwindigkeit und Breite der digitalen Entwicklung existiert noch zu wenig belastbares Wissen über die Wirkung digitaler Technologien auf das Erdsystem, die 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 der Digitalisierung für die Realisierung der SDGs und die Frage, wie durch digital gestützte Bildungsmaßnahmen Wissen und Handeln für die Große Transformation zur Nachhaltigkeit gefördert werden kann, erst in Ansätzen erforscht. Der WBGU schlägt die folgenden übergeordneten Forschungslinien vor, um mehr Wissen für einen digitalen nachhaltigen Wandel zu schaffen:

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 dahingehend als Anstoß für lang anstehende Diskussionen und Initiativen auf allen Ebenen und mit allen Akteursgruppen.

## Literatur

- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018): Bundesbericht Forschung und Innovation 2018. Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahmen. Berlin: BMBF.
- EU – Europäische Union (2016): Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). Brüssel: EU.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Genf: IPCC.
- Mayntz, R., Derlien, H.-U., Bohne, E., Hesse, B., Hucke, J. und Müller, A. (1978): Vollzugsprobleme der Umweltpolitik – Empirische Untersuchung der Implementation von Gesetzen im Bereich der Luftreinhaltung und des Gewässerschutzes. SRU Materialien zur Umweltforschung Nr. 4. Stuttgart: Kohlhammer.
- Rosol, C., Steininger, B., Renn, J. und Schlögl, R. (2018): On the age of computation in the epoch of humankind. *Nature Outlook* Sponsor Feature, 1–5.
- Scharpf, F. W. (1972): Planung als politischer Prozess. *Politische Vierteljahresschriften* Nr. 4. Wiesbaden: VS.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. und Ludwig, C. (2015): The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review* 2 (1), 81–98.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R. und Schellnhuber, H.-J. (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (33), 8252–8259.
- UN – United Nations (2018): The Sustainable Development Goals Report 2018. New York: UN.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016a): Welt im Wandel – Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016b): Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I – Ein Beitrag zur deutschen G20-Präsidentschaft 2017. Sondergutachten. Berlin: WBGU.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2018): Digitalisierung: Worum wir jetzt reden müssen. Impulspapier. Berlin: WBGU.

## 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.