

Die digitale Nachhaltigkeitsgesellschaft

Chancen und Risiken des Digitalen Zeitalters¹²²

Dirk Messner & Ina Schieferdecker



Die Digitalisierung öffnet die Tür zu einem neuen Zeitalter menschlicher Zivilisation. Große Gestaltungsaufgaben entstehen, um den digitalen Wandel mit der notwendigen Transformation zur Nachhaltigkeit, also der Entwicklung von Wohlstand, Sicherheit und Demokratie für bald 10 Milliarden Menschen in den Grenzen des Erdsystems, zusammenzuführen. Die Transformation zur Nachhaltigkeit muss bis etwa Mitte dieses Jahrhunderts gelingen, um Kipppunkte im Erdsystem – wie das Abschmelzen des Grönlandeisschildes, den Kollaps des Monsunsystems oder des Amazonasregenwaldgebietes – zu vermeiden.¹²³ Es geht darum, Wohlstandssteigerung und die sozio-ökonomische Entwicklung in den kommenden drei bis vier Dekaden von Treibhausgasemissionen zu entkoppeln, Ressourcen in wirtschaftliche Kreisläufe zu führen und den Druck auf die Ökosysteme radikal zu reduzieren. Mit der Agenda 2030 und ihren umfassenden Nachhaltigkeitszielen geht es zudem um die Abschaffung der extremen Armut und die Reduzierung von Ungleichheiten, die soziale Kohäsion und Stabilität vieler Gesellschaften gefährden.¹²⁴ Kann die Digitalisierung helfen, diese Menschheitsaufgaben zu bewältigen? Dazu müssen digitale Innovationen mit der Transformation zur Nachhaltigkeit zusammengeführt werden. Darauf sind Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bisher nicht eingestellt.

Zivilisationsschübe der Menschheit

Um digitale Innovationen und ihre gesellschaftlichen Wirkungen zu verstehen und die Größenordnung des Wandels einzuordnen, hilft ein Blick zurück in das Laboratorium der Menschheitsgeschichte. Menschheitsgeschichtlich war die sukzessive und immer raffiniertere Erweiterung menschlicher Fähigkeiten im Umgang mit der Welt durch Technik(en) zentral. Beim Übergang von Jäger- und Sammlergesellschaften zur Sesshaftigkeit vor etwa 10.000 Jahren war der erste große Zivilisationsschub der Menschheit – die neolithische Revolution – durch die Erweiterung physischer Kraft gekennzeichnet: Werkzeuge und die Domestizierung sowie Nutzung von Tieren erlaubten die „Erfindung der Landwirtschaft“.¹²⁵ Erstreckte sich diese Transformation noch über einige Jahrtausende, so erschütterte die zweite große Veränderung der Welt im 19. Jahrhundert – die industrielle Revolution – die Menschheit innerhalb eines Jahrhunderts.¹²⁶ Entscheidender Treiber war wiederum die Substitution und Erweiterung menschlicher Fähigkeiten und Praktiken durch technische Innovationen – nun durch die Nutzung fossiler Energieträger und durch immer komplexere Maschinen für die industrielle Produktion. Zu den Folgen gehörten nie gekannte Umwälzungen der Produktion, Produktivitätsexplosionen, enorme Wohlstandsteigerungen für Teile der Weltbevölkerung, aber auch tiefgreifende und schmerzhaft umgestaltete wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse¹²⁷, Bevölkerungswachstum und zunächst lokale, dann globale Umweltzerstörungen – bis an die Grenzen der Belastbarkeit des Planeten.¹²⁸ Erst in langwierigen sozialen und politischen Auseinandersetzungen und nach zwei Weltkriegen entstanden in den westlichen Gesellschaften nachholend einhegende Ordnungssysteme¹²⁹: progressive, aber eben auch zerstörerische Marktdynamiken wurden durch Demokratie zur Begrenzung von Machtkonzentrationen, soziale Sicherungssysteme zur Inklusion und nach und nach auch durch allerdings bis heute völlig unzureichende Umweltregulierungen zur Minderung des Raubbaus an natürlichen Ressourcen beschränkt.

Nun zeichnet sich ein dritter global wirksamer Veränderungsprozess ab, der erneut durch technische Innovationen vorangetrieben wird: Im Zeitalter der Digitalisierung geht es jedoch nicht mehr nur um die Unterstützung der physischen Fähigkeiten und Möglichkeiten der Menschen. Nun entstehen technische Systeme, die dazu in der Lage sind, auch die kognitiven Potenziale des Menschen zunehmend und enorm zu erweitern, vielleicht gar zu substituieren. Vom Menschen geschaffene künstliche (maschinelle) Intelligenzen (KI) fordern bisherige „Alleinstellungsmerkmale“ des Menschen, nicht zuletzt seine kognitiven Fähigkeiten und seine Kreativität, sowie die gegenwärtigen Denk-, Wirtschafts- und Gesellschaftsweisen, radikal heraus.¹³⁰

Zugleich zeigt die Nachhaltigkeitsforschung, dass die große Entwicklungs herausforderung des 21. Jahrhunderts nun darin besteht, Wohlstand in den Grenzen des Erdsystems zu schaffen, um eine Erosion der natürlichen Grundlagen menschlicher Zivilisation abzuwenden.

