

Engels, Barbara

**Working Paper**

## Nachhaltige Digitalisierung: Ein digitalökonomisches Konzept

IW-Policy Paper, No. 3/2022

**Provided in Cooperation with:**

German Economic Institute (IW), Cologne

*Suggested Citation:* Engels, Barbara (2022) : Nachhaltige Digitalisierung: Ein digitalökonomisches Konzept, IW-Policy Paper, No. 3/2022, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/263243>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



# Nachhaltige Digitalisierung

Ein digitalökonomisches Konzept

Barbara Engels

Köln, 08.08.2022

**IW-Policy Paper 3/2022**

Aktuelle politische Debattenbeiträge



#### **Herausgeber**

**Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.**

Postfach 10 19 42

50459 Köln

Das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) ist ein privates Wirtschaftsforschungsinstitut, das sich für eine freiheitliche Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung einsetzt. Unsere Aufgabe ist es, das Verständnis wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Zusammenhänge zu verbessern.

#### **Das IW in den sozialen Medien**

Twitter

[@iw\\_koeln](https://twitter.com/iw_koeln)

LinkedIn

[@Institut der deutschen Wirtschaft](https://www.linkedin.com/company/institut-der-deutschen-wirtschaft)

Facebook

[@IWKoeln](https://www.facebook.com/IWKoeln)

Instagram

[@IW\\_Koeln](https://www.instagram.com/IW_Koeln)

#### **Autoren**

**Barbara Engels**

Senior Economist

[engels@iwkoeln.de](mailto:engels@iwkoeln.de)

0221 – 4981-703

**Alle Studien finden Sie unter**

**[www.iwkoeln.de](http://www.iwkoeln.de)**

**Stand:**

August 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Das Konzept der Nachhaltigen Digitalisierung .....</b>	<b>5</b>
1.1 Wofür Digitalisierung? .....	5
1.2 Nachhaltigkeit: Dimensionen und Prinzipien .....	6
1.3 Nachhaltige Digitalisierung: Definition und Annahmen .....	7
<b>2 Chancen und Risiken der Digitalisierung .....</b>	<b>9</b>
2.1 Datennutzung .....	9
2.1.1 Nutzung von maschinengenerierten Daten .....	10
2.1.2 Nutzung von personengenerierten Daten .....	11
2.1.3 Abwägung der Chancen und Risiken der Datennutzung .....	12
2.2 Vernetzung .....	13
2.2.1 Vernetzung von Prozessen, Systemen und Produkten .....	14
2.2.2 Vernetzung von und in Märkten .....	15
2.2.3 Vernetzung in der Gesellschaft .....	16
2.2.4 Abwägung der Chancen und Risiken der Vernetzung .....	17
2.3 Automatisierung und Autonomisierung .....	17
2.3.1 Virtualisierung .....	18
2.3.2 Künstliche Intelligenz .....	19
2.3.3 Abwägung der Chancen und Risiken der Automatisierung und Autonomisierung .....	20
2.4 Zusammenfassung .....	20
<b>3 Digitalökonomik für eine nachhaltige Digitalisierung .....</b>	<b>22</b>
Bereichsübergreifende Fragen .....	24
Datenökonomie .....	24
Digitale Arbeitswelt .....	25
Digitale Bildung .....	25
Digitale Märkte .....	26
Digitalrecht .....	26
Digitale Teilhabe .....	27
Green und Circular Economy .....	27
Infrastrukturwandel .....	27
Internet der Dinge .....	28
Künstliche Intelligenz .....	28
<b>4 Auf der Suche nach Antworten .....</b>	<b>29</b>
<b>5 Abstract .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>31</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>31</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>32</b>

## JEL-Klassifikation

O33 – Technischer Wandel: Entscheidungen und Tragweite; Diffusionsprozesse

O44 – Umwelt und Wachstum

Q01 – Nachhaltige Entwicklung

Q55 – Technologische Innovation

## Zusammenfassung

Datennutzung, Vernetzung, Automatisierung und Autonomisierung: Die Digitalisierung ist omnipräsent. Aber wozu dient Digitalisierung? Sie ist kein Selbstzweck. Sie soll den Menschen dienen, ihnen zu mehr Wohlstand verhelfen. Wohlstand kann mit quantitativen und qualitativen Indikatoren gemessen werden. In jedem Fall ist mehr und gerecht verteilter Wohlstand nur möglich, wenn die ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit gewährleistet wird. Eine Digitalisierung, die zu mehr und gerecht verteiltem Wohlstand führt, ist eine nachhaltige Digitalisierung. Sie ist eine Digitalisierung, die so gestaltet ist, dass Gesellschaft und Wirtschaft langfristig von ihr profitieren. Dieses Policy Paper entwickelt eben dieses Konzept der nachhaltigen Digitalisierung.

Die Digitalisierung kann wirtschaftlich und gesellschaftlich sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben, birgt also Chancen und Risiken. Eine nachhaltige Digitalisierung ist eine Digitalisierung, bei der die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Ausmaß der Chancen maximiert werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Ausmaß der Risiken werden hingegen minimiert. Beispielweise wird Digitalisierung dann so gestaltet, dass eine Chance, die Datennutzung bietet – nämlich Produktionsprozesse zu analysieren und zu optimieren – genutzt wird, während ein Risiko, das mit der Datennutzung einhergeht – die Angreifbarkeit dieser Prozesse durch Datenmanipulation – gemindert wird. Um das zu erreichen, müssen grundsätzliche Gestaltungsfragen der Digitalisierung aus wissenschaftlicher Perspektive beantwortet werden. Eine Disziplin, die dazu besonders beitragen kann, ist die Digitalökonomik. So ist bei dem Beispiel der Datennutzung im Produktionsprozess zu beantworten, wie Daten möglichst umfassend genutzt werden können, ohne ihre Sicherheit zu gefährden. Dazu ist dann detaillierter zu beantworten, wie Data Governance im Unternehmen gestaltet und umgesetzt werden kann.

Dieses Policy Paper stellt die Chancen und Risiken der Digitalisierung anhand ihrer drei Säulen Datennutzung, Vernetzung, Automatisierung und Autonomisierung gegenüber und entwickelt darauf basierend Fragen, die aus digitalökonomischer Perspektive beantwortet werden müssen, um eine nachhaltige Digitalisierung zu gewährleisten. Dafür werden die einzelnen Themenbereiche der Digitalökonomie, darunter Datenökonomie, Digitale Märkte, Digitale Bildung und Digitale Arbeitswelt, vorgestellt. Somit bildet dieses Policy Paper einen Startpunkt für extensive weitere Forschung zu den Querschnittsthemen Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Um nachhaltige Digitalisierung, die dem Menschen dient, zu verstehen und zu gestalten, braucht es fortlaufend Potenzialbewertungen und Risikoeinschätzungen aus verschiedenen Perspektiven sowie ein verlässliches Monitoring und adaptive Governance. Ein interdisziplinärer Forschungsansatz ist daher sinnvoll. Dem entsprechend sollte die in diesem Paper vorgestellte digitalökonomische Perspektive mit den Perspektiven anderer Disziplinen kombiniert werden.

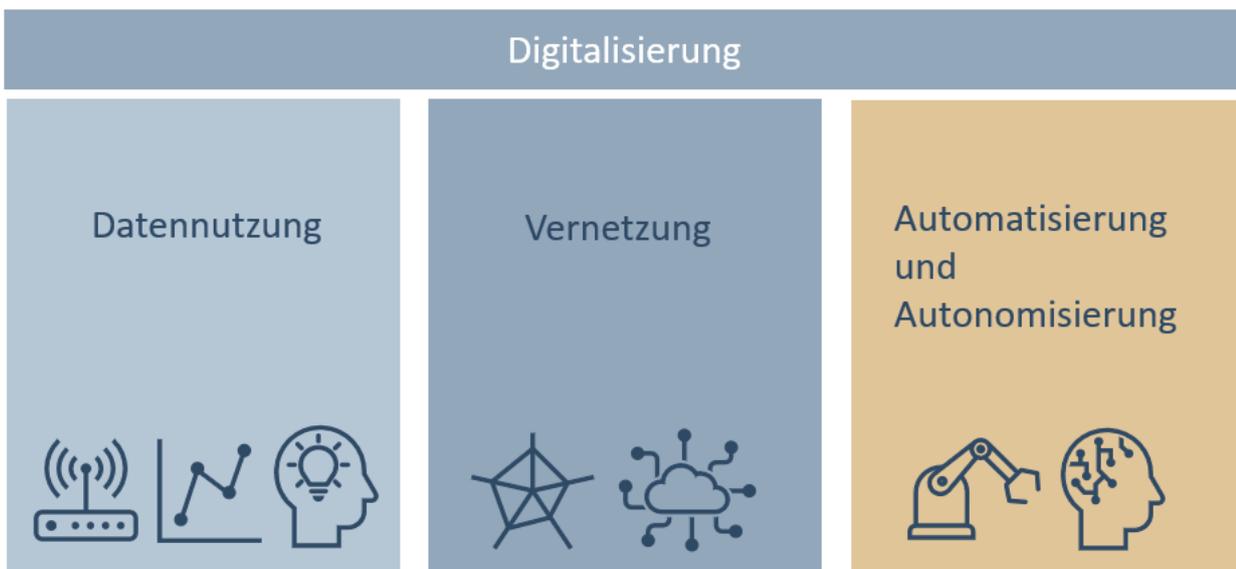
# 1 Das Konzept der Nachhaltigen Digitalisierung

In diesem Policy Paper wird das Konzept der Nachhaltigen Digitalisierung aus digitalökonomischer Perspektive entwickelt. Zunächst werden in Kapitel 1.1 und 1.2 die Begriffe Digitalisierung und Nachhaltigkeit erläutert. In Kapitel 1.3 wird Nachhaltige Digitalisierung definiert und die ihr zugrundeliegenden Annahmen werden vorgestellt. Die Chancen und Risiken der Digitalisierung werden in Kapitel 2 gegenübergestellt. Kapitel 3 beinhaltet die Fragen, die aus digitalökonomischer Perspektive beantwortet werden müssen, um die Chancen der Digitalisierung zu maximieren und die Risiken zu minimieren und so aus der Digitalisierung eine nachhaltige Digitalisierung zu machen.

## 1.1 Wofür Digitalisierung?

Die Digitalisierung ist da. Zahlreiche verschiedenartige Geräte und Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnologie haben Einzug in nahezu alle Lebensbereiche gehalten. Sie machen den sozio-technischen Wandel, den Digitalisierung bedeutet, sichtbar. Getragen wird die Digitalisierung von den drei Säulen Datennutzung, Vernetzung sowie Automatisierung und Autonomisierung (Abbildung 1-1).

Abbildung 1-1: Säulen der Digitalisierung



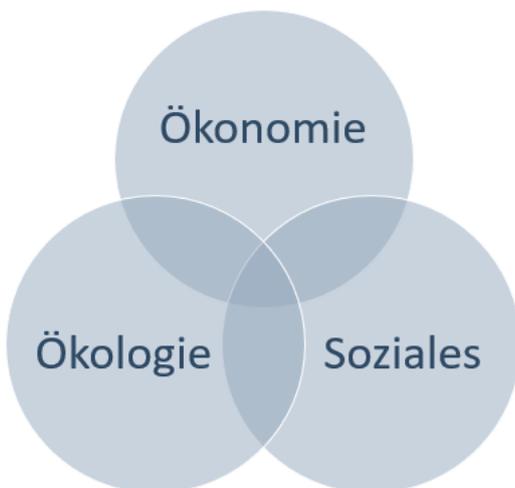
Quelle: eigene Darstellung

- **Datennutzung** umfasst die Generierung und Erhebung von Daten, die Analyse und anschließende Informationsgewinnung aus Daten und schließlich die Nutzung des daraus entstehenden Wissens. Daten können maschinengeneriert und/oder personengeneriert sein.
- **Vernetzung** meint die zunehmende Anzahl digitaler Verbindungen zwischen immer mehr Produkten, Prozessen, Systemen und Personen, die unter anderem durch Online-Plattformen ermöglicht wird. Diese Verbindungen generieren wiederum Daten.
- **Automatisierung und Autonomisierung** beschreibt, dass die datengenerierenden, vernetzten Prozesse zunehmend automatisiert und zum Teil auch autonom ablaufen. Hier setzt die Künstliche Intelligenz an, die derzeit vor allem in Assistenzsystemen umgesetzt wird.

Eine immer stärkere Datennutzung, Vernetzung, Automatisierung und Autonomisierung sind vor allem in den vergangenen zwei Jahrzehnten seit der weltweiten Einführung von bezahlbaren Smartphones zu beobachten. Das Smartphone digitalisiert die Konsumgesellschaft und erhebt Daten aus jeder Hosentasche heraus (Cochoy et al., 2020). Auch die Zunahme an digitalen Rechen- und Speicherkapazitäten hat den digitalen Wandel beschleunigt (Bansen, 2019). Aber wozu dient Digitalisierung langfristig?

Digitalisierung ist kein Selbstzweck. Sie ist kein Ziel, sie ist Mittel und Werkzeug. Digitalisierung soll den Menschen dienen und ihnen zu einem leichteren, besseren Leben verhelfen. Sie soll zu mehr Wohlstand führen. Mehr Wohlstand wird in der Wachstumsgesellschaft mit dem quantitativen Wachstum der Volkswirtschaft assoziiert, also einem steigenden Bruttoinlandsprodukt (IW/IWC, 2015). Mehr Wohlstand basiert aber auch auf qualitativem Wachstum bestehend aus Indikatoren wie einer verbesserten Lebensqualität, dem Erhalt der Umwelt und einer gerechten Einkommensverteilung (Diefenbacher/Zieschank, 2011; Enste/Klöß, 2021). Wohlstand ist deshalb neben monetärem wirtschaftlichem Wachstum in sozialen und ökologischen Metriken zu messen (Raworth, 2017). Die Schnittmenge aus Ökonomie, Sozialem und Ökologie wird als Nachhaltigkeit definiert (Abbildung 1-2).

**Abbildung 1-2: Nachhaltigkeit**



Quelle: eigene Darstellung

## 1.2 Nachhaltigkeit: Dimensionen und Prinzipien

Auch die 17 Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals – SDGs) der Agenda 2030 der Vereinten Nationen (UN, 2015) basieren auf den ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen der Nachhaltigkeit (Neligan/Eyerund, 2020). Die SDGs sollen die Würde des Menschen, den Schutz des Planeten, Frieden und Wohlstand für alle sichern sowie globale Partnerschaften fördern.

- Ökologische Nachhaltigkeit bedeutet, die natürlichen Lebensgrundlagen nur in dem Maße zu beanspruchen, wie diese sich regenerieren.

- Ökonomische Nachhaltigkeit meint, dass eine Gesellschaft wirtschaftlich nicht über ihre Verhältnisse leben sollte, da dies zu Nachteilen für die nachkommenden Generationen führt. Eine Wirtschaftsweise ist also dann nachhaltig, wenn sie dauerhaft betrieben werden kann.
- Soziale Nachhaltigkeit hat zum Ziel, soziale und gesellschaftliche Spannungen zu minimieren und Konflikte friedlich zu lösen, sodass ein gutes Leben für alle ermöglicht wird. Dafür spielen Gerechtigkeit und Teilhabe eine zentrale Rolle.

