

in

brief

08 | 2019

Wuppertaler Impulse zur Nachhaltigkeit

Digitalisierung in die richtige Richtung lenken – Eckpunkte für Wissenschaft und Politik

Dr. Stephan Ramesohl, Co-Leiter | Dr. Holger Berg, Co-Leiter
des Forschungsbereichs Digitale Transformation, Abteilung Kreislaufwirtschaft, Wuppertal Institut

Hintergrund

Die Digitalisierung ist in vollem Gange und sie verändert und prägt die Welt des 21. Jahrhunderts wie keine andere Entwicklungsdynamik. Der Umgang mit und die Gestaltung von Digitalisierung wird damit zur Kernaufgabe für die Transformation einer global nachhaltigen Entwicklung (WBGU 2019). Doch welchen Weg muss Digitalisierung nehmen, damit sie wirksame Beiträge zu einer global nachhaltigen Entwicklung leistet? Und wie sieht konkret der Ansatz aus, um Digitalisierung in die richtige Richtung zu lenken?



1. Digitale Transformation und Nachhaltigkeit – was jetzt zu tun ist

Digitale Technologien können nachhaltige Entwicklungen unterstützen und eröffnen in vielen Bereichen neue Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbräuchen. Die Erfassung und Auswertung von Produkt- und Nutzungsdaten ist beispielsweise die Basis von innovativen Geschäftsmodellen zum Re-Use, Re-Manufacturing und Recycling in der Circular Economy (Wilts & Berg 2017).

Im Zusammenspiel der immer stärker vernetzten Alltagswelt mit der fundamental neuen Qualität von lernenden, autonom handelnden Systemen mit künstlicher Intelligenz (KI) und der Ausbreitung digitaler Plattformen baut sich zudem eine bislang unbekannte Transformationsdynamik auf. Dem wachstumsgetriebenen Wirtschaftsmodell der Industriegesellschaften wird ein zusätzlicher Schub verliehen und gleichzeitig wandeln sich im digitalen Plattformkapitalismus die Randbedingungen und Spielregeln von Ökonomien.

Hier zeigen sich immer deutlicher die ökologischen Schattenseiten der Digitalisierung durch den steigenden Umweltverbrauch der Informations- und Kommunikationstechnologien. Es verschärft sich der Widerspruch einer oft exponentiellen digitalen Wachstumsdynamik gegenüber der zwin-genden Notwendigkeit, die planetaren Grenzen im Umwelt- und Ressourcenverbrauch einzuhalten. Ebenso tiefgreifend verändern sich mit den digitalen Informationsflüssen, differenzierten Daten-zugängen und einem neuen Typ von Diskursen die Grundlagen des Zusammenlebens in demokrati-scher Gesellschaften.

Mittlerweile adressieren immer mehr wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen die Ambivalenz der sozial-ökologischen Chancen und Risiken der Digitalisierung.¹ Das Problembewusstsein wächst und muss nun in konkretes Handeln überführt werden. Es geht vor allem darum, die laufende **digitale Transformation im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung für Gesellschaft und Politik zu gestalten.**² Dafür müssen Handlungsfelder definiert und in ihren spezifischen Einflussgrößen, Kausalitäten und Konsequenzen greifbar gemacht werden.

2. Nachhaltigkeit braucht mehr als digitale Technologien – digitale Lösungen als sozio-technische Innovationen ins Zentrum rücken

Mit dem Forschungsbereich Digitale Transformation bringt sich das Wuppertal Institut verstärkt in die Debatte mit einem Schwerpunkt auf den Wechselwirkungen von nachhaltiger Digitalisierung und industrieller Transformation ein. Ausgangspunkt ist ein breiteres Verständnis von Digitalen Lösungen für die Nachhaltigkeitstransformation als sozio-technische Innovationen. Hierfür sind folgende **fünf Aspekte** relevant.

- **1. Digitalisierung** zeichnet sich durch eine **extrem hohe Innovationsdynamik** aus. Der technische Fortschritt verändert in einem rasanten Tempo die Art und Weise wie Daten erfasst, vernetzt, geteilt, analysiert und für Entscheidungen und Interventionen in der realen Welt genutzt werden. Einigen Schlüsseltechnologien wie zum Beispiel der künstlichen Intelligenz (*siehe Kasten*) kommt dabei besondere Bedeutung zu, da sie in besonderem Maße erfolgskritische und beschleunigende Innovationstreiber sind.
- **2. Digitalisierung ist** kein Feuerwerk von Einzeltechnologien, denn die eigentliche Wirkung entsteht durch **die Kombination verschiedener Schlüsseltechnologien in digitalen Lösungen.** Diese stehen wiederum in Wechselwirkung mit ihrem Umfeld und ihrer Infrastruktur. Pioniere und Technologieführer zeichnen sich dadurch aus, dass sie den **technologischen Gestaltungsraum** stetig auszudehnen, also ihr Ökosystem an Lösungen immer wieder zu re-kombinieren, Infrastrukturen auszubauen und immer größere Teile der Wertschöpfungsketten abzudecken.