Zentrale Fragen, die sich vor dem Hintergrund der notwendigen Transformation zur Nachhaltigkeit im Digitalen Zeitalter stellen, lauten etwa: Welche Auswirkungen wird die weiter zunehmende, digital-gestützte Automatisierung für die Arbeitsmärkte und die internationale Arbeitsteilung haben? Werden sich national wie international Ungleichheitstrends verstärken? Lassen sich Wohlstand und Erdsystemstabilität im Digitalen Zeitalter eher vereinbaren als in der industriellen Ära? Steigen oder sinken im Digitalen Zeitalter die Chancen, die Ziele der Agenda 2030 zu erreichen? Fordern die Eigendynamiken der Datenökonomien die Demokratie heraus? Wie wird die Zukunft aussehen, in der technische, selbstlernende Systeme und menschliche Zivilisation koexistieren? Und einen Schritt weiter in die Zukunft gedacht: werden die „intelligenten“ Systeme die kognitiven Fähigkeiten der Menschen überholen und werden wir die technischen Systeme kontrollieren oder sie uns? Die Richtung der Fragen deutet an: die Nachhaltigkeitsforschung und -politik wird durch die Digitalisierung selbst herausgefordert. Wichtige soziale, ökonomische und ökologische Nachhaltigkeits herausforderungen können nur im Kontext der digitalen Transformation gestaltet und gelöst

werden. Das ist einfacher gesagt als getan, denn bisher forschen die Nachhaltigkeitswissenschaften und die Pioniere der digitalen Zukünfte in zwei Silos, zwischen denen es nur wenige Verbindungen gibt.

Das wird sich ändern müssen: Wir werden die Konzepte nachhaltiger Entwicklung und unsere Vorstellungen von menschlicher Entwicklung, wie sie z. B. in der Agenda 2030 formuliert sind, in der die Digitalisierung praktisch nicht vorkommt, überdenken und weiterentwickeln müssen.¹³¹ Seit langem wird die Verantwortung der Wissenschaft im Umgang mit digitalen Technologien und ihren Anwendungen diskutiert. So war einer der Pioniere einer kritischen, verantwortungsvollen Informatik Joseph Weizenbaum.¹³² Entwickelt haben sich Ansätze wie *Responsible Computing*¹³³ als auch *Social Computing*¹³⁴, die Richtlinien verantwortungsvollen IT-Umgangs formuliert haben und den Menschen ins Zentrum stellen. Zudem ist in den vergangenen Jahren auch in der Öffentlichkeit ein intensiver Diskurs rund um ethische Fragen der Digitalisierung zu beobachten.¹³⁵ Diese Diskurse müssen nun systematisch mit der Nachhaltigkeitsforschung zusammengebracht werden.

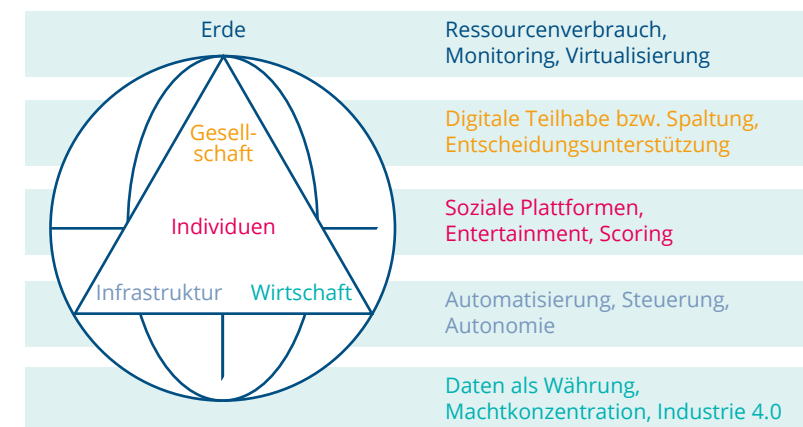
Multiple Systemveränderungen

Bereits heute ist unsere Gesellschaft massiv von digital-gestützten Technologien geprägt: Robotik, autonome Systeme, Virtualisierung, *Edge/Cloud Computing*, Datenanalytik, *Augmented Realities* und KI verändern substantiell die Art und Weise des Arbeitens und Lebens. Über Jahrtausende entwickelte Verfahren, Methoden und Prozesse werden durch die Digitalisierung in kürzesten Zeiträumen modernisiert und revolutioniert: so ist einer der tradiertesten Bereiche – die Landwirtschaft – bereits heute wesentlich automatisiert und digitalisiert. Kaum ein Ei oder Weizenkorn gelangt ohne Einsatz von Sensorik und Datenanalytik im Produktionsprozess in den Handel. Andere Bereiche wie die Medienwirtschaft erlebten bereits massive Umbrüche, weitere Sektoren wie die Automobilbranche stehen aktuell vor großen Veränderungen entlang des vernetzten, autonomen Fahrens, der

E-Mobilität, multi-modaler Mobilitätsdienste und neuer Ansätze aus der *Sharing Economy*. So wird sich nicht nur hier Digitalisierung letztlich auf Organisation und Steuerung der ökonomischen, politischen und sozialen Relationen unserer Gesellschaften auswirken. Schon jetzt fordert die zunehmend digital unterstützte Automatisierung von Entscheidungsprozessen ein Kernelement westlicher Demokratien heraus: die Deliberation.¹³⁶ Werden zukünftig immer mehr gesellschaftliche Verhandlungs- und Entscheidungsprozesse, gar in der Justiz, in den Parlamenten oder auch in der Wissenschaft auf autonome, selbstlernende technische Systeme übertragen?¹³⁷

Die Wirkungen der digitalen Transformation werden oft vor allem aus wirtschaftlicher Perspektive (Innovationsgewinne, Verdrängungseffekte in ganzen Sektoren) oder aus individueller Sicht (Chancen und Risiken der Nutzung digitaler Technologien, wie z. B. bessere Vernetzung versus Überwachung) beschrieben, doch weitere Ebenen wie die Gesellschaft und ihre Infrastruktursysteme als auch der Planet werden durch die Digitalisierung beeinflusst (siehe Abb. 1).