Nachhaltigkeit ist ein normatives Leitbild, also ein ethisch-moralisches, handlungsleitendes Prinzip, das auf Werten basiert (Pufé, 2014; Kropp, 2019). Ihr Kern ist das Prinzip der zeitlichen und räumlichen Gerechtigkeit im Sinne von intergenerationeller und intragenerationeller oder globaler Gerechtigkeit. Intergenerationelle Gerechtigkeit ist erreicht, wenn die Chancen zukünftiger Generationen auf Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse mindestens so groß sind wie die der heutigen Generation (Tremmel, 2003). Intragenerationelle Gerechtigkeit bedeutet Gerechtigkeit zwischen den heute weltweit lebenden Menschen. Alle Menschen sollen ihre Bedürfnisse befriedigen und ein Leben in Würde führen können (Kropp, 2019). Nachhaltigkeit bedeutet, nicht auf Kosten der Menschen in anderen Regionen der Erde und auf Kosten zukünftiger Generationen zu leben (ebd.). Dann kann gerechter Wohlstand erreicht werden.

Ein weiteres Prinzip der nachhaltigen Digitalisierung neben der Gerechtigkeit ist die Vorsorge. Negative Auswirkungen ökonomischer Aktivitäten sollen präventiv vermindert werden, statt im Nachhinein „aufzuräumen“ (Pufé, 2014). Nachhaltig ist das, was sich langfristig bewährt.

### 1.3 Nachhaltige Digitalisierung: Definition und Annahmen

Gemäß den vorstehenden Ausführungen ist mehr Wohlstand nur durch Nachhaltigkeit zu erreichen. Dementsprechend muss der Zweck einer Digitalisierung, die Wohlstand fördert, Nachhaltigkeit sein. Eine Digitalisierung im Dienst der Nachhaltigkeit ist eine nachhaltige Digitalisierung.

*Nachhaltige Digitalisierung bedeutet, Digitalisierung so zu gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren.*

Folgende Annahmen liegen dieser Definition zugrunde:

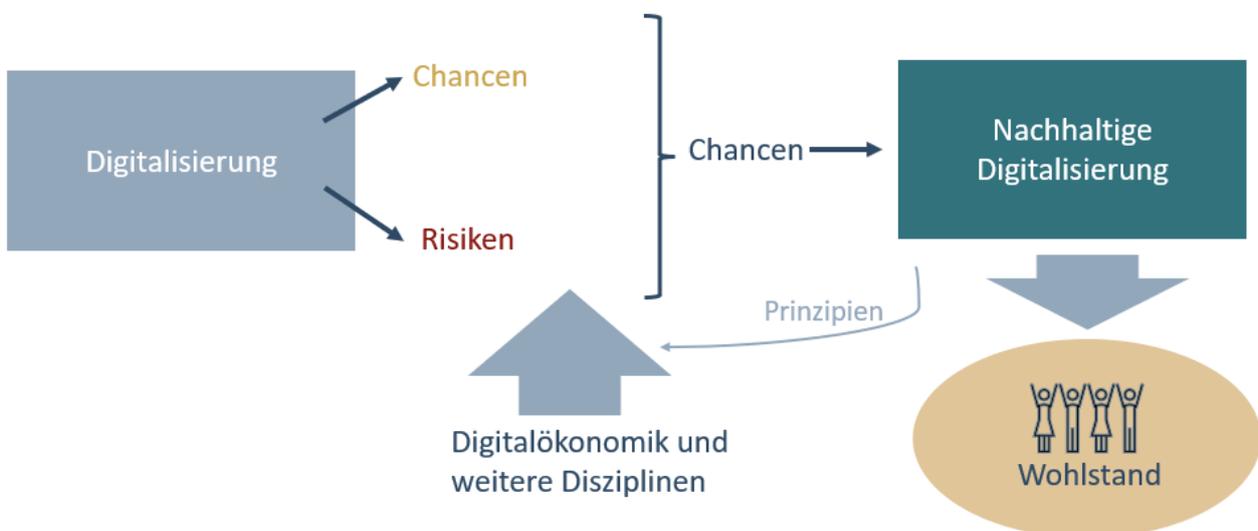
- Wir können Digitalisierung gestalten. „Wir“ meint den Staat, die Wirtschaft, die Gesellschaft, jede Einzelne und jeden Einzelnen. Die Digitalisierung ist keine Naturgewalt, sondern eine von Menschen vorangetriebene Entwicklung (WBGU, 2018). Die Verantwortung, die Digitalisierung in eine nachhaltige Richtung zu steuern, liegt bei jeder Einzelnen und jedem Einzelnen.
- Digitalisierung betrifft alle. Sie betrifft Wirtschaft, Gesellschaft und Staat.
- Digitalisierung kann positive und negative Auswirkungen haben. Wenn wir Digitalisierung gestalten, können wir ihre Chancen wahrnehmen und ihre Risiken mindern.
- Die Auswirkungen der Digitalisierung sind von unterschiedlicher Dauer. Positive Auswirkungen sollten möglichst langfristig sein. Nachhaltigkeit beinhaltet demnach auch Langfristigkeit oder Dauerhaftigkeit.

- Langfristige positive Auswirkungen der Digitalisierung sind nur möglich, wenn der Schutz der Umwelt und des Klimas sowie die Verringerung des Ressourcenverbrauchs zur Zielfunktion gehören. Ein Schlüssel zum künftigen Wohlstand liegt darin, das wirtschaftliche Wachstum mittels Digitalisierung vom Ressourcenverbrauch möglichst zu entkoppeln. Wirtschaftliches Wachstum an sich wird als erstrebenswert angesehen, wenn es nachhaltig ist – das bedeutet vor allem auch qualitatives Wachstum.
- Die Zielfunktionen der nachhaltigen Digitalisierung sind miteinander verschränkt und nicht klar trennbar.
  - Nachhaltige Digitalisierung soll einer nachhaltigen Gesellschaft dienen. Sie soll das Leben jeder und jedes Einzelnen erleichtern und bereichern. Sie soll helfen, **gerecht verteilen, höheren Wohlstand** zu ermöglichen.
  - Nachhaltige Digitalisierung soll einer nachhaltigen Wirtschaft dienen. Sie soll zu Unternehmenserfolg und Wirtschaftswachstum beitragen. Sie soll helfen, die **langfristige Rentabilität** von Unternehmen zu ermöglichen.
  - Nachhaltige Digitalisierung soll der Umwelt dienen. Sie soll helfen, die planetaren Belastbarkeitsgrenzen einzuhalten, und natürliche Lebensgrundlagen, Ökosysteme, das Klima und die Artenvielfalt schützen. Sie soll helfen, eine **umwelt- und klimaverträgliche Nutzung von Ressourcen** zu ermöglichen.

Wenn davon ausgegangen wird, dass die Digitalisierung sowohl positive als auch negative Auswirkungen hat, also Chancen und Risiken birgt, ist die nachhaltige Digitalisierung von der Digitalisierung dadurch zu unterscheiden, dass bei der nachhaltigen Digitalisierung die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Ausmaß der **Chancen** maximiert werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Ausmaß der **Risiken** werden hingegen minimiert. Dies kann geschehen, in dem verschiedene wissenschaftliche Disziplinen Gestaltungsfragen der Digitalisierung nach den **Prinzipien** einer nachhaltigen Digitalisierung beantworten. Eine Disziplin, die dazu besonders beitragen kann, ist die **Digitalökonomik**.

Die nachfolgende Abbildung 1-3 veranschaulicht das vorgestellte Konzept der nachhaltigen Digitalisierung.

**Abbildung 1-3: Das Konzept der nachhaltigen Digitalisierung**



Quelle: eigene Darstellung

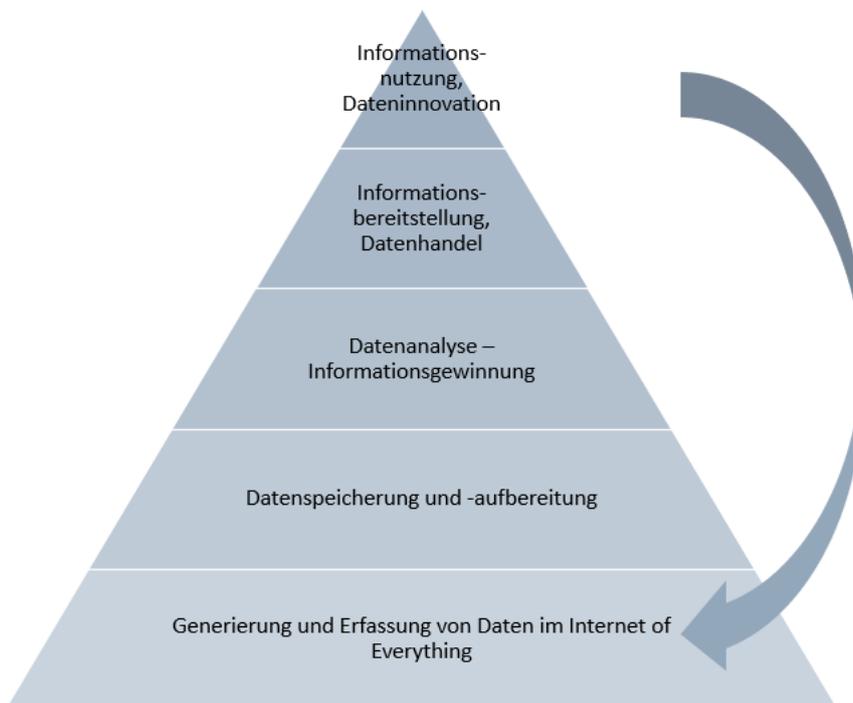
## 2 Chancen und Risiken der Digitalisierung

In diesem Kapitel werden die Chancen und Risiken der Digitalisierung zusammengefasst. Diese werden jeweils einer der in Kapitel 1 vorgestellten drei Säulen der Digitalisierung, Datennutzung, Vernetzung sowie Automatisierung und Autonomisierung zugeordnet. Die drei Säulen sind eng miteinander verzahnt und nicht trennscharf. So kommt es auch, dass die gleichen Chancen und Risiken oft zu mehr als einer Säule passen. Es wurde jeweils die Säule gewählt, die den direktesten Bezug aufweist.

### 2.1 Datennutzung

Digitale Technologien ermöglichen die Erfassung, Verarbeitung und Nutzung von immensen Datenmengen in Echtzeit. Daten sind neben Arbeit, Boden und Geld eine neue Kapitalform, die zur Entstehung neuer Wertschöpfungsstrukturen, Geschäftsmodelle und sogar Märkte führt (DEMAND, 2019). Jede Stufe der Datenwertschöpfung, wie sie in Abbildung 2-1 beschrieben ist, wird durch die Digitalisierung begünstigt und trägt wiederum zur Digitalisierung bei. So werden im sogenannten Internet of Everything, in dem mehr und mehr Produkte, Prozesse und Systeme digital vernetzt sind, immer mehr Daten generiert, die im nächsten Schritt in digitalen Infrastrukturen wie Clouds und Edge Devices gespeichert und aufbereitet werden. Die Datenanalyse erfolgt oft mit Unterstützung von Algorithmen, die Informationsbereitstellung wird wiederum durch Clouds fazilitiert. Die Nutzung der Informationen aus Daten erfolgt oft innerhalb digitaler Prozesse, die wiederum neue Daten generieren.

Abbildung 2-1: Datenwertschöpfung

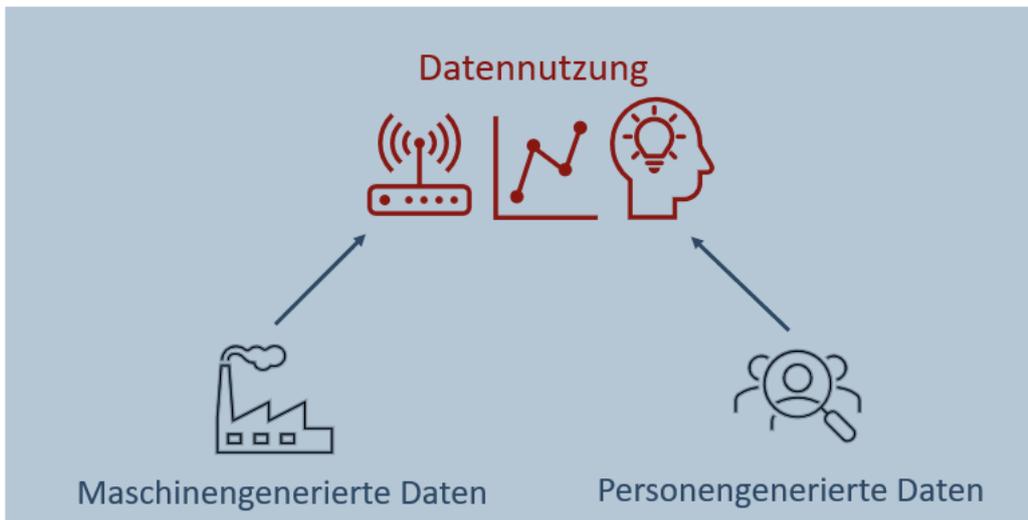


Quelle: eigene Darstellung basierend auf BVDW, 2018

Vereinfachend kann zwischen maschinengenerierten und personengenerierten Daten unterschieden werden (Abbildung 2-2). Maschinengenerierte Daten sind Daten, die durch Maschinen, Prozesse, Verfahren und Systeme generiert werden. Personengenerierte Daten sind Daten, die von Nutzerinnen und Nutzern etwa bei der Nutzung eines Gegenstands oder einer Dienstleistung generiert werden. Ist eine Person in einen

maschinellen Prozess involviert, werden die Daten dennoch als (vor allem) maschinengeneriert betrachtet. Auch bei den personengenerierten Daten sind es oft die Produkte selbst, die die Daten erfassen, da die Menschen aber einen essenziellen Part bei der Datengenerierung spielen, wird in dem Fall von personengenerierten Daten gesprochen.

**Abbildung 2-2: Datennutzung**



Quelle: eigene Darstellung

### 2.1.1 Nutzung von maschinengenerierten Daten

Die Nutzung von maschinengenerierten Daten eröffnet neue Möglichkeiten des Managements, denn nur was man messen kann, kann man managen. Die Erhebung und Analyse von Daten ermöglicht bessere Monitoring-, Evaluierungs- und Governanceprozesse durch Transparenz und Nachverfolgbarkeit. Anwendungsbeispiele sind (s. dazu auch DEMAND, 2019; Azkan et al., 2019; Goecke et al., 2019):

- vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance)
- intelligente Maschinen- und Prozesssteuerung
- einfachere Qualitätssicherung
- optimierte Routenplanung
- intelligente Verkehrsüberwachung und -steuerung
- Monitoring des Energieverbrauchs von Prozessen oder Gebäuden
- Monitoring von CO<sub>2</sub>-Emissionsdaten entlang der Wertschöpfungskette (Plattform Industrie 4.0, 2021; Strobl, 2022)
- einfachere Wiederverwertung in der Circular Economy durch Echtzeit-Informationen über Ort, Zustand, Verfügbarkeit und Material von Produkten (Zwiers et al., 2020; EMF; 2016)

Die Erfassung und Analyse von Prozessdaten sind außerdem die Grundlage für die Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen (siehe Kapitel 2.3).