■ **Neue Lösungsintelligenz gesucht – künstliche Intelligenz auf die relevanten Nachhaltigkeitsprobleme ansetzen**

Der Perspektivwechsel von der Technologie zur Lösung hat unmittelbare Konsequenzen auch für die Bewertung der Künstlichen Intelligenz (KI) als neue Schlüsseltechnologie in der digitalen Welt. Technik ist kein Selbstzweck und es geht auch nicht alleine um die Optimierung von Einzelanwendungen wie zum Beispiel die intelligente Steuerung von Heizungsanlagen. KI wird ihre positive Wirkung vor allem dann entfalten können, wenn sie auf die relevanten Probleme der nachhaltigen Transformation von Organisationen, Wirtschaftssystemen und Infrastrukturen angesetzt wird. Es ist daher vorrangig erst einmal eine neue, kooperative Lösungsintelligenz in Verbindung mit einem umfassenderen Verständnis komplexer Problemstrukturen vonnöten. Dies meint die Fähigkeit, eine neue Qualität von Lösungsstrategien zu erreichen, indem bislang unzureichend verstandene Wechselwirkungen und Wirkmechanismen in Transformationsprozessen gezielt durch das Werkzeug KI aufgedeckt und adressiert werden. Klug eingesetzt, kann und wird KI dann – quasi als neuer „**8. Sinn**“ für Daten – entscheidende Beiträge leisten, um die anschwellenden Datenströme, verborgenen Verknüpfungen und explodierende Vielfalt an Handlungsoptionen zu beherrschen, die jenseits menschlicher Wahrnehmungen und Verarbeitungskapazitäten liegen.

¹ Vgl. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), 2019; Rat für nachhaltige Entwicklung, 2018; Sühlmann-Faul & Rammler, 2018; Höfner & Frick, 2019

² Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2019

- 3. Digitale Lösungen verändern Informationsprozesse, neue Informationsprozesse verändern die Welt.** In vollem Umfang wirken neue Informationsprozesse allerdings erst durch ihre Integration beziehungsweise Implementation in organisatorische Abläufe, Arbeitsprozesse, menschliche Verhaltensweisen oder Geschäftsmodelle. Für die Bewertung der Chancen und Risiken der Digitalisierung für eine nachhaltige Transformation und die Erreichung der globalen Nachhaltigkeitsziele muss der Blick für Datenströme, Informationsprozesse und deren Auswirkungen auf die Interaktionen von Menschen und Institutionen in ihrem Zusammenspiel mit der Umwelt geschärft werden.
- 4. Digitale Lösungen sind daher im Kern sozio-technische Innovationen** und die nicht-technischen Aspekte der Transformation sind komplex und durch vielfältige sozio-kulturell-organisatorische Einflussfaktoren geprägt. Es sind jedoch gerade diese kommunikativen, prozessualen und organisatorischen Anpassungen im **sozio-ökonomischen Gestaltungsraum**, die letztlich Wirtschaft, Gesellschaft und Politik verändern – und damit die Digitalisierung zu einer derartig tiefgreifenden Gestaltungsmacht werden lassen.³
- 5. Digitalisierung kann ihr volles ökologisches Potenzial** vor allem dort ausspielen, wo sie die gegenwärtigen Lebens- und Konsumstile, Wirtschafts- und Produktionsweisen oder die Organisation von Energiesystemen, Städten und Verkehr **im Grundsatz verändert**. Entsprechend müssen die sozio-ökonomischen Einflussfaktoren und Wirkungsbedingungen von **systemverändernden digitalen Lösungen ins Zentrum** des gestaltenden Handelns rücken – als Zusammenspiel verschiedener Technologien im Kontext individueller, sozialer, organisatorischer, institutionell-regulatorischer und kommerzieller Innovationen.