Abb.1: Die durch die digitale Transformation beeinflussten Systemebenen



Eine Analyse der Wirkungen der Digitalisierung auf die genannten fünf Ebenen – Individuen, Gesellschaftssysteme, Wirtschaftssysteme, Infrastruktursysteme und das Erdsystem – ergibt folgendes Bild: Bei den Menschen ist das Internet in der Breite angekommen. Laut Stats verfügen seit 2017 mehr als 50 Prozent der Weltbevölkerung über einen Internet-Anschluss.¹³⁸ 1995 war es noch weniger als ein Prozent der Weltbevölkerung! Von 1999 bis 2013 hat sich die Zahl der Internetnutzer verzehnfacht, wobei die erste Milliarde bereits im Jahre 2005, die zweite Milliarde 2010 und die dritte Milliarde 2014 erreicht wurde. Als Teil unserer technischen Infrastruktur gibt es seit 2014 mehr Mobiltelefone als Menschen. So gab es 2014 in der Welt 7,2 Milliarden aktive SIM-Karten, deren Zahl zudem fünffach schneller als die Menschheit wächst.¹³⁹ Zudem wird damit gerechnet, dass das Internet der Dinge und damit die mit dem Internet verbundenen Sensoren und Steuergeräte die Mobiltelefone als größte Gruppe der verbundenen Geräte mit einer jährlichen Wachstumsrate von 23 Prozent im Zeitraum von 2015 bis 2021 überholen wird.¹⁴⁰ In der digitalisierten Wirtschaft haben E-Commerce-Geschäfte einen Umsatz von über 1,5 Billionen US-Dollar erreicht.¹⁴¹ Für 2022 wird ein Umsatz von über 2,5 Billionen US-Dollar erwartet. Dabei wird das kommerzielle Internet von einigen wenigen Anbietern beherrscht.¹⁴² Neben E-Commerce werden wesentliche Weiterentwicklungen mit Industrie 4.0 erwartet.¹⁴³ Zudem geht in der Gesellschaft die Digitalisierung rasant voran. *Smart Cities*-Ansätze werden weltweit propagiert, um die Lebens- und Arbeitsqualitäten in urbanen Räumen zu erhöhen.¹⁴⁴ National und international werden E-Government-Ansätze diskutiert und umgesetzt, um Politik und Verwaltung zu modernisieren und die Interaktionen mit den Bürgern, Unternehmen und Organisationen der Zivilgesellschaft zu effektivieren.¹⁴⁵

Auch die Einhaltung der planetaren Leitplanken könnte massiv von einer verbesserten Beobachtung, Simulation und Vorhersage von Stoffströmen, Emissionen, Erdsystemdynamiken durch digitale Technologien und KI profitieren.¹⁴⁶ Die positiven Möglichkeiten der Digitalisierung können jedoch nur mobilisiert werden, wenn die

technologischen Umbrüche gestaltet und auf Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet werden. Dies setzt wiederum voraus, dass die Qualität und die Richtung der digitalen Veränderungen verstanden werden.

Fünf Charakteristika des Digitalen Zeitalters – ein neuer Gesellschaftstypus entsteht

Digitale Innovationen sind zunächst wie alle technologischen Innovationen ambivalent: Sie können für gesellschaftlichen Fortschritt eingesetzt, von mächtigen Akteuren für ihre Zwecke ausgenutzt oder gar missbraucht werden, oder auch zu Strukturwandel führen, der Gesellschaften überfordert. Die Frage, wie Digitalisierung mit der Nachhaltigkeitstransformation verbunden werden kann, ist daher nicht trivial. Digitale Technologien bieten eben nicht nur Instrumente, die für Ressourceneffizienz und Klimaschutz eingesetzt werden könnten. Sie können ebenso Brandbeschleuniger des bisherigen wachstumsorientierten linearen Wirtschaftens sein. Und sie können in ihrem Zusammenspiel Treiber fundamentalen Wandels ergeben, der in seinen Grundzügen verstanden werden muss, damit er gestaltbar wird. Wir haben hier eben nicht nur Umsetzungsprobleme, sondern ebenso große Wissenslücken!

Die Wechselwirkungen der Digitalisierung mit dem Erdsystem, der Gesellschaft und Wirtschaft, den Menschen sowie anderen Techniksystemen lassen sich über die wesentlichen Charakteristika des Digitalen Zeitalters – Vernetzung, Kognition, Autonomie, Virtualität und Wissensexplosion – erfassen. Sie können von den sechs Grundfunktionen¹⁴⁷ der Digitalisierung – Berechnen, Erinnern, Wahrnehmen, Kommunizieren, Kooperieren, Agieren – abgeleitet werden und produzieren in ihren Interaktionen enorme Veränderungskräfte, die alle Systemebenen maßgeblich rekonfigurieren werden. Dabei ist keines dieser fünf Charakteristika fundamental neu, sondern vielfach historisch verankert. Doch die Digitalisierung macht aus ihnen mächtige Veränderungskräfte. Getrieben durch rasante Dynamiken oder

enorme Quantitäten der digitalen Transformation entsteht qualitativ Neues auf allen Systemebenen und in ihren Wechselwirkungen.¹⁴⁸

Vernetzung: Die massive Vernetzung technischer Systeme und von Dingen, Personen und Organisationen auf jeder Akteursebene ist bereits so gegenwärtig, dass man ihre Radikalität und Konsequenz fast übersehen könnte. Seit Jahrzehnten können Maschinen miteinander in einfachen kommunikativen Austausch treten und damit basale kommunikative Fähigkeiten der Menschen übernehmen, erweitern oder substituieren.¹⁴⁹ Nicht zuletzt im Zuge der Entstehung und Verbreitung des Internets und dessen aktueller Fortentwicklung durch das Internet der Dinge nimmt die Möglichkeit zur engmaschigen und alle Lebens- sowie Arbeitsbereiche durchdringenden Vernetzung massiv zu.¹⁵⁰

Positiv gedacht, ermöglicht diese intensive Vernetzung Austausch und Kooperation in ungeahntem Ausmaß. Wie die Druckerpresse im 15. Jahrhundert multipliziert die Digitalisierung die Vernetzung zwischen Menschen, die Diffusion von Wissen und Lernprozesse. Neue Interdependenzbeziehungen und Ordnungsmuster entstehen. Hierzu gehören beispielsweise die Beziehungen zwischen Endnutzern und transnationalen Großkonzern (wie Google), zwischen Staaten und Staatengemeinschaften und transnationalen Großkonzernen oder Individuen untereinander. Diese Dynamiken überfordern vielfach tradierte staatliche Ordnungspolitiken und erfordern politische Innovationen, um die Digitalisierung demokratisch gestaltbar zu machen.