Datennutzung kann allerdings nur dann erfolgreich sein, wenn die Qualität der Daten gesichert ist. Fehlerhafte, ungenaue oder nicht passende Daten oder falsche Analysen dieser können zu falschen Schlussfolgerungen und Entscheidungen führen. Dann werden Monitoring, Evaluierung und Governance ad absurdum geführt.

Die Qualität einer Datenanalyse wird determiniert durch die Qualität der zur Verfügung stehenden Daten: garbage in, garbage out (Engels/Schäfer, 2020). Dabei ist Datenqualität kein Absolutum. Jeweils relevante Datenqualitätsdimensionen und deren Qualitätslevel sind abhängig von der spezifischen Verwendung. Datenqualitätsdimensionen sind beispielsweise Vollständigkeit, Integrität, Konsistenz, Validität, Genauigkeit und Aktualität (ebd.). Jede Geschäftseinheit und unter Umständen sogar jede Funktion sowie jede Phase des Geschäftsprozesses haben unterschiedliche Datenanforderungen und Zielfunktionen, die sich zum Teil weder überschneiden noch gleichläufig sind. Eine effiziente Data Governance bringt die unterschiedlichen Anforderungen miteinander in Einklang, stellt qualitativ hochwertige Daten für alle nach den jeweiligen Bedarfen zur Verfügung und schafft unternehmensweite Verantwortlichkeiten für ein Datenqualitätsmanagement (Engels, 2019). Derzeit geben lediglich 18 Prozent der Unternehmen aus Industrie und industrienahen Branchen an, über eine Data Governance zu verfügen (Büchel/Engels, 2022b). Dementsprechend ist davon auszugehen, dass viele Daten nicht in der richtigen Qualität vorliegen und deshalb gar nicht oder falsch genutzt werden.

Neben der mangelhaften Datenqualität ist eine unzureichende Sicherheit der Daten, und größer gefasst, eine mangelnde Cybersicherheit ein erhebliches Risiko, das mit der Datennutzung einhergeht. Sind Daten nicht ausreichend technisch geschützt, können sie leicht missbraucht werden. Sie können manipuliert oder gestohlen werden. Unternehmensprozesse können so empfindlich gestört werden, Geschäftsgeheimnisse können offengelegt werden. Die Schäden, die daraus für das betroffene Unternehmen und die Volkswirtschaft insgesamt entstehen können, sind kaum zu quantifizieren, da sie sehr weitreichend sein können (Engels, 2021a und 2017a). Die Gefahr von Cyberangriffen ist sehr real. Es stellt sich nicht die Frage, ob Institutionen angegriffen werden, sondern wann und wie oft (ebd.). Die Zahl erfasster Cyberstraftaten hat 2021 mit 146.363 Delikten einen neuen Höchstwert erreicht (BKA, 2022). Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Zahl der Straftaten im Bereich der Internetkriminalität um mehr als zwölf Prozent. Die Dunkelziffer dürfte deutlich höher liegen.

### 2.1.2 Nutzung von personengenerierten Daten

Personen erzeugen bei der Nutzung von digitalen Anwendungen, etwa bei der Nutzung von Apps und Internetseiten, digitale Daten. Diese Daten, die oft aus verschiedenen Quellen stammen, können zu aussagekräftigen digitalen Profilen kombiniert werden. Auf Basis dieser Profile können den Nutzerinnen und Nutzern Inhalte gezeigt werden, für die sie sich wahrscheinlich aufgrund ihres bisherigen Userverhaltens interessieren. Individuelle Bedarfe können erhoben werden (Büchel/Engels, 2022b). Zielgruppen können segmentiert, gezielt angesprochen und entsprechend beeinflusst werden. Das ist vor allem für Unternehmen interessant, die ihre Produkte so bestmöglich bewerben und so ihren Umsatz steigern können. Durch die individuelle Bedarfsermittlung können Unternehmen die Nachfrage auch besser prognostizieren und ihre Produktion besser planen. Eine Überproduktion kann so verhindert werden. Mass Personalization, die industrielle Fertigung personalisierter Produkte, ermöglicht neue Absatz- und Konsumoptionen (Kumar, 2007). Viele Nutzerinnen und Nutzer empfinden es als vorteilhaft, die Inhalte gezeigt zu bekommen, die sie interessieren. Das gilt für Werbung wie auch für Nachrichten und andere Inhalte. Bewusstere Konsumententscheidungen und Verhaltensänderungen werden auch dadurch gefördert, dass das eigene Konsumverhalten und der eigene

Energieverbrauch anhand von Daten veranschaulicht werden können, was eine Reflexion vereinfacht (Beispiele: ökologische Fußabdruck, Smart Meter).

Die Art und Weise, wie personengenerierte Daten erhoben, zusammengeführt und genutzt werden, hat in den vergangenen Jahren zu einer Oligopolisierung des Internets geführt. Weite Teile des Internets werden durch wenige Unternehmen dominiert, darunter vor allem Alphabet (Google), Meta, Microsoft und Amazon. Diese enorme Marktmacht geht mit Abhängigkeiten einher, es kann zu Wettbewerbsverzerrungen (u. a. im Werbemarkt) und Markteintrittsbarrieren sowie gehemmter Innovationsfähigkeit kommen (Deller et al., 2021). Insbesondere kleinere Unternehmen haben kaum Chancen, überhaupt einen Markt zu betreten.

Für Gesellschaft und Demokratie ist die Datenmacht bedenklich, die mit der Marktmacht einhergeht. Umfassende Datenanalysen machen menschliches Verhalten vorhersagbar und manipulierbar. Dies hat auch Auswirkungen auf die öffentliche Meinungsbildung. Durch Überwachung und Kontrolle kann es zu massiven Eingriffen in Privatsphäre und Persönlichkeitsrechte kommen (WBGU, 2019b). Auf diese Weise können Autokratien gestärkt werden. Aber auch für Demokratien kann diese Entwicklung eine Gefahr sein. Sie können destabilisiert werden.

Erhebung, Zusammenführung und Auswertung großer Datenmengen einzelner Personen begünstigen den „Gläsernen Menschen“ und damit eine stärkere Kontrolle im Privaten wie im Beruflichen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Menschen nicht souverän mit ihren Daten umgehen können. Vielen Nutzenden ist die Wichtigkeit von Datenschutz nicht bewusst oder sie handeln zumindest nicht nach ihren Datenschutzpräferenzen (Privacy Paradox; Engels/Grunewald, 2017). Mit der Europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und Regularien wie dem Digital Markets Act (DMA) hat die Europäische Union starke Rahmenbedingungen für den Datenschutz geschaffen, deren Umsetzung und Kontrolle allerdings schwierig ist.

Auch bei der Nutzung personengenerierter Daten ist mangelhafte Datensicherheit ein Risiko, das auch der Bevölkerung bewusst ist. 77 Prozent der Internet-Nutzerinnen und -Nutzer halten ihre Daten nicht für sicher (Bitkom, 2021).

### 2.1.3 Abwägung der Chancen und Risiken der Datennutzung

Den Chancen der Datennutzung stehen ernstzunehmende Risiken gegenüber, wie Tabelle 2.1 zusammenfasst. Dabei sind Chancen und Risiken nicht eins zu eins aufeinander zu beziehen. Nicht zu jeder Chance gibt es ein direkt zuzuordnendes Risiko und andersherum.

**Tabelle 2-1: Chancen und Risiken der Datennutzung**

Chancen	Risiken
Monitoring, Evaluierung, Governance	Fehlschlüsse durch mangelhafte Datenqualität
Grundlage für Automatisierung und Autonomisierung	Verwundbarkeit durch mangelnde Cybersicherheit
individuelle Kundenansprache	Marktversagen
besseres Matching von Angebot und Nachfrage	Gefahr der Manipulation und Kontrolle

Quelle: eigene Darstellung

Die ubiquitäre Datenerhebung, die mit der Digitalisierung einhergeht, ermöglicht es generell, Wissen und damit Transparenz einfach zu erzeugen. Transparenz schafft Vertrauen auch unter Unbekannten und ermöglicht so neue Formen der Kooperation und Kollaboration (beispielsweise auch in der Sharing Economy). Transparenz fördert auch das Vertrauen in Politik und staatliche Institutionen (Janssen et al., 2017) und stärkt damit die demokratische Gesellschaft.

Aus gesamtwirtschaftlicher und gesamtgesellschaftlicher Perspektive ist absolute Transparenz jedoch nicht wünschenswert. Es erscheint nicht sinnvoll, dass alle über alles Bescheid wissen können. Manche Informationen bleiben sinnvollerweise verborgen. Auch sind viele Menschen durch die Fülle an Informationen überfordert, mit der sie im digitalen Raum konfrontiert werden: mit Nachrichten, die sich zum Teil widersprechen, deren Halbwertszeit geringer und deren Spezialisierungsgrad größer wird (Breidenbach et al., 2022). Angesichts der enormen Daten- und Informationsmengen, die im Internet geteilt werden, ist die Prüfung der Inhalte auf Richtigkeit und Wahrheitsgehalt schwierig (Breyer et al., 2019). Nur 56 Prozent der Bürgerinnen und Bürger in Deutschland ab 14 Jahren trauen sich zu, unseriöse Nachrichten zu erkennen (Initiative D21, 2022).

Auf Unternehmensebene ist es zentral, die anfallenden Datenschätze zumindest zu prüfen und zu überlegen, wie diese sinnvollerweise genutzt werden und wem diese zugänglich gemacht werden sollten. Das passiert derzeit noch viel zu wenig.

Im Sinne einer Nachhaltigen Digitalisierung sollten Wirtschaft, Staat und Gesellschaft das Potenzial der Datennutzung heben, dabei jedoch Datenschutz und Datensicherheit garantieren.

## 2.2 Vernetzung

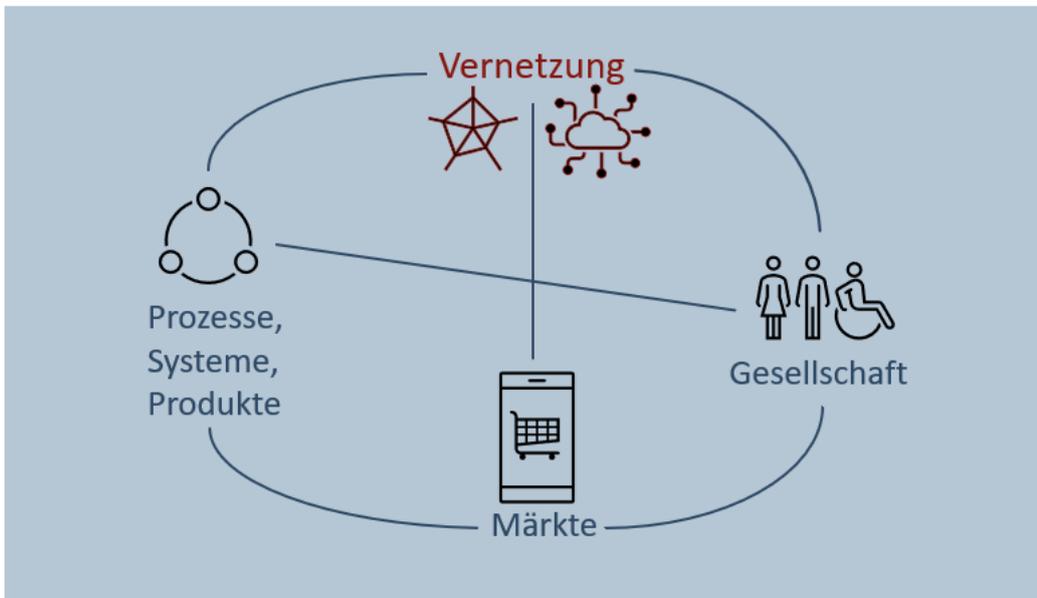
Digitale Technologien ermöglichen die allumfassende Vernetzung von Daten, Gegenständen, Systemen, Prozessen, Personen und Organisationen. Diese digitale Vernetzung beruht auf der digitalen Datenverarbeitung (Kübler, 2018). Vernetzung geschieht oft über Intermediäre wie Plattformen. Plattformen ermöglichen den Austausch (Information, Kommunikation, Transaktion) zwischen Privatpersonen (Peer-to-Peer, P2P), sie decken die Kommunikation zwischen Unternehmen und Endkundinnen und Endkunden ab (Business-to-Consumer, B2C) und spielen insbesondere auch bei der Vernetzung entlang industrieller Wertschöpfungsketten eine Rolle (Business-to-Business, B2B; s. auch Demary, 2015).

Digitale Netzwerke unterscheiden sich in Reichweite, Dichte, Intensität, Zahl und Komplexität der einzelnen Elemente (Knoten), in den Kapazitäten und Konfigurationen ihrer Verbindungen sowie in ihrer Funktionalität und ihren Zwecken (Kübler, 2018). Grundsätzlich dienen Netzwerke der direkten und indirekten Kommunikation, die oft mit einem Datenaustausch einhergeht. Dieser wiederum kann sehr unterschiedlich geartet sein, unter anderem, was Qualität und Quantität der involvierten Daten betrifft.

Vernetzung kann bewusst, aber auch unbewusst geschehen; sie kann aktiv oder passiv sein. Ein per Bluetooth auffindbares Smartphone kann für alle anderen bluetoothfähigen Geräte in der Umgebung sichtbar sein. Diese können sich jedoch nur mit dem Gerät vernetzen und weitere Daten austauschen, wenn dieses Gerät beziehungsweise der Nutzende dieser Vernetzung zustimmt.

Es liegt in der Definition der Vernetzung, dass theoretisch alles mit allem verbunden werden kann. Um eine Übersichtlichkeit über die Chancen und Risiken der Vernetzung zu schaffen, wird im Folgenden zwischen der Vernetzung von Prozessen, Systemen und Produkten, der Vernetzung von und in Märkten und der Vernetzung in der Gesellschaft unterschieden (Abbildung 2-3).

**Abbildung 2-3: Vernetzung**



Quelle: eigene Darstellung

### 2.2.1 Vernetzung von Prozessen, Systemen und Produkten

Die Vernetzung von Prozessen, Systemen und Produkten ermöglicht eine effiziente Koordination und Steuerung von diesen. Sie kann durch Effizienz- und Transparenzsteigerungen zur Nachhaltigkeit beitragen. Anwendungsbeispiele sind:

- Produktionsprozessoptimierung (z. B. durch Fernwartung)
- intelligente Stoffkreisläufe im Sinne der Circular Economy
- Kopplung verschiedener Sektoren (Zwiers et al., 2020), darunter unterschiedliche erneuerbare Energiesysteme sowie verschiedene Bereiche wie Strom- und Wärmeenergieerzeugung und Mobilität
- Vernetzung in Smart Grids unter der Nutzung von intelligenten Stromzählern (Smart Meter); dadurch Ermöglichung der Energiewende (Ballweber, 2022): Anpassung der Energienachfrage an die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien ermöglicht Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien
- Vernetzung verschiedener Verkehrsmittel über intermodale Verkehrsplattformen
- bessere Verwaltung und Regierungsführung (E-Government) durch digitale Vernetzung verschiedener Services und Behörden (Engels et al., 2018)
- mobiles Arbeiten durch Vernetzung von verschiedenen IT-Systemen

Die Risiken der Vernetzung liegen in der erhöhten Angreifbarkeit des Netzwerks. Sowohl von innen heraus als auch von außen kann ein Netz theoretisch über alle Netzwerkteilnehmer angegriffen werden. Dabei sind

die Netzwerkteilnehmer von den Sicherheitsvorkehrungen der anderen abhängig. Cyberangriffe sind demnach ein reales Risiko, dass die Potenziale der Vernetzung schmälert.

