



Dörte Foit

## DISKUSSIONSPAPIER

# „Industrie 4.0“ und Nachhaltigkeit – Digitalisierung als Teil der „Großen Transformation“?

2018

<b>Einleitung: Digitalisierung bedeutet einen elementaren Strukturwandel</b>	<b>2</b>
<b>Grundlagen: Nachhaltigkeit, Transformation &amp; Verantwortung</b>	<b>3</b>
<i>Nachhaltigkeit als holistischer Entwicklungsansatz</i>	3
<i>Transformation und transformativer Wandel in Richtung Nachhaltigkeit</i>	4
<i>(Unternehmerische) Verantwortung als übergreifendes Grundprinzip</i>	6
<i>Zwischenfazit 1: Digitalisierung (allein) macht noch keine Transformation</i>	8
<b>Nachhaltige Digitalisierung: Ausgewählte Spannungsfelder</b>	<b>9</b>
<i>Makro-Ebene: Die „digitale Schere“</i>	9
<i>Meso-Ebene: Das „Effizienz-Dilemma“</i>	11
<i>Mikro-Ebene: Der „Rollen-Konflikt“</i>	13
<i>Zwischenfazit 2: Sicherheit &amp; Verantwortung als zentrale Themen einer Nachhaltigen Digitalisierung</i>	14
<b>Digitalisierung für Nachhaltigkeit: Mögliche Synergiefelder</b>	<b>15</b>
<i>Kreislaufwirtschaft</i>	16
<i>Sharing Economy</i>	17
<i>Prosumption</i>	18
<i>Zwischenfazit 3: „Circular Shareconomy“ als Anwendungsszenario?</i>	19
<b>Fazit: Der Mensch als wichtigster Treiber einer digital unterstützten Transformation</b>	<b>21</b>
<b>Quellen</b>	<b>23</b>

Dörte Foit

## „Industrie 4.0“ und Nachhaltigkeit – Digitalisierung als Teil der „großen Transformation“?

### Zusammenfassung

Die neue Welle digitaler Technologien rund um das „Internet der Dinge“ verspricht flexible, transparente und günstige Wertschöpfungsnetzwerke und treibt damit einen elementaren Strukturwandel, der globale Märkte, Arbeits- und Wettbewerbsbedingungen genauso wie Produktionsprozesse und Konsum betrifft. Ziel dieses Beitrags ist es, die Schnittmengen dieser sogenannten „Industrie 4.0“ mit einer Nachhaltigen Entwicklung anhand von zwei verschiedenen Blickrichtungen zu erörtern: Zunächst werden die Spannungsfelder einer nachhaltigen Gestaltung der Digitalisierung betrachtet, um in einem weiteren Schritt, konkrete Synergiefelder von Digitalisierung und nachhaltiger Transformation beispielhaft zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen ein hohes Nachhaltigkeits-Potenzial intelligenter digitaler Technologien durch Regionalisierungs- bzw. Dezentralisierungsprozesse sowie die Optimierung von Produkt- und Ressourcenströmen. Gleichzeitig sind mögliche Rebound-Effekte sowie Risiken im Hinblick auf Wettbewerb, Arbeitsmarkt, Daten- und Arbeitssicherheit in Betracht zu ziehen. In einer Mehrebenen-Betrachtung werden darüber hinaus drei wesentliche Spannungsfelder identifiziert: „Die Digitale Schere“ auf Makro-Level, „Das Effizienz-Dilemma“ auf Unternehmensebene und „Der Rollen-Konflikt“ aus Sicht des Individuums. Letztendlich steht der Mensch im Mittelpunkt der Digitalisierung. Mit ihm entscheidet die Wahrnehmung der Verantwortung *des* Einzelnen und *für* den Einzelnen darüber, ob und wie wir die aktuellen Umbrüche dazu nutzen, eine „Große Transformation“ in Richtung Nachhaltigkeit zu gestalten.

Schlüsselworte: Industrie 4.0, Digitalisierung, Transformation, Nachhaltigkeit, Nachhaltige Entwicklung