Ein weiterer Effekt der zunehmenden digitalen Vernetzung technischer Systeme ist die mögliche Verstärkung der Kritikalität von Infrastrukturen. Schon heute gilt in der Mehrzahl, dass die Energie-, Wasser-, Wärme-, Lebensmittel-, Mobilitäts- oder Gesundheitsversorgung ohne eine zuverlässige, sichere und leistungsfähige Digitalisierung nicht mehr funktioniert.¹⁵¹ Die nötige Resilienz und Robustheit muss neu geregelt und eingefordert werden. Cyber-Angriffe sind mit der nötigen Konsequenz zu verhindern und sollten prinzipiell international verboten werden.

Kognition: Ein zweites fundamentales Charakteristikum betrifft die Übertragung kognitiver Fähigkeiten auf technische Systeme und damit eine weitreichende Erweiterung, z.T. auch Substitution menschlicher Intelligenz. Bereits heute besitzen Maschinen die Fähigkeit zur Wahrnehmung, Analyse, Bewertung, zu logischem Schließen, zum Planen und Lernen bis hin zur Problemlösung.¹⁵² Zwar handelt es sich bei zahlreichen der heutigen Anwendungen noch um relativ einfaches kognitives Verhalten; jedoch zeigen Entwicklungen im Bereich der KI, in neuronalen Netzen und maschinellem Lernen die Möglichkeiten weitergehender kognitiver Eigenständigkeit maschineller Systeme auf, auch wenn dies noch sehr trainingsintensiv und anwendungsbezogen ist.¹⁵³

Eine weitere Entwicklungslinie umfasst Forschung zu Gehirn-Maschine-Schnittstellen und Gehirn-gesteuerten Neuroprothesen.¹⁵⁴ Die computerbasierte Medizintechnik kann bislang unheilbare neurologische Krankheiten mildern oder durch Unfälle verursachte Behinderungen korrigieren. Diese zu fördernden Entwicklungen können jedoch ebenso zur Verbesserung und Optimierung des Menschen an sich genutzt werden, so dass für den unnötigen Einsatz von technischen Komponenten am und im Menschen die Analogien zu Drogen oder nicht medizinisch indizierten Eingriffen abzuklären und zu regeln sind.

Die Menschheit bewegt sich auf einen kritischen Punkt zu: Nachdem der Mensch infolge der industriellen Revolution zur stärksten Veränderungskraft des Erdsystems wurde, erlauben die technologischen Dynamiken des Digitalen Zeitalters eine neue Tür zu öffnen: Menschen können Menschen grundlegend transformieren, das Menschsein an sich neu bestimmen. Dabei sind vielerlei und womöglich auch irreversible „Nebenwirkungen“ denkbar. Das digitale Anthropozän bedarf einer Einbettung in normative Narrative und Rahmenbedingungen, die erst noch erfunden und entwickelt werden müssen.

Autonomie: Ein drittes folgenreiches Charakteristikum betrifft die zunehmende Autonomie technischer Systeme. Hier geht es im Kern um Entscheidungsunterstützung durch technische Systeme bis hin zu selbstständigen Entscheidungen derselben – beispielsweise in der Industrierobotik, beim automatisierten Fahren, in der Flugkontrolle oder der Zugsteuerung, oder zukünftig auch in der Arbeit von Polizei, Gerichten, Versicherungsunternehmen.¹⁵⁵ Die Möglichkeiten der Automatismen erweitern sich fortlaufend: Technische Systeme können Korrelationen und Muster erkennen, die potenziell auf Kausalitäten beruhen, die der menschlichen Kognition nicht zugänglich sind.

Zudem entwickelt sich die Robotik funktional, sensorisch und motorisch rasant weiter.¹⁵⁶ Sowohl entlang der seit Jahrhunderten währenden Übertragung von körperlich schweren Tätigkeiten auf Maschinen als auch der Übertragung von ansonsten für den Menschen unlösbaren Aufgaben¹⁵⁷ stellt die Entwicklung intelligenter Robotik einen nächsten Schritt dar und birgt das Potenzial zur Lösung sozialer und ökologischer Probleme, etwa durch massive Effizienzsteigerungen und dadurch, dass Roboter ausdauernder, zuverlässiger und sicherer fungieren. Die Übertragung der Umsetzungsverantwortung auf Robotik ist so oftmals sehr erfolgreich; die Übertragung der Lösungsverantwortung ist wie bei der Entscheidungsübertragung jedoch noch in der Diskussion.

Die Risiken liegen in Intransparenz und möglicher individueller oder gruppenbezogener Diskriminierung; Fragen der Verantwortung und Haftung sind noch ungeklärt. Im Extrem kann es zum substanziellen Kontrollverlust oder einer technischen Sphäre kommen, in der anstelle von Menschen Maschinen domänenspezifisch oder gar umfassend eigenständig handeln. In diesem Terrain können sich Freiheit und Demokratie, deren Erosion, Zerstörung oder eben Weiterentwicklung entscheiden.

Virtualität: Ein viertes zentrales Charakteristikum des Digitalen Zeitalters ist die Substitution von Elementen und (Teil-)Systemen der physischen Welt ins Virtuelle und ihre Erweiterungen.¹⁵⁸ Angefangen von

virtualisierten Treffen von Individuen an verschiedenen Orten und perspektivisch in verschiedenen Zeiten, hybriden Diskussionen zwischen Individuen, Avataren und Bots, Veranstaltungen mit hunderten Teilnehmern in virtuellen Räumen bis hin zu individuellen und gemeinsamen virtuellen beziehungsweise hybriden Erlebnissen unter Nutzung von Augmented Reality-Technologien werden auch Planungen, Designs, selbst die Produktion und in Zukunft vielleicht gesellschaftliche Prozesse virtualisiert, um genauere Vorhersagen, präventives Handeln, bedarfsgerechtere Produkte, eine optimierte Produktion oder auch Kreislaufwirtschaften zu ermöglichen.