Mit der zunehmenden Vernetzung steigt die Abhängigkeit von digitalen Infrastrukturen. Funktioniert das Internet nicht – etwa wegen einer zufälligen oder mutwilligen Störung – sind weite Bereiche des Alltags lahmgelegt, darunter auch die Energieversorgung (BSI, 2020).

Mit der Vernetzung von Beruflichem und Privatem, etwa im Homeoffice, verschwinden auch die Grenzen zwischen beidem. Das birgt Gefahren des Burn-outs, der sozialen Isolation und Vereinsamung (Lengen et al., 2021).

## 2.2.2 Vernetzung von und in Märkten

Auch innerhalb von Märkten und zwischen Märkten kann Digitalisierung für eine bessere Vernetzung sorgen. So können Anbieterseite und Nachfrageseite besser miteinander verbunden werden. Dies geschieht beispielsweise im Onlinehandel, der zum Teil durch Plattformen fasziniert wird. Der Vertrieb über digitale Absatzkanäle bietet Unternehmen Zugang zu neuen Märkten, welcher den Umsatz steigern kann (Engels/Rusche, 2019). Der digitale Kontakt zu neuen Kundinnen und Kunden ist weitgehend unabhängig von geographischen Gegebenheiten und Geschäftszeiten möglich (ebd.). Kundinnen und Kunden können unabhängig von Öffnungszeiten und Wohnort einkaufen, erhalten ein breiteres Angebot und können Produkte und Preise einfacher vergleichen (ebd., Engels, 2020). Dadurch können sie auch nachhaltige Konsumoptionen leichter wahrnehmen.

Ebenfalls durch Plattformen ermöglicht wird die Vernetzung von verschiedenen Konsumentinnen und Konsumenten im Rahmen der Sharing Economy. Statt des Eigentums reicht in der Sharing Economy der temporäre Besitz aus, um etwas nutzen und damit ein Konsumbedürfnis befriedigen zu können. Sharing kann sowohl von Unternehmen zu Konsumentin und Konsument (B2C) als auch zwischen Konsumentinnen und Konsumenten (C2C) geschehen. Das Peer-to-Peer Sharing kann dazu beitragen, Wohnraum und Gebrauchsgegenstände effizient zu nutzen (Behrendt et al., 2019; Demary/Engels, 2016). Carsharing kann die Anzahl der Privatfahrzeuge und gegebenenfalls auch Wegstrecken reduzieren. Auch die Sharing Economy erhöht die Optionen und Flexibilität des Konsums.

Eine weitere Chance der Vernetzung ist die Möglichkeit von Einzelpersonen, über Plattformen ein großes Publikum zu erreichen. Dies spielt in der Creator Economy eine Rolle. Die Creator Economy beschreibt die Wirtschaftsweise unabhängiger kreativer Personen, die eigenständige, technologiegestützte digitale Unternehmen aufbauen. Sogenannte Content Creators, oft auch Influencer genannt, können ihre Inhalte über Plattformen an ein theoretisch weltweites Publikum zu geringen Kosten ausspielen und auf dieser Basis neue Geschäftsmodelle aufbauen (Sanyoura/Anderson, 2022). Auch die Gig Economy ermöglicht neue Erwerbschancen. Mit Gig Economy wird ein Teil des informellen Arbeitsmarktes bezeichnet, bei dem befristete Aufträge flexibel und kurzfristig über Onlineplattformen an Arbeitssuchende, Freelancer oder geringfügig Beschäftigte vergeben werden. Arbeits- und steuerrechtlich sind diese neuen Formen der Erwerbsarbeit im Rahmen der Gig oder Creator Economy jedoch noch teilweise unklar (Schneider-Dörr, 2019), was individuelle und gesamtgesellschaftliche Nachteile mit sich ziehen kann.

Insgesamt steigt das Konsumniveau durch die gesteigerte Effizienz und die gesteigerten Optionen (Frick/Matties, 2020), was negative Effekte auf die Nachhaltigkeit haben kann.

Durch die zahlreichen Bestellungen im Onlinehandel, die immer fragmentierter und schneller geliefert werden, können das Verkehrsaufkommen und die Treibhausgasemissionen steigen. Zahlreiche Retouren und der Verpackungsmüll können die Umwelt belasten. Die Lebensqualität in den Städten kann sinken, weil die Innenstädte sich teilweise entleeren (Neiberger, 2020). Insgesamt ist es jedoch schwierig, die Effekte des Onlinehandels – gerade im Vergleich zum stationären Handel, einzuschätzen (Postpischil/Jacob, 2019).

Die Sharing Economy kann negative Auswirkungen auf den fairen Wettbewerb, das Wohnraumangebot und den Verbraucherschutz haben (Busch et al., 2018; Demary et al., 2017; Peuckert/Penzi, 2018). Auch die Vernetzung von und in Märkten hat daher nicht nur positive potenzielle Auswirkungen.

### 2.2.3 Vernetzung in der Gesellschaft

Durch die Digitalisierung kann Wissen nicht nur im Rahmen der Datennutzung einfach generiert werden, sondern auch durch die Vernetzung in der Gesellschaft diffundiert werden. Inklusive, barrierefreie Plattformen können Daten-, Informations-, Wissens- und Bildungsangebote für viele Menschen machen. Bildungs- und Informationsangebote, die breit zugänglich, differenziert und diskriminierungsfrei sind, können Ungleichheiten zwischen Regionen, Kulturen, Generationen und Geschlechtern reduzieren (WBGU, 2019a). Wissen kann finanziell, zeitlich und räumlich unabhängiger genutzt werden. Bildung und Information kann einfacher mitgestaltet werden.

Die Vernetzung über soziale Medien schafft eine neue Kommunikationsebene zwischen den traditionellen Print-, Funk- und Fernsehmedien und der direkten persönlichen zwischenmenschlichen Kommunikation und Interaktion (Aspen Institute Germany, 2021). So kann die Teilhabe der Menschen am gesellschaftlichen Leben gestärkt werden. Zwischenmenschliche Kontakte sind ortsunabhängig möglich. Gerade während der Corona-Pandemie haben diese digitalen Verbindungen Menschen vor der sozialen Isolation bewahrt (Lippke et al., 2022).

Durch die Vernetzung von Menschen auf der ganzen Welt kann eine Art Weltgesellschaft und damit auch eine Kooperationskultur und ein Weltbewusstsein entstehen (WBGU, 2019b). Das Wissen über andere Lebensumstände erhöht sich, was die Empathie fördert. Eine globale Solidarität ist möglich.

Ein Risiko der Vernetzung ist, dass Desinformationen (Fake News) einfach und in Sekundenschnelle vervielfältigt und verbreitet werden können, vor allem unter Menschen, die entsprechende Medienkompetenzen nicht haben und digital abgehängt sind. Fake News polarisieren die Gesellschaft, gefährden den gesellschaftlichen Zusammenhalt und damit letztlich die demokratischen Strukturen (Kuehn/Salter, 2020).

Auch kann die Vernetzung leicht gestört werden: Viele Staaten manipulieren die Informationsflüsse. In Ländern wie China, Iran, Myanmar, Kuba, Nordkorea und Vietnam gibt es Sperrungen von Websites und Diskussionsthemen (Access Now, 2021). Manche Staaten blockieren temporär den kompletten Zugang zum Netz und machen es damit der Bevölkerung unmöglich, auf Informationen oder Kommunikationsdienste zuzugreifen. Im Jahr 2020 gab es 155 solcher Internet-Shutdowns in 29 Staaten (ebd.).

In sozialen Netzwerken entstehen über den datenbasierten Empfehlungsalgorithmus sogenannte Filter Bubbles oder Echokammern, die jedem Nutzer und jeder Nutzerin andere Inhalte anzeigen, die zu ihren Interessen passen (Breidenbach et al, 2022). Dann kann es zur „Looking Glass Perception“ kommen. Die Nutzenden glauben, die tatsächliche Meinungsverteilung zu sehen. Tatsächlich schauen sie aber in einen „Spiegel“ und gehen unbewusst davon aus, dass die eigene Meinung der gesellschaftlichen Mehrheitsmeinung entspricht. Dies kann eine Polarisierung der Gesellschaft begünstigen.

### 2.2.4 Abwägung der Chancen und Risiken der Vernetzung

Die Vernetzung bietet zahlreiche Chancen und Risiken, wie Tabelle 2-2 zusammenfasst. Dabei sind beide Seiten nicht eins zu eins aufeinander zu beziehen. Nicht zu jeder Chance gibt es ein direkt zuzuordnendes Risiko und andersherum.

**Tabelle 2-2: Chancen und Risiken der Vernetzung**

Chancen	Risiken
Bessere Koordination und Steuerung von Prozessen und Systemen	Cyberangriffe
zusätzliche Vertriebswege und Marktzugänge	Abhängigkeit von digitalen Infrastrukturen
neue Erwerbsformen	Rechtliche Unsicherheiten
neue Konsumoptionen	Gesteigerter Konsum zum Nachteil der Umwelt
Vermeidung sozialer Isolation, neue Kontaktmöglichkeiten	Soziale Isolation, Echokammern
Neue Bildungs- und Informationsmöglichkeiten	Verbreitung von Fake News

Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt bietet die digitale Vernetzung Personen und Unternehmen neue Zugänge zu Märkten, Gütern, Dienstleistungen und anderen Personen. Sie steigert die Teilhabemöglichkeiten. Teilhabe kann aber nur dann realisiert werden, wenn die Menschen, die entsprechenden Kompetenzen haben und die Voraussetzungen an die technische Infrastruktur (Internetverbindung, Hardware, Software) erfüllen. Sonst sind weder Vernetzung noch Teilhabe in der digitalen Welt möglich. In der Folge können bestimmte Personengruppen, vor allem auch ältere und behinderte Menschen abgehängt werden und bestehende Ungleichheiten verschärfen sich. 2019 verfügten nur etwas mehr als die Hälfte der Menschen zwischen 16 und 74 Jahren in der Europäischen Union über grundlegende digitale Kompetenzen (Europäische Kommission, 2021).

Im Sinne einer Nachhaltigen Digitalisierung ist es wichtig, Vernetzung zu fördern, dabei aber die Sicherheit der vernetzten Strukturen zu gewährleisten und sicherzustellen, dass alle Menschen an der Vernetzung auch teilhaben können.

## 2.3 Automatisierung und Autonomisierung

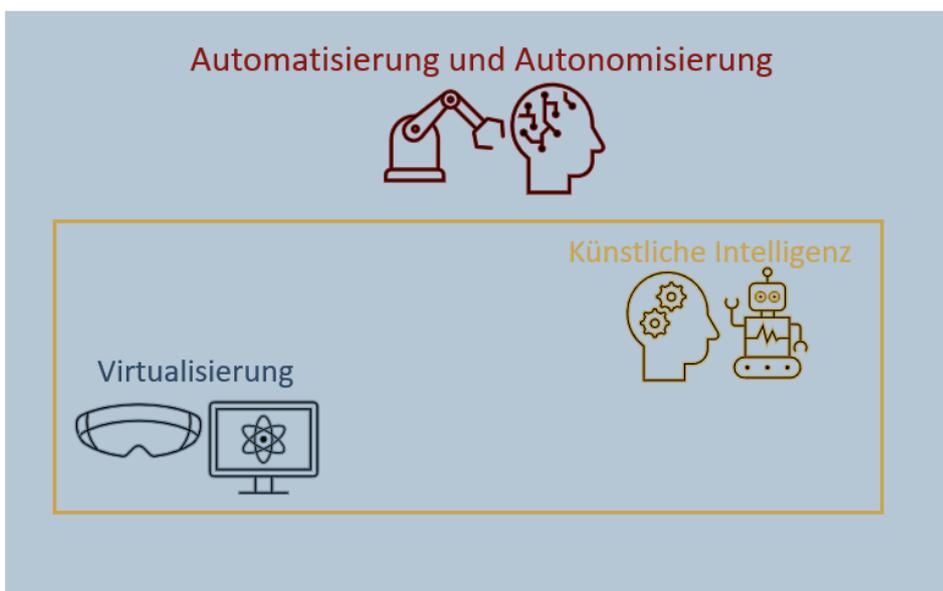
Digitale Technologien ermöglichen – auf Basis von Datennutzung und Vernetzung – die Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen (Abbildung 2-4). Ein zentrales Element der Automatisierung und Autonomisierung ist die Virtualisierung von Daten, Gegenständen, Systemen, Prozessen, sogar Personen und

Organisationen. Im Bereich der Autonomisierung ist die Künstliche Intelligenz (KI) anzusiedeln, denn KI-Methoden ermöglichen einem System, autonom in komplexen Umwelten zu operieren (Russell/Norvig, 2013).

KI ist die Fähigkeit einer Maschine, datenbasiert menschliche Fähigkeiten wie logisches Denken, Lernen, Planen und Kreativität zu imitieren (ebd.; Europäisches Parlament, 2021). KI beschreibt also quasi-intelligente Programme und Maschinen, welche Entscheidungen selbstständig treffen und basierend auf diesen Handlungen ausführen können (BVDW/IW, 2020). KI ermöglicht es technischen Systemen, ihre Umwelt wahrzunehmen, mit dem Wahrgenommenen umzugehen und Probleme zu lösen. KI-Systeme sind in der Lage, ihr Handeln anzupassen, indem sie die Folgen früherer Aktionen analysieren und autonom arbeiten (Europäisches Parlament, 2021).

KI als Software ist bereits als Suchmaschine, Sprach- und Gesichtserkennung, virtueller Assistent oder Bildanalyse etabliert. Zunehmend wird KI auch in Anwendungen eingebettet, darunter Anwendungen des Internets der Dinge, von autonomen Fahrzeugen oder Robotern. Wegen ihren weitreichenden Anwendungsmöglichkeiten kann KI „praktisch alle Aspekte von Alltag und Wirtschaft verändern“ (ebd.).

**Abbildung 2-4: Automatisierung und Autonomisierung**



Quelle: eigene Darstellung

### 2.3.1 Virtualisierung

Virtualisierung ermöglicht Dematerialisierung, weil physische Produkte durch digitale ersetzt werden oder digitale Lösungen physische Lösungen effizienter machen. Materielle Ressourcen werden teilweise durch Energie ersetzt. Beispielhafte Anwendungen sind der Ersatz von Papierdokumenten durch digitale Dokumente (z. B. Rechnungen, Steuererklärung, Zeitungen), und der Ersatz von physischen Datenträgern durch Datenhaltung in der Cloud. Auch virtuelle Meetings tragen zur Dematerialisierung bei, weil Wegstrecken, beispielsweise auf Dienstreisen, vermieden werden können (Engels, 2021b, 2017b). Insbesondere die Nutzung von Cloud-Infrastrukturen durch Unternehmen kann zum Klimaschutz beitragen. Die Serversysteme und andere Hardware in großen Rechenzentren sind effizienter als die meisten Anlagen, die in den Unternehmen

stehen. Zum einen ist die Auslastung höher, zum anderen investieren die Cloudanbieter massiv in die Senkung des Stromverbrauchs, der ein großer Kostenfaktor für sie ist (Jahn/Kerkmann, 2022).