Digitale Lösungen sind sozio-technische Innovationen

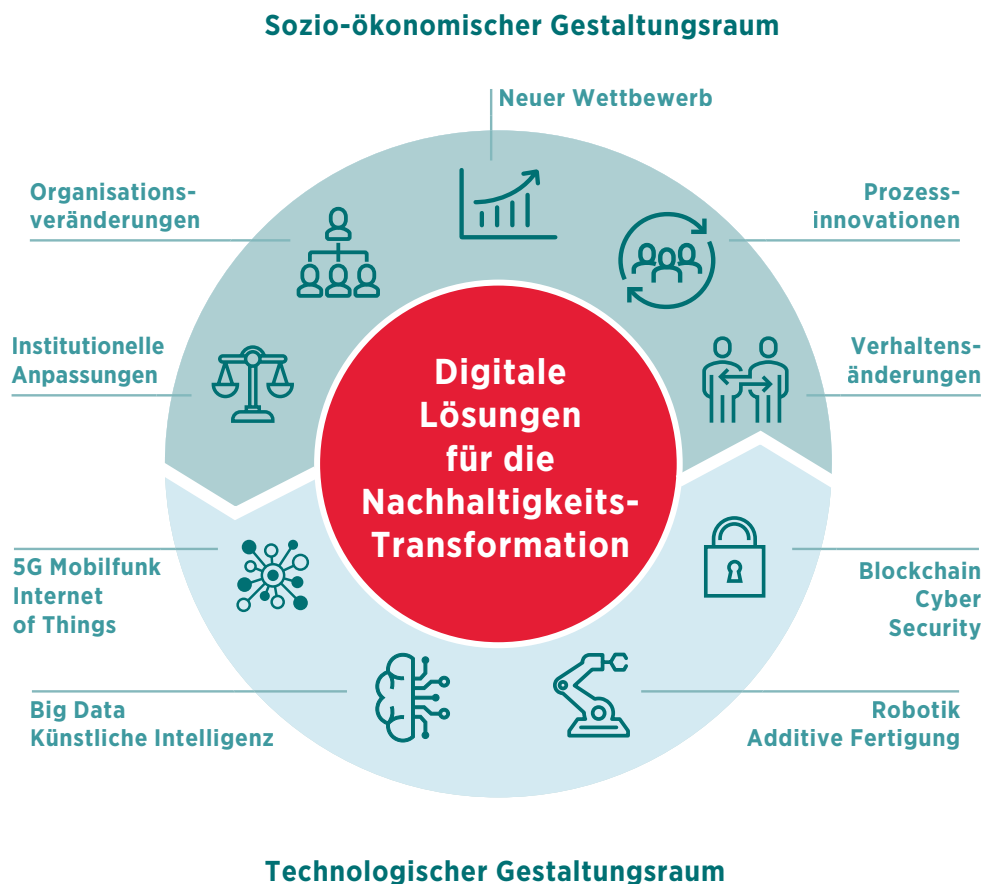


Abb. 2: . Digitale Lösungen sind sozio-technische Innovationen
 Quelle: Wuppertal Institut/VisLab 2019

³ Der WBGU sieht in der Digitalisierung daher „... nichts weniger als eine zivilisatorische Revolution“ (WBGU 2019)

Die Gestaltung der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen im Zusammenspiel mit neuen technologischen Möglichkeiten und relevanten Anwendungsfällen für Ökologie und Gesellschaft ist damit der Schlüssel für eine nachhaltige Digitalisierung. Hier setzen die Arbeiten im **Forschungsbereich Digitale Transformation** an und verfolgen **zwei Schwerpunkte**:

- Digitalisierung nutzen um den Rahmen und Gestaltungsraum für eine nachhaltige industrielle Transformation zu schaffen
- Entwicklungs- und Anwendungsbedingungen für Digitalisierung durch einen umweltpolitischen Rahmen ökologisch ausrichten

3. Ein Upgrade für die Industrie 4.0 – die digitale Fabrik zur digitalen Kreislaufwirtschaft weiterentwickeln

Die industrielle Transformation mit dem Ziel höherer Ressourceneffizienz und Dekarbonisierung ist eine der großen Aufgaben der Nachhaltigkeitstransformation. Aktuell konzentriert sich aber die Digitalisierung von Anlagen und Prozessen als Teil der sogenannten vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0) auf die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie im 21. Jahrhundert. Was fehlt ist der ganzheitliche Blick auf die Einbettung des einzelnen Unternehmens ins Gesamtsystem und eine ressourceneffiziente Kreislaufführung als gemeinsame Aufgabe, das macht **die Industrie 4.0 bislang quasi blind auf dem Auge der Circular Economy**.⁴