Dazu werden immer vollständiger digitale Abbilder, modellhafte Ausschnitte und Modelle der physischen Welt entwickelt, die durch Monitoring, Simulation, Verifikation und Validierung weiterentwickelt und kalibriert werden. Ebenso können aus bislang unerreichbaren Teilen (wie auf Mikro- oder Nanoebene oder aus anderen Zeitperioden) unserer Welt, aus unserer Welt entlehnte (wie zur Vorhersage möglicher Zukünfte) als auch vollständig andere Welten (wie zur Konzipierung alternativer Welten) virtuell geschaffen und zur Unterhaltung, Ausbildung, Forschung oder Entscheidungsfindung genutzt werden. Die Menschheit erschließt sich so neue Räume.

Virtualisierung erlaubt eine intensive transnationale Vernetzung von Individuen und Organisationen. Sie kann genutzt werden, um die Verletzlichkeit von Individuen, Gruppen, ganzer Ökosysteme oder des Planeten unmittelbar erfahrbar zu machen und reale Geschehnisse zu vermitteln.¹⁵⁹ Gleichsam kann Virtualisierung ins Negative umschlagen, wenn die bloße Unterstützung und Erweiterung physischer Existenz in eine umfassende Verlagerung wesentlicher Aspekte des menschlichen Lebens ins Virtuelle umkippt.

Wissensexplosion: Das fünfte grundlegende Charakteristikum ist die explosionsartige Vermehrung des Wissens der Menschheit entlang der digitalen Transformation. In diesem Kontext wird typischerweise der enorme Daten- und Informationszuwachs zuerst genannt¹⁶⁰, der durch

das Web, soziale Plattformen, das Internet der Dinge und Satellitenbeobachtung befördert wird. Dieser enorme Datenzuwachs ist dabei Treiber und Ergebnis viel größerer Umbrüche: bald alle Wissenschaften werden wesentlich durch Computing, Vernetzung, Virtualisierung und KI weiterentwickelt. Heutige Klimaforschung, Gentechnologie, moderne Physik und Materialwissenschaften beruhen bereits fundamental auf der Digitalisierung. So werden neue Zusammenhänge erkannt, Vermutungen nachgewiesen oder gar Theoreme gefunden und bewiesen.

In Kombination mit den neuen Möglichkeiten zur Aufbereitung, Vermittlung und dem umfassenden Zugang zum Wissen, der Kunst, Kultur und der natürlichen Umwelt der Menschheit und zu neuen Erkenntnissen der Wissenschaft könnte so das Wissen der Menschheit nicht nur quantitativ, sondern qualitativ weiterentwickelt werden. Andererseits beinhalten dieselben digitalen Möglichkeiten die Risiken verfälschter Daten oder Fakten, korrumpierter Modelle oder Analysen, sodass der mögliche Wissenszuwachs durch eine Zunahme von Unwahrheiten ausgebremst werden kann. Auch die Absicherung des digitalen Gedächtnisses der Menschheit entwickelt sich zu einer zentralen und weltweiten Herausforderung – bei gleichzeitiger Herausforderung, den Individuen ein Recht auf Vergessen im digitalen Raum einzuräumen. Zudem stellt sich die Frage, wie Entwicklungsländer und vulnerable Gruppen von diesen Dynamiken profitieren könnten.

Im Zusammenspiel von digitaler Vernetzung, Kognition, Autonomie, Virtualisierung und dem damit verbundenen enormen Wissenszuwachs ergibt sich ein Instrumentarium mit für die Menschheit bislang unbekannter Wirkkraft – mit enormen utopischen wie dystopischen Potenzialen. Die zentrale Frage dabei ist, ob und wie es gelingen kann, diese Potenziale des Digitalen Zeitalters für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele sowie für menschliche Entwicklung zu nutzen und zugleich die neuen, skizzierten Herausforderungen und Risiken durch Digitalisierung einzuhegen.

Die Charakteristika verändern die Tiefenstrukturen unserer Gesellschaften im 21. Jahrhundert, ähnlich wie die Treiber der industriellen Revolution zur fundamentalen Verwandlung der Welt im 19. Jahrhundert führten. Marx beschrieb dies so: „Alles Ständische und Stehende verdampft, alles Heilige wird entweiht, und die Menschen sind endlich gezwungen, ihre Lebensstellung, ihre gegenseitigen Beziehungen mit nüchternen Augen anzusehen.“¹⁶¹ Marx und der Ökonom und Moralphilosoph Adam Smith hatten, im Gegensatz zu vielen anderen Zeitgenossen, bereits zu Beginn des industriellen Zeitalters verstanden, dass Warenproduktion, Märkte, Wettbewerb, technologische Innovationen, Wissenschaft potenziell alle Menschen (weltweit) miteinander verbinden könnten, radikaler ökonomischer, sozialer, kultureller und politischer Strukturwandel die Folge wären, große Produktivitätsgewinne möglichen würden – und am Ende die Agrargesellschaft verschwinden würde. So argumentierte beispielsweise Adam Smith in seinem "Wohlstand der Nationen" (1776), dass Märkte nur dann ohne Destabilisierung der Gesellschaften funktionieren könnten, wenn die Autonomie der Märkte durch die Normen und Werte der Gesellschaften gezügelt würden. Dies gilt nach wie vor. Ohne eine Einbettung des digitalen Wandels in starke Normen- und Wertesysteme werden sich die dystopischen Potenziale der digitalen Gesellschaft durchsetzen. Von Marx, insbesondere aber von den Vordenkern der Demokratie wie Karl Polanyi, Émile Durckheim und Max Weber kann man zudem lernen, dass Normen und Werte, gerade in Phasen fundamentalen Wandels, letztlich nur in Gesellschaften verankert und vor den Interessen der mächtigsten Akteure geschützt werden können, wenn Institutionen geschaffen werden, die individuelles und kollektives Handeln in gesellschaftlich verabredete Bahnen lenken. Vor diesem Hintergrund diskutieren wir die Digitalisierung nicht nur als Prozess technologischen Wandels, sondern insbesondere aus normativer Perspektive und als gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe.