Virtualisierung ermöglicht auch modellhaft getestete Planungen und Simulationen, insbesondere auf Basis digitaler Zwillinge. Digitale Zwillinge simulieren physische Produkte und Prozesse im digitalen Raum über den gesamten Produktionszyklus hinweg (Design, Prototyping, Produktion), um physische Iterationen zu minimieren. Die Simulation per digitalem Zwilling verbessert die Produktionsqualität, senkt die Durchlaufzeiten und reduziert den Ressourceneinsatz bei physischen Produkten und Prozessen (Bitkom, 2020). Beispielhafte Anwendungen sind die Entwicklung von ressourcenschonenden Materialien, die Ermöglichung von 3D-Druck, die Vorhersage von Umweltveränderungen durch digitale Zwillinge der Erde (Bauer et al., 2021) und das nachhaltige Produktdesign (Ökodesign; Neligan et al., 2022; Fluchs et al., 2022).

Die Risiken, die mit der Virtualisierung einhergehen, beziehen sich auf ihre materielle Basis. Rechenzentren, Hardware und Datenkabel verbrauchen in ihrer Herstellung Ressourcen und Energie. Auch ihre Nutzung geht mit einem erheblichen Energieverbrauch einher. Der Energiebedarf deutscher Rechenzentren und kleinerer IT-Installationen hat sich von 2010 bis 2020 von 10,5 auf 16 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr gesteigert, was einem Anteil von 0,6 Prozent am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland 2020 entspricht (Bitkom, 2022).

### 2.3.2 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) kann mit ihren vielfältigen Anwendungen Menschen unterstützen. KI-Systeme automatisieren Routineaufgaben, Entscheidungsfindungen, Problemlösungen, Planungen oder Wissensaufbereitungen (Peissner et al., 2019). Prozesse können so optimiert, Material, Energie und Zeit gespart und die Effizienz gesteigert werden.

KI unterstützt auch bessere Entscheidungen. Algorithmen ermöglichen genauere Analysen durch hohe Rechenkapazitäten, haben keine biologischen Bedürfnisse oder Gefühle, verfolgen keine Agenda oder persönliche Ziele bei Entscheidungen, sodass die Principal-Agent-Problematik<sup>1</sup> keine Rolle spielt. Auch Denkfehler basierend auf Entscheidungsheuristiken gibt es bei KI-basierten Entscheidungen nicht (Buxmann, 2022).

KI kann durch die schnellere, günstigere und zuverlässigere Ausführung von Aufgaben zur kognitiven Entlastung der Menschen beitragen und so berufliche Tätigkeiten aufwerten. Selbstbestimmtes, kreatives Arbeiten wird ermöglicht, neue Stellen werden geschaffen.

Die Vorteile der KI-basierten Assistenzsysteme können sowohl im unternehmerischen Kontext als auch im Lebensalltag der Menschen realisiert werden.

Allerdings verbraucht Künstliche Intelligenz viel Energieressourcen und verursacht Treibhausgasemissionen in der Modellentwicklung und Anwendung (Rohde et al., 2021). Für das Training eines einzigen neuronalen Netzes fallen ebenso viel CO<sub>2</sub>-Emissionen an wie für fünf Autos inklusive des Kraftstoffs, den sie in ihrem gesamten Lebenszyklus verbrauchen (Strubell et al., 2019; Boll et al., 2022).

---

<sup>1</sup> Die Principal-Agent-Problematik beschreibt, dass in einer Wirtschaftsbeziehung ein Geschäftspartner Informationsvorsprünge gegenüber den anderen aufweist (und außerdem andere Interessen hat), was Ineffizienzen bei der Vertragsbildung oder Vertragsdurchführung erzeugen und zu Marktversagen führen kann.

Arbeitsplatzverluste können die Folge sein, wenn vormalig von Menschen ausgeübte Tätigkeiten künftig durch den Einsatz von KI erledigt werden (BMWK, 2022). Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Qualifikationsprofile der Betroffenen nicht zu den neu entstehenden Stellen in anderen Segmenten des Arbeitsmarkts passen. Dann entsteht eine Koexistenz von Fachkräftemangel und Arbeitslosigkeit und es kommt bezüglich der Lohn- und Einkommensverteilung zu einer Verschärfung der Ungleichheit.

Die Mensch-Technik-Interaktion am Arbeitsplatz verändert sich durch KI grundlegend (Wienrich et al., 2022). Um Menschen in die Lage zu versetzen, KI-Systeme souverän zur Unterstützung einzusetzen, ist das Training technischer Handlungskompetenzen genauso wichtig wie die Analyse und die Adressierung von Vorstellungen und Wünschen sowie die Entwicklung sozioemotionaler Fähigkeiten (KI-Observatorium, 2022). So kann verhindert werden, dass Menschen sich „abgehängt“ fühlen.

Ein weiteres Risiko der Automatisierung und Autonomisierung besteht darin, dass algorithmische Entscheidungsfindung inadäquat angewendet werden und so Ungleichheiten verschärfen kann (Kharazian, 2016). Natural-Language-Processing-Systeme etwa werden immer leistungsfähiger, doch mit der Zunahme ihrer Fähigkeiten steigt auch die potenzielle Schwere ihrer Verzerrungen (Zhang et al., 2022). Bei Technologien für Predictive Policing oder KI für die Personalrekrutierung wurden teilweise Produkte kreiert, die historische Formen von Ungleichheit und Erniedrigung reproduzieren (Cave/Dihal, 2022). Auch weil Gerechtigkeit nicht eindeutig definiert ist, ist es schwierig, eine gerechte und unverzerrte KI zu kreieren (Samuel, 2022).

### 2.3.3 Abwägung der Chancen und Risiken der Automatisierung und Autonomisierung

Auch die Automatisierung und Autonomisierung bietet zahlreiche Chancen und Risiken (Tabelle 2-3). Dabei sind Chancen und Risiken nicht eins zu eins aufeinander zu beziehen. Nicht zu jeder Chance gibt es ein direkt zuzuordnendes Risiko und andersherum.

**Tabelle 2-3: Chancen und Risiken von Automatisierung und Autonomisierung**

Chancen	Risiken
Dematerialisierung und Simulationen	Ressourcen- und Energieverbrauch
Unterstützung von Unternehmensprozessen und Menschen im Alltag	Verschärfung von Ungleichheiten
Positive Arbeitsmarktveränderungen	Negative Arbeitsmarktveränderungen

Quelle: eigene Darstellung

Die Potenziale, die Automatisierung und Autonomisierung bieten, sind enorm. Insbesondere KI verändert Wirtschaft und Gesellschaft in vielen Bereichen. Sie verändert vieles allerdings so grundlegend, dass es nötig ist, ethische Leitlinien festzulegen, damit KI sich nicht zum Nachteil der Gesellschaft entwickelt. Der Artificial Intelligence Act der Europäischen Kommission soll das in naher Zukunft leisten (European Commission, 2021).

Im Sinne der Nachhaltigen Digitalisierung muss Automatisierung und Autonomisierung so umgesetzt werden, dass sie den Menschen und Unternehmen unterstützen, ohne jedoch zu viel Energie und Ressourcen zu verbrauchen und das Mensch-Technik-Verhältnis in eine Schiefelage zu bringen.

## 2.4 Zusammenfassung

Die vorstehenden Gegenüberstellungen zeigen, dass die Auswirkungen der Digitalisierung ambivalent sein können. Je nach Rahmenbedingungen, Anwendungsfall und Intention der Handelnden kann die Digitalisierung sehr unterschiedliche Effekte erzielen.

Generell sind viele Ziele der nachhaltigen Entwicklung, darunter Bildung und saubere Energie, mit digitaler Technik effizienter und schneller zu erreichen als ohne (WBGU, 2019a). Datennutzung, Vernetzung sowie Automatisierung und Autonomisierung kann zu Umwelt- und Klimaschutz beitragen und die Ressourcen- und Energieeffizienz in Bereichen wie Energie, Industrie, Landwirtschaft, Gebäude und Transport steigern (s. auch Neligan et al., 2021). Arbeitsbedingungen können verbessert werden, die Möglichkeiten zur Teilhabe steigen. Qualitatives Wachstum – wie auch quantitatives – kann durch Digitalisierung verstärkt werden.

Auf der anderen Seite kann es durch Datennutzung, Vernetzung sowie Automatisierung und Autonomisierung zu einem gesteigerten Ressourcen- und Energieverbrauch kommen, die Situation auf dem Arbeitsmarkt kann sich verschlechtern, die Teilhabe der Menschen kann durch Unterschiede im Zugang und der Nutzung von Informations- und Kommunikationsangeboten und -technologien gefährdet werden, Ungleichheiten können sich verschärfen. Direkte negative Effekte der Digitalisierung auf die ökologische Nachhaltigkeit entstehen vor allem durch den Energiebedarf und die Treibhausgas-Emissionen beim Betrieb und bei der Herstellung von digitalen Endgeräten und Infrastrukturen (Bitkom, 2020) sowie durch Abfälle und langlebige anthropogene Schadstoffe (WBGU, 2018). Indirekte negative Effekte sind Veränderungen bestehender Produktions- und Konsummuster, welche sich aus der Anwendung digitaler Technologien ergeben (Bieser/Hilty, 2018). Zum Beispiel werden Produkte und Dienstleistungen qualitativ besser und gleichzeitig preiswerter, sodass sie stärker nachgefragt werden. Insgesamt kommt es durch die hohe Dynamik der Digitalisierung zur Obsoleszenz von Gütern, die noch länger genutzt werden könnten, jedoch hardware-, software- oder psychologisch bedingt obsolet werden (Prakash et al., 2016). Mögliche Effizienzpotenziale der Digitalisierung können nivelliert oder sogar überkompensiert werden, weil es durch die Zunahme an Technologien, Gütern und Infrastrukturen zu Rebound-Effekten kommt, weshalb noch mehr Energie und Ressourcen verbraucht werden (Lange/Santarius, 2018).

Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen, ob der Energieverbrauch insgesamt durch Digitalisierung steigt oder fällt und welche konkreten Effekte Digitalisierung auf die Ressourceneffizienz haben kann (zum Beispiel Clausen et al., 2022; IW Consult, 2022; Neligan et al., 2021; Lange et al., 2020; Bitkom, 2020; Lang/Ewald, 2020). Gut die Hälfte der kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland sehen in der Digitalisierung eine Chance für mehr Nachhaltigkeit in ihrem Unternehmen, für 7 Prozent ist sie ein Risiko (nachhaltig.digital, 2020). Auch in der Gesellschaft werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die (ökologische) Nachhaltigkeit unterschiedlich bewertet. In einer Studie der Initiative D21 (2022) geben 34 Prozent der Befragten an, dass die Digitalisierung eher positiv auf die Umwelt und Klima wirkt, 35 Prozent gehen von einem negativen Effekt aus.

Die Ambivalenz von Digitalisierung wird auch im folgenden Zitat von Melvin Kranzberg, ehemals Präsident der internationalen „Society for the History of Technology“ (SHOT), deutlich:

*„Technology is neither good nor bad; nor is it neutral.“ (Kranzberg, 1986, 547)*

Der erste Halbsatz zeigt an, dass Technologie weder positive noch negative wirtschaftliche oder gesellschaftliche Auswirkungen per se festlegt. Der zweite Halbsatz erkennt an, dass Technologie unterschiedliche

Auswirkungen haben kann. Technologie und damit auch Digitalisierung sind also genauso unparteiisch wie die Menschen, die sie erschaffen und nutzen (Kharazian, 2016). Dementsprechend kann Digitalisierung sehr nachhaltig bis sehr unnachhaltig wirken. Die technologische Entwicklung allein ist für eine nachhaltige Entwicklung notwendig, aber nicht hinreichend: Sie muss in einen sozio-ökonomischen, sozial-ökologischen, sozio-politischen und sozio-kulturellen Kontext gesetzt werden, der die positiven Auswirkungen der Digitalisierung forciert und die negativen minimiert. Es sind die Menschen, die – in ihrer Funktion in Gesellschaft, Wirtschaft und Staat – es in der Hand haben, wie sich Digitalisierung auswirkt und damit auch, wie Digitalisierung so gestaltet werden kann, dass Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig von ihr profitieren.

### 3 Digitalökonomik für eine nachhaltige Digitalisierung

Um Wirtschaft, Gesellschaft und Staat zu befähigen, die Chancen der Digitalisierung zu maximieren und die Risiken zu minimieren und so wohlstandsgenerierende nachhaltige Digitalisierung zu fordern und zu fördern, ist es zentral, dass die Wissenschaft Antworten auf dringende Fragen der Digitalisierung gibt. Eine Disziplin, die dazu besonders beitragen kann, ist die Digitalökonomik.

In Abbildung 3-1 sind die Themenbereiche der Digitalökonomik den Akteuren Wirtschaft, Gesellschaft und Staat zugeordnet. Wirtschaft, Gesellschaft und Staat können als voneinander abhängige Akteure sowohl Anbieter als auch Nachfrager von nachhaltiger Digitalisierung sein. Sie agieren nicht im luftleeren Raum, sondern sind abhängig von der Umwelt, den natürlichen Lebensgrundlagen. Die Zuordnung der digitalökonomischen Themenbereiche erfolgt danach, wen diese am umfassendsten betreffen. Tatsächlich lässt sich kein Themenbereich ausschließlich einem Akteurskreis zuordnen, da alle Akteure bei allen Themen eine mehr oder weniger starke Rolle spielen. Auch ist die Darstellung nur eine Momentaufnahme. Die Dynamik der Digitalökonomik ist hoch. Themenbereiche, die heute noch wenig wahrgenommen werden, können morgen zentral sein.

**Abbildung 3-1: Themenbereiche der Digitalökonomik**



Quelle: eigene Darstellung

## Gesellschaft

- Der Bereich der **Digitalen Bildung** beschäftigt sich unter anderem mit der Digitalisierung in Schulen und Hochschulen sowie während der Aus- und Weiterbildung.
- **Digitale Teilhabe** beschäftigt sich unter anderem mit den Möglichkeiten der Teilhabe und Mitbestimmung und der Inklusion in der digitalen Welt.
- Die **digitale Arbeitswelt** beschäftigt sich unter anderem mit den für die Digitalisierung benötigten Kompetenzen, mit den Beschäftigungseffekten der Digitalisierung und mit Arbeitsmarktentwicklungen wie dem Mobilen Arbeiten.