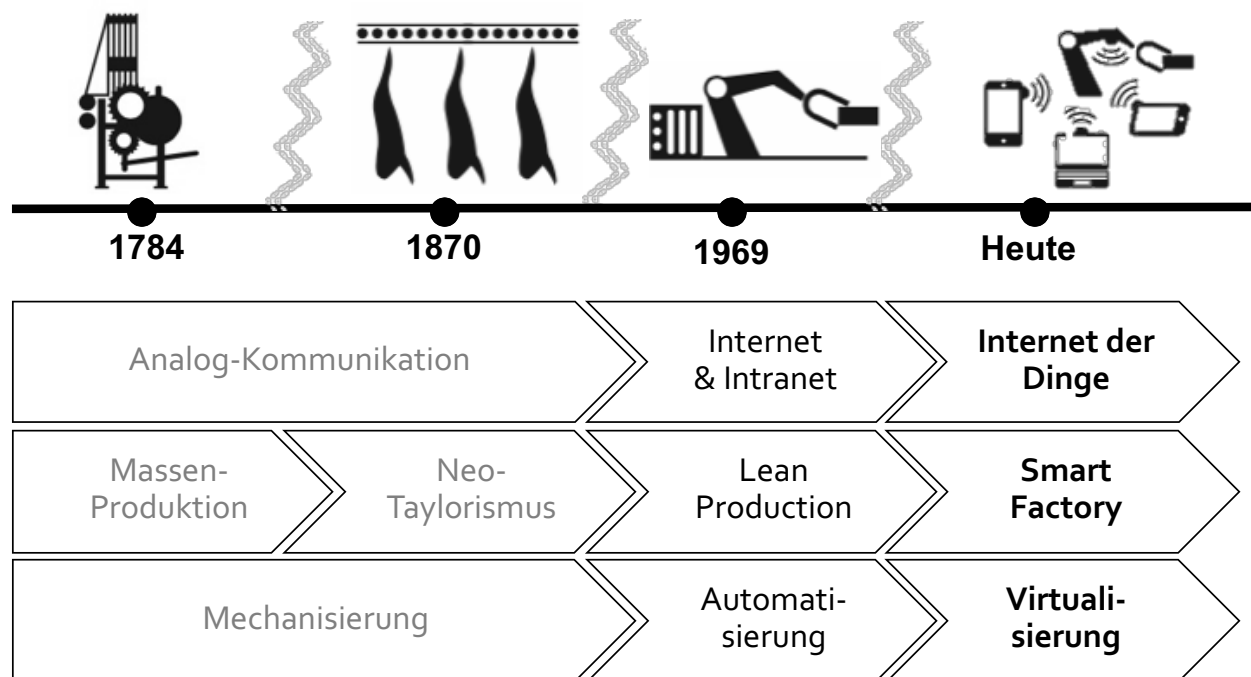
### Abstract

The new wave of digital technologies associated with the “Internet of Things” is transforming value chains into value networks and thus driving major structural change in (global) markets, competition and working conditions as well as in production processes and consumption. The paper at hand aims at examining the potential intersections of the topic with Sustainable Development from two different points of view: Firstly, the possibilities of a digitalization in accordance with the end of sustainability are looked into. Secondly, digitalization is observed with regard to being a potential driver of Sustainable Development using exemplary fields of application. The results imply a high sustainability potential of intelligent digital technologies through regionalization and decentralization as well as the optimization of product and resource streams. At the same time, possible rebound effects as well as risks regarding competition, labor market, data and workplace safety have to be taken into account. In a multi-level consideration, this article moreover identifies three substantial fields of tension between the observed topics: “The Digital Gap”, “The Efficiency-Dilemma” and “The Role-Conflict”. All of them point toward humankind being the center of digitalization. The responsibility of the individual and *for* the individual seems to be key to the question whether and how we are going to manage utilizing the present changes towards a “Great Transformation”.

Key Words: Industry 4.0, Digitalization, Transformation, Sustainability, Sustainable Development

## Einleitung: Digitalisierung bedeutet einen elementaren Strukturwandel

Auch wenn das Phänomen der Digitalisierung alles andere als neu ist, nimmt es in letzter Zeit deutlich mehr Raum ein auf der Agenda von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. „Industrie 4.0“, „Digitale Transformation“ sowie „Dritte/ Vierte Industrielle Revolution“ sind nur einige Begriffe, die die Debatte in diesen Kontexten prägen. Wenn auch nicht vollständig deckungsgleich, lässt sich der Bedeutungsgehalt dieser Termini zu einigen wesentlichen Charakteristika verdichten: Grundsätzlich bedeutet die aktuelle digitale Entwicklung einen elementaren Umbruch der Wertschöpfungsstrukturen, ausgelöst durch das „Internet der Dinge“ (engl.: IOT – Internet of things), das eine weitgehende Trennung von virtueller und realer Welt ermöglicht (Hinrichsen/ Jasperneite 2013: 45). Nach drei vorhergehenden sogenannten „industriellen Revolutionen stehen Effizienzgewinne durch Prozessoptimierung auch im Zentrum der heutigen Entwicklungen (vgl. Abb. 1). Ein Kernelement dabei sind die „Cyber-Physical Systems“ (CPS), die es möglich machen, Produkte und Betriebsmittel (global) zu vernetzen und zu einer „Smart Factory“ zusammen zu führen (Kagermann et al. 2013). Wertschöpfungsketten werden so zu Wertschöpfungsnetzwerken optimiert, die flexibel, transparent und günstig operieren – bis hin zu einer (langfristig) eigenständigen Steuerung.