Vision einer digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft

Eine digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft könnte gelingen: Energie wird zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen gewonnen.¹⁶² Präzisionslandwirtschaft, bei der mithilfe von Sensoren und Robotern Pflanzen und Tiere optimal versorgt werden, Düngemittel und Wasser präzise eingesetzt werden, schont die Umwelt und erlaubt die Versorgung einer 10 Milliarden Menschen umfassenden Zivilisation.¹⁶³ Intelligentes Design, Reparierbarkeit und automatisierte Dekonstruktion am Ende der Lebensdauer von Produkten vermindern den Bedarf an neuen Rohstoffen erheblich und ebnen den Weg zu einer globalen Kreislaufwirtschaft.¹⁶⁴ Über Austausch-Plattformen bildet sich bei den Individuen ein globales Bewusstsein zur Verantwortung jedes Einzelnen für übergreifende Nachhaltigkeits- und Menschheitsfragen heraus.¹⁶⁵ *Global Commons*, die für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und für das Fortbestehen der Menschheit in friedlichem Zusammenleben unabdingbar sind, werden vereint geschützt.¹⁶⁶ In virtuellen Räumen entstehen polyzentrische Netzwerke als Grundlage einer *Global Governance*, basierend auf einer Kultur globaler Kooperation, die zwischenstaatlichen Multilateralismus mit der Beteiligung vieler Menschen an grenzüberschreitenden Prozessen ermöglicht.¹⁶⁷ Globale Mindeststeuern und globales Wettbewerbsrecht verhindern, dass Weltunternehmen Staaten und Gesellschaften gegeneinander ausspielen. Digitale Plattformen halten passende Informationen für jedermann, an jedem Ort, zu jeder Zeit und nach jeder Präferenz sowohl im privaten wie beruflichen Umfeld bereit.¹⁶⁸ Das Verhältnis von Datennutzung und Privatsphäre ist ausgewogen, die digitale Selbstbestimmung ist garantiert.¹⁶⁹ Datenschutz und Datensicherheit haben höchste Priorität. Die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft folgt dem Prinzip des *Open Government*.¹⁷⁰ So ist demokratische Partizipation gewährleistet. Zudem ist der Mensch digital gestärkt. Digitale Technologien versprechen große Fortschritte in der personalisierten Diagnostik und Therapie.¹⁷¹ Ein Leben frei von physischem und psychischem Leid sowie würdevolles Altern wird durch den Ersatz oder die Optimierung von Körperfunktionen (*Cyborg*) erreicht.¹⁷²

Das Heben der enormen Potenziale für eine digitale Nachhaltigkeitstransformation ist jedoch kein Selbstläufer. Digitalisierung wirkt in ihrer jetzigen Dynamik und Richtung als Beschleuniger wirtschaftlicher Prozesse, die überwiegend noch auf fossiler Energie und Ressourcenextraktion beruht. Allein die Produktion und der Betrieb der im schnellen Zyklus erneuerten elektronischen Geräte ist ein wesentlicher Treiber von Energie und Ressourcennutzung. Ohne politisch gestaltete Kurskorrekturen in Richtung Nachhaltigkeit droht die Dynamik einer ungezügelter Digitalisierung die Welt weiter in eine Hyperkonsumgesellschaft zu treiben und damit den Erfolg der Nachhaltigkeitstransformation zu gefährden. Digitale Umbrüche können zudem viele soziale Fliehkräfte wie Ungleichheiten oder die erodierende Steuerungsfähigkeit von Staaten, die unsere Gesellschaften herausfordern, weiter verstärken. Wenn aber Kurskorrekturen gelingen, dann kann die disruptive Wirkmacht der Digitalisierung für die Nachhaltigkeit fruchtbar gemacht werden, um die Nachhaltigkeitstransformation zu beschleunigen und zu verstärken. Während die Diskussionen in unseren Gesellschaften zur Digitalisierung eher polarisiert oder angst- oder euphorieorientiert sind, entwickelt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) auf der Grundlage von Risiko- und Potenzialanalysen differenzierte Perspektiven auf mögliche Pfade in eine digitale Nachhaltigkeitsgesellschaft. Sechs zentrale Mechanismen können dazu beitragen, die *Missing Links* zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit herzustellen:

- Erstens könnten die Pioniere der Digitalisierungsforschung durch eine systematische Integration von Nachhaltigkeitsanforderungen in ihre Forschungs- und Innovationsprozesse dazu beitragen, Leitbilder digitaler Nachhaltigkeit zu entwickeln.
- Zweitens könnte eine angemessene Bepreisung von Treibhausgasemissionen und ökologische Steuerreformen, die Naturverbrauch statt Arbeit besteuern, Marktkräfte so nutzen, dass auch digitale Innovationen in Richtung Nachhaltigkeit gelenkt würden.

- › Drittens könnten Märkte durch klare Nachhaltigkeitsziele von Regierungen sowie sektorale und regionale Transformationsfahrpläne gestaltet werden, sodass Anreize stiegen, digitale Technologien und ihr disruptives Potenzial zur Umsetzung von Nachhaltigkeitstransformationen unter Zeitdruck zu mobilisieren.
- › Viertens müssen signifikante Staatsmodernisierungsprogramme aufgelegt werden, um die digitalen Kompetenzen öffentlicher Institutionen sowie Fähigkeiten, diese mit Nachhaltigkeitstransformationen zu verbinden, rasch zu steigern. Ohne digitale Kompetenzen ist eine verantwortungsvolle Gestaltung der digitalen Umbrüche unmöglich.
- › Fünftens müssen die bisher in getrennten Silos forschenden Nachhaltigkeits- und Digitalisierungscommunities dringend vernetzt werden, um Wissen zu Transformationspfaden in Richtung digitaler Nachhaltigkeitsgesellschaften zu schaffen.
- › Sechstens gilt es Dialognetzwerke zwischen Wirtschaft, Staat, Zivilgesellschaft, Wissenschaft zu unterstützen, in denen Ziele, Grenzen und normative Rahmenbedingungen einer digitalen Nachhaltigkeitsgesellschaft ausgehandelt werden können.