## Wirtschaft

- Das Themenfeld **Digitale Märkte** beschäftigt sich mit den Veränderungen auf bestehenden Märkten durch die Digitalisierung sowie mit denen auf Basis der Digitalisierung neu entstehenden Märkten. Dazu zählen unter anderem die Themen Plattformökonomie, Soziale Medien, Sharing Economy sowie Gig und Creator Economy.
- Die **Datenökonomie** beschäftigt sich mit Big Data, Datenbewirtschaftung, Datensouveränität, Datenschutz und Cybersicherheit. Daten sind die Grundlage für Künstliche Intelligenz, die aber in der Darstellung getrennt betrachtet wird, weil sie selbst auf alle Themenbereiche der Digitalökonomik einwirken kann.
- Beim **Internet der Dinge** werden unter anderem die Themen Industrie 4.0/Smart Manufacturing sowie „Smart Everything“ betrachtet, ein Sammelbegriff, der die durch digitale Technologien „smart“ gemachten Produkte, Prozesse und Systeme zusammenfassen soll (z. B. Smart Home, Smart Grids).

## Staat

- Der Themenbereich **Infrastrukturwandel** beschäftigt sich mit den Infrastrukturen, die sich durch die Digitalisierung verändern, darunter die digitale Verwaltung, die IT-Infrastruktur und die Veränderung des Internet selbst (Web3<sup>2</sup>).
- Das **Digitalrecht** beschäftigt sich mit den durch die Digitalisierung notwendig gewordenen Überarbeitungen und Neuschaffungen von Gesetzen und Regulierungen im Bereich Wettbewerbs-, Kartell-, Haftungs- und Urheberrecht. Da diese in Wechselwirkung mit den ökonomischen Entwicklungen stehen, ist eine rechtsökonomische Betrachtung der Digitalisierung nötig.

## Umwelt

- Die Green Economy und die Circular Economy beschäftigen sich mit verschiedenen Aspekten des Umwelt- und Klimaschutzes, darunter den Themen Energie- und Ressourceneffizienz. Zu einer ganzheitlichen Betrachtung der Digitalökonomie im Lichte der nachhaltigen Digitalisierung sind auch diese Bereiche unbedingt einzubeziehen. In der Green Economy sollen die Bereiche Ökonomie und Ökologie beispielsweise durch Wirtschaftswachstum in grünen Sektoren harmonisiert werden. Die Circular Economy zielt auf ein

---

<sup>2</sup> Web3 wird als die nächste Stufe des Internets gehandelt. Während das gegenwärtige Web 2.0., das als das partizipative oder soziale Web gilt, weil Menschen ohne Technikenkenntnisse Inhalte veröffentlichen können, zum Teil sehr zentralisiert auf einzelnen Plattformen wie Google, Youtube oder Facebook ist, wird unter Web3 ein weitgehend dezentrales und individualistisches Internet verstanden. Inhalte werden nicht mehr von zentralen Servern, sondern von Blockchain-basierten Inhaltsprovidern bezogen (tante, 2022).

nachhaltiges Wirtschaften in Kreisläufen zur Vermeidung von Müll und durch Nutzungsdauerverlängerung (Fluchs et al., 2022; Zwiers et al., 2020).

Als übergeordnet ist die in der Mitte platzierte **Künstliche Intelligenz** zu verstehen. Künstliche Intelligenz hat das Potenzial, auf alle Themenbereiche der Digitalökonomik einzuwirken.

Im Folgenden werden zentrale Fragen für eine nachhaltige Digitalisierung formuliert, die in den verschiedenen Themenbereichen der Digitalökonomik beantwortet werden müssen, um Handlungsempfehlungen und Leitlinien entwickeln zu können, auf Basis derer die Chancen der Digitalisierung maximiert und die Risiken minimiert werden können. Die Fragen bauen auf den vorstehenden Überlegungen auf und nehmen die zentralen Chancen und Risiken von Datennutzung, Vernetzung sowie Automatisierung und Autonomisierung ins Visier. Die Fragen weisen einen niedrigen Detailgrad auf, um eine möglichst umfassende und gleichzeitig übersichtliche Darstellung zu gewährleisten. Jede der Fragen kann beliebig detailliert aufgeschlüsselt werden – und wird es im Forschungsalltag auch werden müssen. Die Fragen sind eine Momentaufnahme und keinesfalls abschließend. Meist lassen sich die Fragen mehreren Bereichen zuordnen. Es wurde jeweils der Bereich gewählt, der am passendsten erscheint.

An dieser Stelle sei hervorgehoben, dass die Antworten auf die Fragen je nach Weltregion sehr unterschiedlich ausfallen können. Beispielsweise gibt es sehr unterschiedliche Sichten auf die Datenökonomie in der Europäischen Union, den USA und China. Nichtsdestotrotz ist es wichtig, europäische Antworten auf international relevante Fragen zu finden. Dies gilt umso mehr, als dass die digitale Abhängigkeit Europas von den USA und China derzeit als hoch eingeschätzt wird (Mayer/Lu, 2022). Es ist eine besondere Herausforderung, die europäischen Antworten mit denen anderer Weltregionen zu vereinen.

### Bereichsübergreifende Fragen

- Wie digital sind Wirtschaft, Gesellschaft und Staat in Deutschland? Welche Chancen und Hemmnisse nehmen sie in Bezug auf die Digitalisierung oder einzelne ihrer Aspekte wahr?
- Wie digitalisieren sich Unternehmen und Staat nachhaltig? Wo und wann ist es nötig, Prozesse neu zu organisieren? Wie können Investitionen in nachhaltige Digitalisierung gefördert werden?
- Wie können wir nachhaltige Digitalisierung gestalten, wenn ihre Dynamik sehr hoch und ihre Reichweite sehr groß ist, Regierungshandeln aber nacheilt, zeitintensiv ist und oft lokal begrenzt?
- Wie stellen wir digitale Souveränität als Kern gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Teilhabe sicher?
- Wie positionieren wir uns in der Digitalisierung zu anderen Ländern, darunter China und die USA? Welche Grundprinzipien und Werte sind uns wichtig? Wie setzen wir sie um?

### Datenökonomie

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen in der Datenökonomie, darunter auch Big Data, Datenbewirtschaftung, Datensouveränität, Datenschutz und Cybersicherheit, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir die Datenökonomie so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie können wir ökonomische Anreize schaffen und passende Rahmenbedingungen bieten, sodass Unternehmen die Potenziale der Datennutzung heben können?

- Wie schaffen wir eine faire und transparente Datenwertschöpfungskette?
- Wie können Unternehmen eine hohe Datenqualität gewährleisten?
- Wie können wir die Potenziale der Datenökonomie unter Wahrung der digitalen Souveränität des Einzelnen, des Datenschutzes und von datenethischen Grundprinzipien heben?
- Was sind die Voraussetzungen für Datensouveränität? Wie können wir diese Voraussetzungen schaffen?
- Wie müssen wir Datennutzung gestalten, sodass Datenschutz und Privatsphäre gewahrt bleiben und dennoch Innovation möglich ist?
- Wie können wir Anreize für ein hohes Niveau an Cybersicherheit in Staat, Wirtschaft und Gesellschaft setzen?

## Digitale Arbeitswelt

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen in der digitalen Arbeitswelt, darunter auch digitale Kompetenzen, Beschäftigungseffekte, mobiles Arbeiten, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir die digitale Arbeitswelt so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie ändert sich die gesellschaftliche und wirtschaftliche Funktion von Arbeit durch Digitalisierung?
- Welche Kompetenzen benötigen wir für eine nachhaltige Digitalisierung? Welche digitalen Kompetenzen sind auf dem deutschen Arbeitsmarkt vorhanden?
- Welche Auswirkungen hat der Einsatz digitaler Technologien auf die Beschäftigungs- und Einkommensperspektiven unterschiedlicher Personengruppen?
- Welche neuen Arbeitszeitmodelle und Arbeitsformen (Arbeitsorganisation, Formen der Zusammenarbeit) entstehen durch die Digitalisierung? Wie verändern sich vorhandene Arbeitszeitmodelle und Arbeitsformen? Welchen Einfluss hat das auf Wirtschaft und Gesellschaft?
- Welche Gestaltungsherausforderungen entstehen im Zuge einer Gig oder Creator Economy?
- Wie können Unternehmen ihren Mitarbeitenden Ängste vor den Veränderungen durch die Digitalisierung nehmen und Kompetenzen aufbauen?

## Digitale Bildung

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen in der digitalen Bildung, darunter die Entwicklungen in Schule, Aus- und Weiterbildung, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir digitale Bildung so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie vermitteln wir digitale Kompetenzen in Schule, Aus- und Weiterbildung?
- Wie können Wissenschafts- und Bildungssysteme darauf ausgerichtet werden, dass Menschen proaktive Akteurinnen und Akteure des digitalen Wandels werden?
- Wie können wir die Chancen der Digitalisierung allen Menschen – insbesondere denen, die sich abgehängt fühlen – vermitteln?

- Wie können wir Menschen, insbesondere Kinder und Jugendliche, für kritische Themen wie Datenschutz und Cybersicherheit sensibilisieren?
- Wie können digitale Bildung und Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)<sup>3</sup> sinnvoll kombiniert werden?
- Wie können wir sicherstellen, dass Bildung im digitalen Raum möglichst vielen Menschen zugänglich ist?
- Wie kann Digitalisierung das Bildungssystem unterstützen?

## Digitale Märkte

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen der digitalen Märkte, darunter Plattformökonomie, Soziale Medien, Gig, Creator und Sharing Economy, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir die digitalen Märkte so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihnen profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie können wir Desinformation insbesondere in sozialen Netzwerken und auf Plattformen effektiv bekämpfen?
- Wie können wir einen gleichberechtigten Zugang zu Informationen, der gleichsam auch ein Zugang zu Märkten ist, gewährleisten?
- Wie können wir Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit auf digitalen Märkten fördern und gleichzeitig Verbraucherinnen und Verbraucher schützen?
- Welche Risiken und Chancen hat die Sharing Economy hinsichtlich ihrer Anreize für Konsumreduktion und ihrer Effekte auf Wohnraum, soziale Integration, Einkommen, Zeitwohlstand und Arbeitsbedingungen?
- Wie gewährleisten wir fairen Wettbewerb und Verbraucherschutz in Onlinehandel und stationärem Handel?

## Digitalrecht

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen des Digitalrechts, darunter Wettbewerb, Kartell-, Haftungs- und Urheberrecht, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir das Digitalrecht so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihm profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Inwiefern müssen aufgrund der Digitalisierung Gesetze überarbeitet oder neu geschaffen werden?
- Wie stellen wir sicher, dass Regulierung wirksam ist? Wie evaluieren wir Gesetze sinnvoll?
- Wie können wir Digitalrecht umsetzen und nachhalten?
- Welche Auswirkungen haben europäische Regulierungen wie die Europäische Datenschutz-Grundverordnung, der Digital Markets Act, der Data Governance Act, der Data Act, der AI Act und der Digital Services Act auf Unternehmen und Wettbewerb? Welche Auswirkungen haben sie auf Verbraucherinnen und Verbraucher?

---

<sup>3</sup> Bildung für Nachhaltige Entwicklung ist eine Bildung, die Menschen zu zukunftsfähigem Denken und Handeln befähigt. Sie ermöglicht jedem und jeder Einzelnen, die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Welt zu verstehen.

## Digitale Teilhabe

Welche Auswirkungen hat digitale Teilhabe, darunter Inklusion und Mitbestimmung, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir die digitale Teilhabe so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie können wir allen Menschen Zugang zu digitalen Technologien und ihren Chancen ermöglichen – unabhängig von Alter, Geschlecht, Einkommen, Bildung, Behinderung, Herkunft oder Wohnort?
- Wie kann die Digitalisierung wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Teilhabe unterstützen? Welche Rolle spielen Open Source, Open Data und Open Government?
- Wie kann Digitalisierung Inklusion unterstützen?
- Wie können wir verhindern, dass Digitalisierung zu einem Multiplikator von Ungleichheit wird?

## Green und Circular Economy

Welche Auswirkungen haben die Green und Circular Economy mit ihren Zielen Klima- und Umweltschutz sowie Energie- und Ressourceneffizienz auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir die Green und die Circular Economy so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihnen profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie kann Digitalisierung zu Energie- und Ressourceneffizienz in Unternehmen und Haushalten beitragen? Wie können wir gewährleisten, dass diese Möglichkeiten auch genutzt werden? Welche Rolle spielt der EU Green Deal?
- Wie können wir Ressourceneffizienz, Materialeffizienz und Kreislaufführung als Gestaltungsprinzipien digitaler Lösungen etablieren?
- Wie können wir digitale Rebound-Effekte antizipieren und vermindern?
- Welche Einsparpotenziale gibt es bei den digitalen Infrastrukturen (Endgeräte, Daten- und Rechenzentren, Kommunikationsnetze, Software) und Algorithmen und welche Anreize müssen wir setzen, damit diese Potenziale auch realisiert werden?
- Wie können wir nachhaltiges digitales Unternehmertum definieren und identifizieren? Wie können wir es incentivieren? Welche rechtlichen Rahmenbedingungen, welche Finanzierungsinstrumente braucht es?
- Wie können wir erfolgreiche Geschäftsmodelle der Circular Economy gestalten?

## Infrastrukturwandel

Welche Auswirkungen hat der Infrastrukturwandel, darunter die Entwicklungen der Verwaltung, IT-Infrastruktur und des Web3, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir den Infrastrukturwandel so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie können wir die effiziente Digitalisierung der Verwaltung beschleunigen?
- Wie gestalten wir digitale Verwaltung so, dass sie von möglichst vielen Bürgerinnen und Bürgern genutzt wird?

- Wie können wir die Zuverlässigkeit und Sicherheit digitaler Infrastrukturen gegenüber technischem Versagen, Manipulation und Missbrauch gewährleisten?
- Wie kann der Staat nachhaltige Digitalisierung fördern?
- Wie beschleunigen wir den Breitbandausbau und schließen weiße und graue Flecken?
- Welche Auswirkungen hat das Web3 auf das Web 2.0 und die digitale Gesellschaft?

## Internet der Dinge

Welche Auswirkungen hat das Internet der Dinge, darunter Industrie 4.0 und „Smart Everything“, auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir das Internet der Dinge so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihm profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie können wir das Zusammenspiel von technischen Systemen und Menschen so gestalten, dass menschliche Kontrolle über technische Systeme erhalten bleibt?
- Wie können wir Menschen befähigen, souverän mit „Smart Everything“ umzugehen?
- Wie können wir Datenschutz und Sicherheit im Internet der Dinge gewährleisten?
- Wie können wir die Daten sinnvoll nutzen, die im Internet der Dinge entstehen?
- Wie können wir verschiedene Elemente sinnvoll vernetzen – nicht nur um der Vernetzung willen? Wie schaffen wir es, Prozesse neu zu denken, statt sie bloß ins Digitale zu übersetzen?
- Wie kann „Sustainability by design“ aussehen? Wie können wir Nachhaltigkeit bei der Entwicklung digitaler Anwendungen und Technologien von Beginn des Prozesses an mitdenken? Wie können wir gewährleisten, dass Industrie 4.0 zu nachhaltigen, klimagerechten Produktionsweisen führt?