Der nächste Schritt ist somit, die **Industrie 4.0 zu einer digitalen Circular Economy weiterzuentwickeln**, bei der sowohl Stoff- sowie Informationsflüsse geschlossen werden und die Beteiligten über die verschiedenen Wertschöpfungsstufen miteinander vernetzt sind. Im Ergebnis dehnt sich die Datenhülle der Industrie 4.0 aus und macht derzeit oft noch fehlende Informationen zum Beispiel auf geteilten Plattformen für neue Akteurinnen und Akteure etwa im Re-Manufacturing oder Recycling verfügbar (Berg & Wilts 2019). Das Feedback zur tatsächlichen Nutzung und Verwertbarkeit von Produkten und Materialien lässt sich auch als Informationsinput für Forschung und Entwicklung sowie Engineering und Produktdesign schon am Anfang des Lebenszyklus berücksichtigen.

4. Den ökologischen Fußabdruck der Digitalisierung zum umweltpolitischen Schwerpunktthema machen

Digitalisierung bietet **viele Chancen für die Senkung von Energie- und Umweltverbrauch sowie Treibhausgasemissionen**, die konsequent genutzt werden müssen. **Digitalisierung hat aber auch einen ökologischen Preis**. Sie ist nicht virtuell, denn all die unzähligen Endgeräte, Rechenzentren und Kommunikationsinfrastrukturen verbrauchen immer mehr Energie sowie Material und tragen zum Klimawandel bei. In vielen Anwendungsfällen lässt sich ein Rebound-Effekt nachweisen, also erzielte Einsparungen werden teilweise oder gänzlich durch Mehrverbräuche an anderer Stelle kompensiert. Die wissenschaftliche und empirische Basis hierzu wird immer breiter, trotzdem fehlt immer noch eine umfassende und robuste Methodik wie auch die Datenbasis zur systematischen Evaluierung und Berücksichtigung von Rebound-Effekten bei Energie- und Ressourceneffizienz durch Digitalisierung.

Der „**Physical Twin**“ der Datenwelt hinterlässt **einen gewaltigen Fußabdruck**. Die Herausforderung ist, Geräte und Infrastrukturen ressourcen- und energieeffizienter zu gestalten, schnell die Versorgung mit CO₂-freiem Strom aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten und die Standortplanung vor allem von Rechenzentren an einer bestmöglichen Abwärmenutzung auszurichten.

⁴ Erst seit kurzem zeigen sich erste Anzeichen, die Philosophie der Industrie 4.0 auf eine ganzheitliche Kreislaufführung von Ressourcen und Wertschöpfung auszuweiten, vgl. das Leitbild 2030 der Plattform Industrie 4.0 (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019). Deutlich umfassender wird das Thema z.B. vom VDMA als explizites Zukunftsbild 2030 für den Maschinen- und Anlagenbau bearbeitet (Maiser et al., 2019).

Noch relevanter als der Betrieb von digitalen Geräten und Infrastrukturen ist allerdings deren **Herstellung und die vorgelagerten Prozessstufen, die den Löwenanteil des Umwelt- und Ressourcenverbrauchs verursachen**. Getrieben durch die hohe Innovationsdynamik und entsprechend kurze Lebenszyklen zusammen mit stetigem Marktwachstum steigt weltweit der Einsatz von kritischen Rohstoffen in Elektronikgeräten. Derzeit fehlen noch wirkungsvolle Strategien für eine umwelt- und sozialverträgliche Gewinnung, Verarbeitung und Kreislaufführung der eingesetzten Ressourcen.

5. Fazit: Eine eigene umweltpolitische Strategie für die Digitalisierung ist überfällig

Wie die Elektrizität zu Beginn des 20. Jahrhunderts ist die Digitalisierung zu Beginn des 21. Jahrhunderts eine epochale Gestaltungskraft und verändert grundlegend die Entwicklungsbedingungen für Wirtschaft und Gesellschaft. Analog zur Elektrizitätswirtschaft ist die Digitalwirtschaft mittlerweile ein Sektor mit eigenen Produkten, Infrastrukturen, Wirtschaftszweigen und, immer deutlicher sichtbar, auch großer Umweltrelevanz. Entsprechend den anderen umweltrelevanten Sektoren wie die Energiewirtschaft, Chemieindustrie oder Autoindustrie muss deshalb **auch die Digitalbranche durch eigene umweltpolitische Strategien und Instrumentarien zur Dekarbonisierung und Ressourceneffizienz adressiert** werden.