Es gehört nicht viel Fantasie dazu zu beschreiben, dass die Vision der digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft nur allzu leicht scheitern könnte. Digitalisierung impliziert also eine enorme Gestaltungsaufgabe für unsere Gesellschaften. Soziale, normative, kulturelle und politische Innovationen werden notwendig sein, um Digitalisierung, Nachhaltigkeit und menschliche Entwicklung zu verbinden. Am Anfang gilt es zu begreifen, was ist, zu beschreiben, was sein sollte, zu entwickeln, wie Brücken in eine wünschenswerte Zukunft ausschauen könnten. Damit müssen wir nun rasch beginnen.

-
- 122 Der Beitrag ist eine Weiterentwicklung von Messner, D. & Schieferdecker, I. (2018). „Die digitalisierte Nachhaltigkeitsgesellschaft“, in D. Messner, L. Meyer & S. Mair (Hrsg.) *Deutschland und die Welt 2030: Was sich verändert und wie wir handeln müssen*, Berlin, Ullstein Buchverlag: 343–413. Er beruht auf den Diskussionen und Arbeiten zum WBGU-Hauptgutachten (2019). *Unsere gemeinsame digitale Zukunft*.
 - 123 WBGU 2011; Steffen, W. et al. (2009). „Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity“. *Ecology and Society*, 14 (2): 32; Crutzen, P. & Stoermer, E. (2000). „The „Anthropocene““, *Global Change Newsletter*, 41: 17–18. International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).
 - 124 Messner, D. (2015). „A social contract for low carbon and sustainable development: reflections on non-linear dynamics of social realignments and technological innovations in transformation processes“, *Technological Forecasting and Social Change*, 98: 260–270; WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016). *Welt im Wandel – Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*, Berlin.
 - 125 Dyson, R. (1964). „On the Origins of the Neolithic Revolution“, *Science*, 144 (3619): 672–675.
 - 126 Schäfers, B. (2016). „Die Veränderung der Lebensgrundlagen durch die Industrielle Revolution“, *Sozialgeschichte der Soziologie*: 15–26.
 - 127 Marx, K. (1947). *Das Kapital*, Bd. 1, Berlin, Dietz Verlag; Smith, A. (1838). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, London, Black and Tait; Osterhammel, J. (2009). *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*, München, Beck; Braudel, F. (1985). *Sozialgeschichte des 15.–18. Jahrhunderts*, München, Kindler.
 - 128 Steffen, W. et al. (2011).
 - 129 Polanyi, K. & Maclver, R. (1944). *The great transformation*, Boston, Beacon Press; Habermas, J. (1992). *Faktizität und Geltung*, Berlin, Suhrkamp; Messner, D. (1997). *The network society*, London, Routledge.
 - 130 Vodafone Institute for Society and Communications (2018). *Entering A New Era: The Impact Of Artificial Intelligence On Politics, The Economy And Society*.
 - 131 TWI2050 – The World in 2050 (2018). „The six transformations towards sustainability“. Wien, IIASA.
 - 132 Weizenbaum, J. (2008). „Social and political impact of the long-term history of computing“, *IEEE Annals of the History of Computing*, 30 (3): 40–42.
 - 133 Friedman, B. (1997). *Human values and the design of computer technology*, Cambridge University Press.
 - 134 Manovich, L. (2016). The science of culture? *Social Computing, Digital Humanities and Cultural Analytics*, <http://manovich.net/index.php/projects/cultural-analytics-social-computing> (zuletzt abgerufen am 24. Juni 2019).

- 135 Baum, K., Hermanns, H. & Speith, T. (2018). *From Machine Ethics To Machine Explainability and Back*, Saarbrücken, Universität des Saarlands: 8; Gotterbarn, D., Bruckman, A., Flick, C., Miller, K. & Wolf, M. (2018). *ACM code of ethics: a guide for positive action*; Bertelsmann-Stiftung & iRights.Lab (2019). *Algo.Rules: Regeln für die Gestaltung algorithmischer Systeme*, Gütersloh, Berlin.
- 136 Habermas, J. (1981). *Theorie des kommunikativen Handelns*, Frankfurt, Suhrkamp; Jacob, D. & Thiel, T. (Hrsg.) (2017) *Politische Theorie und Digitalisierung*, Baden-Baden, Nomos.
- 137 Tegmark, M. (2017). *Being human in the age of artificial intelligence*, New York, Random House.
- 138 Stats, I. (2018). *World Internet Users and Population Statistics*.
- 139 statista (2016). *Number of smartphone users worldwide from 2014 to 2020 (in billions)*.
- 140 Cerwall, P. (2016). *Ericsson Mobility Report*, Mobile World Congress Edition.
- 141 statista (2018). *Digital Economy Compass 2018*.
- 142 Dolata, U. & Schrape, J. (2018). *Collectivity and Power on the Internet: A Sociological Perspective*.
- 143 Fontaine, S. (2017). „Quo Vadis Digitalisierung? Von Industrie 4.0 zur Circular-Economy“, *EIKV-Schriftenreihe zum Wissens-und Wertemanagement*, Luxemburg, European Institute for Knowledge & Value Management (EIKV).
- 144 WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016). *Welt im Wandel – Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*, Berlin.
- 145 EU-Kommission (2006). „EU-eGovernment-Aktionsplan 2016–2020. Beschleunigung der Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung“, *COM (2016) 179 final*, Brüssel.
- 146 Kramer, H. (2002). *Observation of the Earth and its Environment: Survey of Missions and Sensors*, Springer Science & Business Media; Belward, A. & Skoien, J. (2015). „Who launched what, when and why; trends in global land-cover observation capacity from civilian earth observation satellites“, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103: 115–128.
- 147 Geisberger, E. & Broy, M. (2012). „Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems“, *Acatech Studie*, München: 297.
- 148 WBGU – German Advisory Council on Global Change (2019). *Towards Our Common Digital Future*, Berlin. https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/WBGU_HGD2019_S.pdf (zuletzt abgerufen am 24. Juni 2019).
- 149 Ellison, N. (2007). „Social network sites: definition, history, and scholarship“, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13 (1): 210–230; Leiner, B. et al. (2009). „A brief history of the Internet“, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39 (5): 22–31.