## Künstliche Intelligenz

Welche Auswirkungen haben die Entwicklungen der Künstlichen Intelligenz auf Wirtschaft, Gesellschaft, Staat und Umwelt? Wie können wir Künstliche Intelligenz so gestalten, dass Wirtschaft und Gesellschaft langfristig von ihr profitieren? Fragen, die zur Beantwortung der vorstehenden Fragen unter anderem betrachtet werden müssen:

- Wie gewährleisten wir, dass KI den Menschen dient?
- Welche ethischen Leitlinien für die Konzeption, Entwicklung und Anwendung von KI müssen gelten? Wie entwickeln wir sie und wie setzen wir sie um? Wie lassen sich ethische Anforderungen und soziale Grundwerte in KI integrieren?
- Wie gewährleisten wir die Entscheidungssouveränität des Menschen beim Einsatz von KI in Entscheidungsfindungsprozessen? Wie betten wir automatisierte Entscheidungen normativ und institutionell ein?
- Was sind die Voraussetzungen für einen selbstbestimmten und nachhaltigen Umgang mit KI im Alltag? Wie sorgen wir für sie?
- Wie gestalten wir KI so, dass sie ökologisch nachhaltig ist? Welche Kriterien müssen gelten?

## 4 Auf der Suche nach Antworten

Der vorstehende Fragekatalog zeigt den Forschungsbedarf in der Digitalökonomik auf. Viele der Fragen sind noch weitgehend unbeantwortet; zu anderen gibt es bereits einige Studien, die auch als Grundlage für Handlungsempfehlungen für Wirtschaft, Gesellschaft und Staat dienen können. Es wird darauf verzichtet, an dieser Stelle entsprechende Literaturhinweise einzufügen. Die Literatur ist extensiv und die Nennung einiger Studien würde den vielen anderen Studien nicht gerecht werden, die aus Gründen des Platzes und der Übersichtlichkeit nicht genannt werden können.

Aber auch bei guter Studienlage gilt: Die meisten dieser Fragen erfordern keine einmalige Antwort, sondern müssen immer wieder neu gedacht und beantwortet werden. Derzeit ist das Wissen um die Wirkzusammenhänge zwischen Digitalisierung und ökonomischer, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit noch gering. Bestehende Studien widersprechen sich teilweise. Das liegt auch daran, dass nachhaltige Digitalisierung kein in sich geschlossenes, einfach zu definierendes Konzept ist. Sie versucht Antworten auf komplexe Probleme zu finden und ist dementsprechend auch selbst komplex. Um nachhaltige Digitalisierung, die dem Menschen dient, zu verstehen und zu gestalten, braucht es fortlaufend Potenzialbewertungen und Risikoeinschätzungen aus verschiedenen Perspektiven sowie ein verlässliches Monitoring und adaptive Governance. Ein interdisziplinärer Forschungsansatz ist daher sinnvoll. Dementsprechend sollte auch die in diesem Paper vorgestellte digitalökonomische Perspektive mit den Perspektiven anderer Disziplinen kombiniert werden.

## 5 Abstract

### Sustainable Digitalization

#### A digital economic concept

Data usage, networking, automation and autonomization: digitalization is omnipresent. But what is digitalization for? It is not an end in itself. It is intended to serve people, to help them achieve greater prosperity. Prosperity can be measured with quantitative and qualitative indicators. In any case, more and more fairly distributed prosperity is only possible if economic, social and ecological sustainability is guaranteed. Digitalization that leads to more and equitably distributed prosperity is sustainable digitalization. It is a digitalization that is designed in such a way that society and the economy benefit from it in the long term. This policy paper develops precisely this concept of sustainable digitalization.

Digitalization can have both positive and negative effects economically and socially, so it harbors both opportunities and risks. Sustainable digitalization is digitalization that maximizes the probability and the extent of the opportunities. The probability and the extent of the risks, on the other hand, are minimized. For example, digitalization is designed in such a way that an opportunity associated with the use of data – namely to analyze and optimize production processes – is exploited, while a risk associated with the use of data - the vulnerability of these processes regarding data manipulation – is reduced. To achieve this, fundamental design questions of digitalization must be answered from a scientific perspective. One discipline that can make a particular contribution to this is digital economics. In the example of data use in the production process, the question needs to be answered how data can be used as comprehensively as possible without jeopardizing its security. This then requires a more detailed answer as to how data governance can be designed and implemented in a company.

This policy paper compares the opportunities and risks of digitalization based on its three pillars of data usage, networking, automation and autonomization and, based on this, develops questions that need to be answered from a digital economics perspective in order to ensure sustainable digitalization. To this end, the individual thematic areas of digital economics, including the data economy, digital markets, digital education and digital labor, are presented. Thus, this policy paper forms a starting point for extensive further research on the cross-cutting topics of digitalization and sustainability.

Understanding and shaping sustainable digitalization that serves people requires ongoing potential and risk assessments from different perspectives, as well as reliable monitoring and adaptive governance. An interdisciplinary research approach therefore makes sense. Accordingly, the digital economics perspective presented in this paper should be combined with the perspectives of other disciplines.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Chancen und Risiken der Datennutzung .....	12
Tabelle 2-2: Chancen und Risiken der Vernetzung.....	17
Tabelle 2-3: Chancen und Risiken von Automatisierung und Autonomisierung.....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Säulen der Digitalisierung .....	5
Abbildung 1-2: Nachhaltigkeit .....	6
Abbildung 1-3: Das Konzept der nachhaltigen Digitalisierung .....	8
Abbildung 2-1: Datenwertschöpfung .....	9
Abbildung 2-2: Datennutzung .....	10
Abbildung 2-3: Vernetzung.....	14
Abbildung 2-4: Automatisierung und Autonomisierung .....	18
Abbildung 3-1: Themenbereiche der Digitalökonomik .....	22

## Literaturverzeichnis

Access Now, 2021, Shattered dreams and lost opportunities, [https://www.accessnow.org/cms/assets/uploads/2021/03/KeepItOn-report-on-the-2020-data\\_Mar-2021\\_3.pdf](https://www.accessnow.org/cms/assets/uploads/2021/03/KeepItOn-report-on-the-2020-data_Mar-2021_3.pdf) [14.4.2022]

Aspen Institute Germany, 2022, Engaging German Influencers, [https://www.aspeninstitute.de/wp-content/uploads/Action-Report\\_Influencer-Online-Deutsch.pdf](https://www.aspeninstitute.de/wp-content/uploads/Action-Report_Influencer-Online-Deutsch.pdf) [3.5.2022]

Azkan, Can / Iggena, Lennart / Meisel, Lukas / Spiekermann, Markus / Korte, Tobias / Otto, Boris / Demary, Vera / Goecke, Henry / Krotova, Alevtina / Lichtblau, Karl / Fritsch, Manuel / Bresser, Pascal / Bretfeld, Jürgen / Weber, Dennis / Keil, Kerstin / Trautmann, Bernd / Fiedler, Jens, 2020, Perspektiven der Datenwirtschaft. Wirkmechanismen und Wertschöpfung in Datenökosystemen, Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojektes DEMAND – DATA ECONOMICS AND MANAGEMENT OF DATA DRIVEN BUSINESS, Köln

Ballweber, Jana, 2022, Der Weg zur Energiewende führt über den eigenen Keller, <https://netzpolitik.org/2022/smart-meter-der-weg-zur-energiewende-fuehrt-ueber-den-eigenen-keller/> [2.5.2022]

Bansen, Roman, 2019, Rechenzentren verdienen deutlich mehr Beachtung, Wirtschaftsinformatik & Management, Nr. 11, S. 338–341

Bauer, Peter / Dueben, Peter D. / Hoefler, Torsten / Quintino, Tiago / Schulthess, Thomas C. / Wedi, Nils P., 2021, Die digitale Revolution der Erdsystemwissenschaft, Nature Computational Science, Nr. 1, S. 104–113

Behrendt, Siegfried / Henseling, Christine / Scholl, Gerd (Hrsg.), 2019, Digitale Kultur des Teilens. Mit Sharing nachhaltiger Wirtschaften, Berlin

Bieser, Jan C. T. / Hilty, Lorenz M., 2018, An Approach to Assess Indirect Environmental Effects of Digitalization Based on a Time-Use Perspective, Advances and New Trends in Environmental Informatics, S. 67–78

Bitkom, 2022, Rechenzentren in Deutschland, <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Rechenzentren-in-Deutschland-2022> [12.4.2022]

Bitkom, 2021, Acht von zehn Personen werden Opfer von Internetkriminalität, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/IT-und-Cybersicherheit-2021> [20.7.2022]

Bitkom, 2020, Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken, [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/2020-05\\_bitkom\\_klimastudie\\_digitalisierung.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/2020-05_bitkom_klimastudie_digitalisierung.pdf) [20.7.2022]

BKA – Bundeskriminalamt, 2022, Cybercrime. Bundeslagebild 2021, Wiesbaden

Breidenbach, Joana / Jäger, Katja / Zimmer, Anja / Scholz, Valerie / Mörrath, Aline / Reda, Isabel, 2022, Desinformation und das Ende der Wahrheit?, Studie des betterplace Lab, Berlin

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022, Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Transformation, [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-wissenschaftlicher-beirat-die-zukunft-der-arbeit-in-der-digitalen-transformation.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-wissenschaftlicher-beirat-die-zukunft-der-arbeit-in-der-digitalen-transformation.pdf?__blob=publicationFile&v=4) [9.5.2022]

Boll, Susanne / Dowling, Michael / Faisst, Wolfgang / Mordviova, Olga / Pflaum, Alexander / Rabe, Martin / Veith, Eric / Nieße, Astrid / Gülpen, Christian / Schnell, Markus / Terzidis, Orestis / Riss, Uwe, 2022, Mit Künstlicher Intelligenz zu nachhaltigen Geschäftsmodellen – Nachhaltigkeit von, durch und mit KI, Whitepaper aus der Plattform Lernende Systeme, München

Breyer, Katharina / Holderried, Annika / Schmid, Alessa / Mutschler, Bela / Social Media und der Einfluss auf die politische Meinungsbildung, Ereignishorizont Digitalisierung, 2019, <https://ereignishorizont-digitalisierung.de/gesellschaftspolitik/social-media-und-der-einfluss-auf-die-politische-meinungsbildung/> [20.7.2022]

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2020, Elementare Gefährdungen, [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/Elementare\\_Gefahrungen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4#:~:text=Der%20Ausfall%20oder%20die%20St%C3%B6rung,so-mit%20die%20Informationsverarbeitung%20beeintr%C3%A4chtigt%20wird.](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/Elementare_Gefahrungen.pdf?__blob=publicationFile&v=4#:~:text=Der%20Ausfall%20oder%20die%20St%C3%B6rung,so-mit%20die%20Informationsverarbeitung%20beeintr%C3%A4chtigt%20wird.) [20.7.2022]

Büchel, Jan / Engels, Barbara, 2022b, Datenbewirtschaftung von Unternehmen in Deutschland, IW-Trends, Nr. 1, Köln

Busch, Christoph/ Demary, Vera/ Engels, Barbara/ Haucap, Justus/ Kehder, Christiane/ Loebert, Ina/ Rusche, Christian, 2018, Sharing Economy im Wirtschaftsraum Deutschland, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin

Buxmann, Peter, 2022, Wie Menschen und Algorithmen gemeinsam bessere Entscheidungen treffen, [https://hodt-hessen.de/wp-content/uploads/2022/04/Buxmann\\_Teamwork\\_Algorithmen\\_Menschen.pdf](https://hodt-hessen.de/wp-content/uploads/2022/04/Buxmann_Teamwork_Algorithmen_Menschen.pdf) [20.7.2022]

BVDW – Bundesverband Digitale Wirtschaft, 2018, Data Economy. Datenwertschöpfung und Qualität von Daten, [https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/data\\_economy/BVDW\\_Datenwertschoepfung\\_2018.pdf](https://www.bvdw.org/fileadmin/bvdw/upload/publikationen/data_economy/BVDW_Datenwertschoepfung_2018.pdf) [20.7.2022]

BVDW/IW – Bundesverband Digitale Wirtschaft/ Institut der deutschen Wirtschaft, 2020, KI-Monitor 2020, Berlin

Cave, Stephen / Dihal, Kanta, 2022, Geschichte und Zukünfte Künstlicher Intelligenz, <https://background.tagesspiegel.de/digitalisierung/geschichte-und-zukuenfte-kuenstlicher-intelligenz#:~:text=In%20solch%20diversen%20Bereichen%20wie,von%20Ungleichheit%20und%20Erniedrigung%20reproduzieren> [14.4.2022]

Clausen, Jens / Niebel, Thomas / Hintemann, Ralph / Schramm, Stefanie / Axenbeck, Janna / Iffländer, Stefan, 2022, Klimaschutz durch digitale Transformation: Realistische Perspektive oder Mythos?, CliDiTrans Endbericht, Berlin

Cochoy, Franck / Licoppe, Christian / Petersson McIntyre, Magdalena / Sörum, Niklas, 2020, Digitalizing consumer society: equipment and devices of digital consumption, Journal of Cultural Economy, Jg. 13, Nr. 1, S. 1-11

Deller, David / Doan, Thanh / Mariuzzo, Franco, 2021, Competition and Innovation in Digital Markets, BEIS Research Paper Number: 2021/040, [https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/80051/1/Published\\_Version.pdf](https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/80051/1/Published_Version.pdf) [20.7.2022]

DEMAND (Fraunhofer ISST, Hrsg.), 2019, DATA ECONOMY. Status Quo der deutschen Wirtschaft & Handlungsfelder in der Data Economy, [https://www.demand-projekt.de/paper/DEMAND-DataEconomicsAndManagementOfDataDrivenBusiness\(WhitePaper\).pdf](https://www.demand-projekt.de/paper/DEMAND-DataEconomicsAndManagementOfDataDrivenBusiness(WhitePaper).pdf) [12.4.2022]

Demary, Vera, 2015, The Platformization of Digital Markets, IW Policy Paper, Nr. 39, Köln

Demary, Vera/ Engels, Barbara, 2016, Collaborative Business Models and Efficiency: Potential Efficiency Gains in the European Union, Gutachten für die Europäische Kommission, Köln

Demary, Vera / Engels, Barbara/ Rusche, Christian, 2017, Qualitative und quantitative Auswirkungen der Sharing Economy in Nordrhein-Westfalen, Gutachten für das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk NRW, Köln

Diefenbacher, Hans / Zieschank, Roland, 2011, Woran sich Wohlstand wirklich messen lässt, München

EMF – Ellen MacArthur Foundation, 2016, Intelligent assets: Unlocking the circular economy potential, <https://ellenmacarthurfoundation.org/intelligent-assets-unlocking-the-circular-economy-potential> [20.7.2022]

Engels, Barbara, 2021a, Cybersicherheit. 52,5 Mrd. Euro Schaden durch Angriffe im Homeoffice, IW-Kurzbericht, Nr. 54, Köln

Engels, Barbara, 2021b, Kaum Dienstreisen während Corona: Unternehmen sparen 11 Mrd. Euro, IW-Kurzbericht Nr. 72, Köln

Engels, Barbara, 2020, Generation Onlineshopping: Eine empirische Analyse unter Jugendlichen, IW-Report, Nr. 22, Köln