Der digitalen Transformation kann eine Richtung vorgegeben und das sozio-kulturelle, organisatorische und institutionelle Umfeld der digitalen Innovationen gestaltet werden – gleichermaßen als Erfolgsvoraussetzung für die gewünschten Nachhaltigkeitsbeiträge wie auch als Leitplanken für die ungewollten ökologischen Folgen. Die Aufgabe ist nun, Politik und Gesellschaft dafür handlungsfähig zu machen.

Erste Eckpunkte der Politik- und Forschungsagenda lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Komplexität der Wirkungen verstehen und bewerten** durch Analyse der sozio-technischen Einflussfaktoren und Wechselwirkungen sowie der Quantifizierung der positiven und negativen Umwelteffekte von Digitalisierung einschließlich der Nebenwirkungen, Reboundeffekte usw.
- **Umweltverbrauch erfassen und vermessen** und so eine konsistente empirische Datenbasis zu Energie-/Materialinputs und Ressourcenverbräuchen für Vorleistungen, Herstellung und Betrieb von digitalen Geräten, Anwendungen und Infrastrukturen schaffen und stetig ausbauen.
- **Indikatoren und Ziele definieren** zur Steuerung von Ressourcenverbrauch und Klimawirkungen der Digitalisierung in allen Anwendungsbereichen und für ein systematisches Monitoring zum Beispiel im Rahmen der EU-Ökodesign Richtlinie oder als neue Energieeffizienzlabel.
- **Anreize und Rahmen setzen**, um das ökonomische Potenzial für klimaschonende und ressourceneffiziente digitale Lösungen zu mobilisieren – neue digital-unterstützte Geschäftsmodelle und nachhaltige Lebensweisen müssen sich lohnen und entfalten können.
- **Politikinstrumente und -strategien für bewegliche Ziele entwickeln**. Dies erfordert neue Konzepte und Methoden für innovatives politisches Handeln und experimentelles soziales Lernen in einem hoch-dynamischen Umfeld, das sich schneller entwickelt als klassische Politikprozesse reagieren könnten.

Vertiefende Quellen

- *Berg, H., & Wilts, H. (2019). Digital platforms as market places for the circular economy – requirements and challenges. NachhaltigkeitsManagementForum | Sustainability Management Forum (Vol. 27, No. 1, pp. 1-9)*
- *Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), & Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). (2018). Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Abgerufen von www.ki-strategie-deutschland.de*
- *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). (2019). Umwelt in die Algorithmen! Eckpunkte für eine umweltpolitische Digitalagenda des BMU. Berlin*
- *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.). (2019). Digitale Ökosysteme global gestalten. Leitbild 2030 für Industrie 4.0.*
- *Europäische Kommission. (2018). Koordinierter Plan für künstliche Intelligenz (Mitteilung der Kommission Nr. COM(2018) 795 final). Brüssel.*
- *Höfner, A., & Frick, V. (Hrsg.). (2019). Was Bits und Bäume verbindet. Digitalisierung nachhaltig gestalten. München: oekom Verlag*
- *Maiser, E., Moller, B., Wilts, H., Denz, N., & Voglhuber-Slavinsky, A. (2019). Circular Economy 4.0. Zukunftsbilder 2030 für den Maschinen- und Anlagenbau (VDMA Future Business, Frankfurt/M., Hrsg.)*
- *Rat für nachhaltige Entwicklung (RNE). (2018). nachhaltig_UND_digital. Nachhaltige Entwicklung als Rahmen des digitalen Wandels [Empfehlung des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung]. Berlin*
- *Sühlmann-Faul, F., & Rammner, S. (2018). Der blinde Fleck der Digitalisierung. Wie sich Nachhaltigkeit und digitale Transformationen in Einklang bringen lassen. München: oekom Verlag*
- *WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. (2019). Unsere digitale Zukunft. Zusammenfassung. Berlin: WBGU*
- *Wilts, C. H., & Berg, H. (2017). Digitale Kreislaufwirtschaft: die digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Stoffkreisläufe. Wuppertal Institut. InBrief (04/2017). Wuppertal*

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung – nicht-kommerziell – keine Bearbeitung 4.0 International | <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Christin Hasken
Leitung Kommunikation
Döppersberg 19
42103 Wuppertal · Germany
Phone +49 202 2492-187 · Fax -108
pr@wupperinst.org

Berlin Office
im ProjektZentrum Berlin der Stiftung Mercator
Neue Promenade 6
10178 Berlin · Germany
Phone +49 30 28 87 458-10 · Fax -40
buero.berlin@wupperinst.org

wupperinst.org