- 150 Chen, G. & Kotz, D. (2000). „A survey of context-aware mobile computing research“, *Technical Report TR2000-381*, Department of Computer Science, Dartmouth College; Al-Fuqaha, A., M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari & Ayyash, M. (2015). „Internet of things: a survey on enabling technologies, protocols, and applications“, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17 (4): 2347–2376.
- 151 Byres, E. & Lowe, J. (2004). „The myths and facts behind cyber security risks for industrial control systems“, *Proceedings of the VDE Kongress*; Roman, R., Najera, P. & Lopez, J. (2011). „Securing the internet of things“, *Computer*, 44 (9): 51–58.
- 152 Maren, A., Harston, C. & Pap, R. (2014). *Handbook of neural computing applications*, Academic Press.
- 153 Eberl, U. (2016). *Smarte Maschinen. Wie künstliche Intelligenz unser Leben verändert*, München, Hanser.
- 154 Kehl, C. & Coenen, C. (2016). „Technologien und Visionen der Mensch-Maschine-Entgrenzung“, *Sachstandsbericht zum TA-Projekt „Mensch-Maschine-Entgrenzungen: zwischen künstlicher Intelligenz und Human Enhancement“*, Berlin, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): 170.
- 155 Kirn, S. & Müller-Hengstenberg, C. (2014). „Intelligente (Software-) Agenten: Von der Automatisierung zur Autonomie? Verselbstständigung technischer Systeme“, *MultiMedia und Recht*, 17: 225–232.
- 156 Kopacek, P. (2013). „Robotik“, *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 130 (2): 41–41.
- 157 Peterson, S. & Sahinol, M. (2009). „Jahrestagung der Gesellschaft für Technikgeschichte (GTG) 2009 ‚Geschichte(n) der Robotik““, *TG Technikgeschichte*, 77 (1): 49–56.
- 158 Lévy, P. & Bononno, R. (1998). *Becoming Virtual: Reality in the Digital Age*, New York, Plenum Press; Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (2016). „Virtual Reality und Augmented Reality (VR/AR)“, *Informatik-Spektrum*, 39 (1): 30–37.
- 159 Fan, S., Zhang, Y., Fan, J., He, Z. & Chen, Y. (2010). *The Application of Virtual Reality in Environmental Education: Model Design and Course Construction*, Piscataway Township, NJ, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): 1–4; Ahn, S., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K., McGillicuddy, K. & Bailenson, J. (2016). „Experiencing nature: embodying animals in immersive virtual environments increases inclusion of nature in self and involvement with nature“, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 21 (6): 399–419.
- 160 Beath, C., Becerra-Fernandez, I., Ross, J. & Short, J. (2012). „Finding value in the information explosion“, *MIT Sloan Management Review*, 53 (4): 18.
- 161 Marx, K. (1947). *Das Kapital*, Bd. 1, Berlin, Dietz Verlag.
- 162 Jacobson, M. et al. (2017). „100 % clean and renewable wind, water, and sunlight all-sector energy roadmaps for 139 countries of the world“, *Joule*, 1 (1): 108–121.
- 163 Eberl, U. (2016). *Smarte Maschinen. Wie künstliche Intelligenz unser Leben verändert*. München, Hanser.

- 164 EMF – Ellen MacArthur Foundation (2016). *Intelligent Assets: Unlocking the Circular Economy Potential*, Cowes, The Ellen MacArthur Foundation: 39; EMF – Ellen MacArthur Foundation (2017). *Cities in the Circular Economy: An Initial Exploration*, Isle of Wight: 16; Foundation, E. E. M. (2017). *Cities in the Circular Economy: The Role of Digital Technology*, Cowes, The Ellen MacArthur Foundation: 10.
- 165 Hehl, W. (2016). *Strömende Software und Bewusstsein. Wechselwirkung*, Springer: 129–153.
- 166 UNEP – United Nations Environment Programme (2017). *International Environmental Governance of the Global Commons*, Nairobi, UNEP.
- 167 Messner, D. & Weinlich, S. (2016). *Global Cooperation and the Human Factor in International Relations*, London, Routledge.
- 168 Arbanowski, S. et al. (2004). „I-centric communications: personalization, ambient awareness, and adaptability for future mobile services“, *IEEE Communications Magazine*, 42 (9): 63–69.
- 169 Helbing, D. et al. (2017). *Digitale Demokratie statt Datendiktatur. Unsere digitale Zukunft*, Springer: 3–21.
- 170 Lathrop, D. & Ruma, L. (2010). *Open government: Collaboration, transparency, and participation in practice*, O'Reilly Media, Inc.; Janssen, M., Charalabidis, Y. & Zuiderwijk, A. (2012). „Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government“, *Information systems management*, 29 (4): 258–268; Andriessen, J. et al. (2017). *Increasing Public Value through Co-Creation of Open Knowledge*, 2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG), IEEE.
- 171 Stone, P. et al. (2016). *Artificial Intelligence and Life in 2030*, Stanford, CA, Stanford University: 52.
- 172 Bostrom, N. & Sandberg, A. (2009). „The wisdom of nature: an evolutionary heuristic for human enhancement“, in J. Savulescu & N. Bostrom (Hrsg.) *Human Enhancement*, Oxford, New York, Oxford University Press: 375–416.