Engels, Barbara, 2019, Data Governance as the Enabler of the Data Economy, Intereconomics, Nr. 54, S. 216–222

Engels, Barbara, 2017a, Wirtschaftliche Kosten der Cyberspionage für deutsche Unternehmen: Cybersicherheit als Grundvoraussetzung der digitalen Transformation, IW-Policy Paper, Nr. 6, Köln

Engels, Barbara, 2017b, Online-Meeting statt Dienstreise: Unternehmen könnten 8,3 Mrd. Euro sparen, IW-Kurzbericht, Nr. 7, Köln

Engels, Barbara / Grunewald, Mara, 2017, Das Privacy Paradox: Digitalisierung versus Privatsphäre, IW-Kurzbericht, Nr. 57, Köln

Engels, Barbara / Rusche, Christian, 2019, Lage und Trends im deutschen Onlinehandel, IW-Report, Nr. 33, Köln

Engels, Barbara / Schäfer, Christin, 2020, Data Governance in deutschen Unternehmen, Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojektes DEMAND – DATA ECONOMICS AND MANAGEMENT OF DATA DRIVEN BUSINESS, Köln

Engels, Barbara / Wallner, Clemens / Schnell, Fabian, 2018, Max Weber in der Digitalisierungsfalle? E-Government in Deutschland, Österreich und der Schweiz, Gutachten im Auftrag von Avenir Suisse, Zürich

Enste, Dominik H. / Klös, Hans-Peter, 2021, Wachstum, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Tripolare Herausforderungen für die Soziale Marktwirtschaft?, IW-Policy Paper, Nr. 27, Köln

Europäische Kommission, 2021, Kommission schlägt Maßnahmen zur Verbesserung des lebenslangen Lernens und der Beschäftigungsfähigkeit vor, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_21\\_6476](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_6476) [26.4.2022]

European Commission, 2021, Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence> [20.7.2022]

Europäisches Parlament, 2021, Was ist künstliche Intelligenz und wie wird sie genutzt?, <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20200827STO85804/was-ist-kunstliche-intelligenz-und-wie-wird-sie-genutzt> [20.7.2022]

Fluchs, Sarah / Neligan, Adriana / Schleicher, Carmen / Schmitz, Edgar, 2022, Zirkuläre Geschäftsmodelle: Wie zirkulär sind Unternehmen?, IW-Report, Nr.27, Köln

Frick, Vivian / Matthies, Ellen, 2020, Everything is just a click away. Online shopping efficiency and consumption levels in three consumption domains, Sustainable Production and Consumption, Nr. 23, S. 212–223

Goecke, Henry/ Demary, Vera/ Engels, Barbara/ Fritsch, Manuel/ Krotova, Alvetina/ Rusche, Christian/ Scheufen, Marc/ Thiele, Christopher, 2019, Data Economy: Status quo der deutschen Wirtschaft & Handlungsfelder in der Data Economy, Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojektes DEMAND - DATA ECONOMICS AND MANAGEMENT OF DATA DRIVEN BUSINESS, Köln

Initiative D21, 2022, D21-Digital-Index 2021/2022, [https://initiatived21.de/app/uploads/2022/02/d21-digital-index-2021\\_2022.pdf](https://initiatived21.de/app/uploads/2022/02/d21-digital-index-2021_2022.pdf) [12.4.2022]

IW Consult, 2022, Effekte der Digitalisierung auf die Nachhaltigkeit. Studie im Auftrag des Vodafone Instituts, [https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2022/03/Digitalisierung-und-Nachhaltigkeit\\_IWC\\_VFI\\_2022.pdf](https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2022/03/Digitalisierung-und-Nachhaltigkeit_IWC_VFI_2022.pdf) [20.7.2022]

IW/IWC – Institut der deutschen Wirtschaft Köln / Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult (Hrsg.), 2015, Digitalisierung, Vernetzung und Strukturwandel: Wege zu mehr Wohlstand, Erster IW-Strukturbericht, Köln

Jahn, Thomas / Kerkmann, Christof, 2022, Die Cloud als Klimaretter? Wie Amazon, Microsoft und Google um umweltbewusste Kunden kämpfen, <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/technologie-die-cloud-als-klimaretter-wie-amazon-microsoft-und-google-um-umweltbewusste-kunden-kaempfen/28196144.html?tm=login> [21.4.2022]

Janssen, Marijn / Matheus, Ricardo / Longo, Justin / Weerakkody, Vishanth, 2017, Transparency-by-design as a foundation for open government, *Transforming Government: People, Process and Policy*, Jg. 11, Nr. 1, S. 2-8

Kharazian, Zarine, 2016, "Technology is Neither Good, Nor Bad; Nor is it Neutral:" The Case of Algorithmic Biasing, <https://ssrnc.wm.edu/technology-is-neither-good-nor-bad-nor-is-it-neutral-the-case-of-algorithmic-biasing/#:~:text=Kranzberg's%20First%20Law%20states%3A%20%E2%80%9CTechnology,cultural%20values%20and%20societal%20outcomes> [20.7.2022]

KI-Observatorium, 2022, Auftakt AIL AT WORK: Künstliche Intelligenz bei der Arbeit – auf dem Weg zu kompetenten und souveränen Nutzer\*innen KI-basierter Systeme, [https://www.ki-observatorium.de/rubriken/wissen/auftakt-ail-at-work-kuenstliche-intelligenz-bei-der-arbeit-auf-dem-weg-zu-kompetenten-und-souveraenen-nutzerinnen-ki-basierter-systeme?etcc\\_cmp=Newsletter\\_310322-fit-fuer-Arbeit-mit-KI&etcc\\_med=E-Mail&cHash=d95855e0b88f8c6758cb81426e2a3469](https://www.ki-observatorium.de/rubriken/wissen/auftakt-ail-at-work-kuenstliche-intelligenz-bei-der-arbeit-auf-dem-weg-zu-kompetenten-und-souveraenen-nutzerinnen-ki-basierter-systeme?etcc_cmp=Newsletter_310322-fit-fuer-Arbeit-mit-KI&etcc_med=E-Mail&cHash=d95855e0b88f8c6758cb81426e2a3469) [12.4.2022]

Kranzberg, Melvin, 1986, Technology and History: Kranzberg's Laws, *Technology and Culture*, Jg. 27, Nr.3, S. 547

Kropp, Ariane, 2019, *Grundlagen der Nachhaltigen Entwicklung*, Wiesbaden

Kübler, Hans-Dieter, 2018, *Digitale Vernetzung*,

Kuehn, Kathleen M. / Salter, Leon A., 2020, Assessing Digital Threats to Democracy, and Workable Solutions: A Review of the Recent Literature, *International Journal of Communication*, Nr. 14, S. 2589–2610

Kumar, Ashok, 2007, From mass customization to mass personalization: a strategic transformation, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Jg. 19, 53

Lang, Thorsten / Ewald, Johannes, 2020, *Digitalisierung und Energieeffizienz*, Desk Research-Literaturstudie im Rahmen des BMWi-Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“, Köln

Lange, Steffen / Pohl, Johanna / Santarius, Tilman, 2020, Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand?, *Ecological Economics*, Nr 176, 106760

Lange, Steffen / Santarius, Tilman, 2018, *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*, oekom Verlag, München

Lengen, Julia Christine / Kordsmeyer, Ann-Christin / Rohwer, Elisabeth / Harth, Volker / Mache, Stefanie, 2021, Soziale Isolation im Homeoffice im Kontext der COVID-19-Pandemie, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, Nr. 71, S. 63–68

Lippke, Sonia / Keller, Franziska / Derksen, Christina / Kötting, Lukas / Ratz, Tiara / Fleig, Lena, 2022, Einsam(er) seit der Coronapandemie: Wer ist besonders betroffen? – psychologische Befunde aus Deutschland. *Prävention und Gesundheitsförderung*, Nr. 17, S. 84–95

Mayer, Maximilian / Lu, Yen-Chi, 2022, Europa hat die Konsequenzen seiner digitalen Abhängigkeit noch kaum erkannt, Konrad-Adenauer-Stiftung e.V., Berlin

Nachhaltig.digital, 2020, nachhaltig.digital monitor 2020, <https://nachhaltig.digital/blog/1123> [20.7.2022]

Neiberger, Cordula, 2020, Onlinehandel und Stadt, Geographische Handelsforschung, S. 207-214

Neligan, Adriana / Eyerund, Theresa, 2020, Agenda 2030: Drei „Sustainable Development Goals“ für die Wirtschaft, <https://www.iwkoeln.de/presse/in-den-medien/adriana-neligan-theresa-eyerund-drei-sustainable-development-goals-fuer-die-wirtschaft.html> [20.7.2022]

Neligan, Adriana / Baumgartner, Rupert J. / Geissdoerfer, Martin / Schöggel, Josef-Peter, 2022, Circular disruption. Digitalisation as a driver of circular economy business models, Business Strategy and the Environment, Special issue article, S. 1–14

Neligan, Adriana / Engels, Barbara / Schaefer, Thilo / Schleicher, Carmen / Fritsch, Manuel / Schmitz, Edgar / Wiegand, Ralf, 2021, Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin

Peissner, Matthias / Kötter, Falko / Zaiser, Helmut, 2019, Künstliche Intelligenz – Anwendungsperspektiven für Arbeit und Qualifizierung, BWP-Zeitschrift 03/2019, S. 9–13

Peuckert, Jan / Pentzien, Jonas, 2018, Kompromisse des Teilens. Nachhaltige Governance von Peer-to-Peer Sharing Praktiken, Peer-Sharing Arbeitsbericht 7, [http://www.peer-sharing.de/data/peersharing/user\\_upload/Dateien/PeerSharing\\_Arbeitsbericht\\_7\\_Kompromisse\\_des\\_Teilens.pdf](http://www.peer-sharing.de/data/peersharing/user_upload/Dateien/PeerSharing_Arbeitsbericht_7_Kompromisse_des_Teilens.pdf) [12.4.2022]

Plattform Industrie 4.0, 2021, Factsheet: Gemeinsamer Demonstrator für Interoperabilität. Wie der Austausch von CO2-Daten entlang der Wertschöpfungskette und länderübergreifend auf einer standardisierten Basis funktionieren kann, <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/CESMII-Plattform-Demonstrator.html> [2.5.2022]

Postpischil, Rafael / Jacob, Klaus, 2019, E-Commerce vs. stationärer Handel: Die Umwelt- und Ressourcenwirkungen im Vergleich, Kurzanalyse im Projekt Ressourcenpolitik 2, <https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/24797/Postpischil%20Jacob%202019%20KA%20E-Commerce.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [20.7.2022]

Prakash, Siddharth / Dehoust, Günther / Gsell, Martin / Schleicher, Tobias / Stamminger, Rainer, 2016, Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung. Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_11\\_2016\\_einfluss\\_der\\_nutzungsdauer\\_von\\_produkten\\_obsoleszenz.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_11_2016_einfluss_der_nutzungsdauer_von_produkten_obsoleszenz.pdf) [12.4.2022]

Pufé, Iris, 2014, Was ist Nachhaltigkeit? Dimensionen und Chancen, <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/188663/was-ist-nachhaltigkeit-dimensionen-und-chancen/#footnote-target-3> [20.7.2022]

Raworth, Kate, 2017, Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist, London

Rohde, Friederike / Wagner, Josephin / Reinhard, Philipp / Petschow, Ulrich / Meyer, Andreas / Voß, Marcus / Mollen, Anne, 2021, Nachhaltigkeitskriterien für künstliche Intelligenz. Entwicklung eines Kriterien- und Indikatorensets für die Nachhaltigkeitsbewertung von KI-Systemen entlang des Lebenszyklus, IÖW-Schriftenreihe 220/21, Berlin

Russell, Stuart / Norvig, Peter, 2013, Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz, 3. Auflage, München

Samuel, Sigal, 2022, Why it's so damn hard to make AI fair and unbiased, <https://www.vox.com/future-perfect/22916602/ai-bias-fairness-tradeoffs-artificial-intelligence> [4.5.2022]

Sanyoura, Lana El, & Anderson, Ashton, 2022, Quantifying the Creator Economy: A Large-Scale Analysis of Patreon, Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media, Jg. 16, Nr. 1, S. 829–840

Schneider-Dörr, Andreja, 2019, Erwerbsarbeit in der Plattformökonomie: Eine kritische Einordnung von Umfang, Schutzbedürftigkeit und arbeitsrechtlichen Herausforderungen, Working Paper Forschungsförderung No. 116, Düsseldorf

Stettes, Oliver, 2020, (Keine) Angst vor Robotern? Aktualisierte Befunde zu potenziellen Beschäftigungseffekten der Digitalisierung, IW-Trends, Nr. 4, S. 85–103

Strobl, Günther, 2022, Künstliche Intelligenz soll Treibhausgase in Lieferketten aufspüren, <https://www.der-standard.at/story/2000133243328/kuenstliche-intelligenz-soll-treibhausgase-in-lieferketten-aufspueren> [2.5.2022]

Strubell, Emma / Ganesh, Ananya / McCallum, Andrew, 2019, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP, Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, S. 3645–3650

tante – thinking loudly about networked beings, 2022, Das dritte Web, <https://tante.cc/2022/02/04/das-dritte-web/> [1.4.2022]

Tremmel, Jörg, 2003, Handbuch Generationengerechtigkeit, München

UN, 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, <https://sdgs.un.org/2030agenda#:~:text=We%20resolve%2C%20between%20now%20and,protection%20of%20the%20planet%20and> [20.7.2022]

Wienrich, Carolin / Carolus, Astrid / Markus, André / Augustin, Yannik, 2022, AI Literacy: Kompetenzdimensionen und Einflussfaktoren im Kontext von Arbeit, [https://www.ki-observatorium.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/AI\\_Literacy\\_Kompetenzdimensionen\\_und\\_Einflussfaktoren\\_im\\_Kontext\\_von\\_Arbeit.pdf](https://www.ki-observatorium.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/AI_Literacy_Kompetenzdimensionen_und_Einflussfaktoren_im_Kontext_von_Arbeit.pdf) [4.5.2022]

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2019a, Digitales Momentum für die UN-Nachhaltigkeitsagenda im 21. Jahrhundert, Politikpapier 10, Berlin

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2019b, Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Zusammenfassung, Hauptgutachten des Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen Berlin

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2018, Digitalisierung: Worüber wir jetzt reden müssen, [https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/factsheets/fs7\\_2019/wbgu\\_fs7\\_impuls\\_navi.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/factsheets/fs7_2019/wbgu_fs7_impuls_navi.pdf) [6.4.2022]

Zhang, Daniel / Maslej, Nestor / Brynjolfsson, Erik / Etchemendy, John / Lyons, Terah / Manyika, James / Ngo, Helen / Niebles, Juan Carlos / Sellitto, Michael / Sakhaee, Ellie / Shoham, Yoav / Clark, Jack / Perrault, Raymond, 2022, Artificial Intelligence Index Report 2022, [https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report\\_Master.pdf](https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf) [20.7.2022]

Zwiers, Jakob / Hackfort, Sarah / Büttner, Lisa, 2020, Ökonomien der Transformation: Ansätze zukunftsfähigen Wirtschaftens, Berlin