**Abbildung 1: Die industrielle Entwicklung im Überblick (eigene Darstellung in Anlehnung an Kagermann et al. 2013 & Hinrichsen/ Jasperneite 2013)**

Die Art wie wir wirtschaften und arbeiten wird sich grundlegend verändern – Prognosen zufolge bereits in den kommenden fünf bis zehn Jahren (Kollmann/ Schmidt 2016). Über die Bezeichnung der dahinterstehenden Digitalisierungsprozesse und die damit assoziierten Charakteristika hinaus, steht entsprechend insbesondere die Einschätzung und Bewertung möglicher Folgen zur Debatte. Hier stehen sich „Euphoriker und Apokalyptiker“ (Huber 2016, nach Wulsdorf/ Wilhelms 2017: 168) gegenüber und zeichnen Szenarien von „Lebensqualität und Wohlstand für alle“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2017) bis hin zum

„Tod der Vernunft“ (Mbeme 2017). Diese Extreme und die Zwischentöne aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeits- bzw. Transformations-Forschung zu betrachten, ist Ziel dieses Beitrags. Hierzu werden zunächst einige begriffliche Grundlagen geschaffen, um dann sowohl auf mögliche Spannungsfelder einer nachhaltigen Digitalisierung einzugehen, als auch ausgewählte Synergiefelder im Sinne einer Digitalisierung für Nachhaltigkeit zu beleuchten.

## **Grundlagen: Nachhaltigkeit, Transformation & Verantwortung**

Die Analyse der Schnittmengen zwischen digitaler und nachhaltiger Entwicklung setzt zunächst eine Perspektivbestimmung anhand zentraler theoretischer Grundlagen voraus. Die drei Begriffe Nachhaltigkeit, Transformation und Verantwortung sind wesentlich für die nachfolgenden Überlegungen zu möglichen Synergien und Konfliktthemen, da sie nicht nur erlauben, den Begriff der „Digitalen Transformation“ an sich wissenschaftlich einzuordnen als auch ihn an den Zielen einer holistischen, verantwortungsvollen gesellschaftlichen wie wirtschaftlichen Entwicklung zu messen.

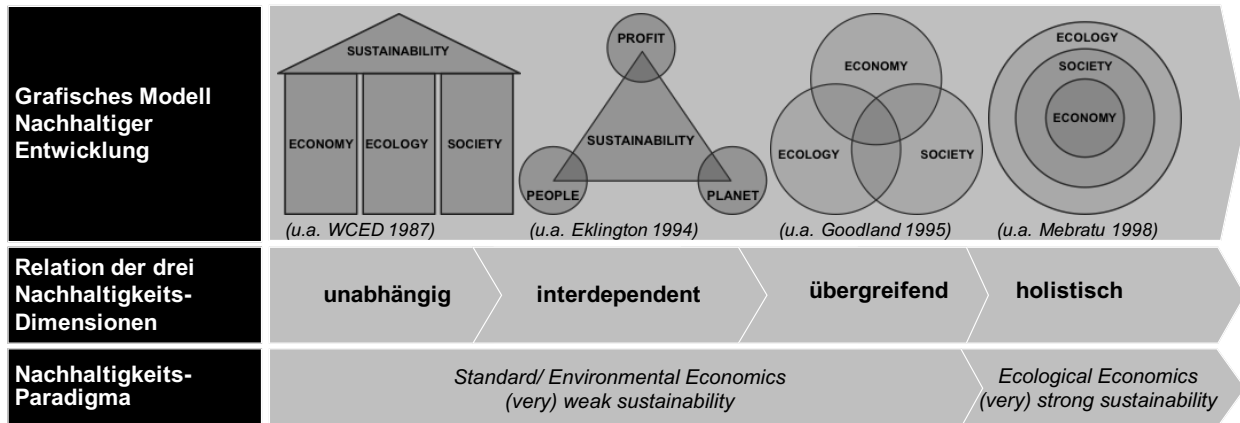
### ***Nachhaltigkeit als holistischer Entwicklungsansatz***

Trotz der jahrelangen Begriffsgeschichte ist Nachhaltigkeit, ebenso wie nachhaltige Entwicklung, nach wie vor nicht konsensfähig definiert. Viel zu sehr hängt die beigemessene Bedeutung von der jeweiligen (theoretischen) Perspektive ab. Allein die diesbezüglich dominanten ökonomischen Modelle unterscheiden sich erheblich in ihren Grundannahmen und Implikationen, da sie sich auf teilweise elementar unterschiedliche Weltbilder stützen.

Grundsätzlich leitet sich der Begriff Nachhaltigkeit vom lateinischen Wort *sustinere* ab und meint Aufrechterhaltung oder Konservierung (Grober 2013). Damit steht Nachhaltigkeit für das Ideal eines unendlichen Fortbestands und ist erklärtes Ziel des entsprechenden Prozesses nachhaltiger Entwicklung. Oftmals wird dieser auf die Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales heruntergebrochen und die entsprechenden Konzepte unterscheiden sich maßgeblich in Bezug auf das unterstellte Verhältnis dieser drei. Waren in Folge der „Brundtland-Konferenz“ zunächst Säulendarstellungen mit unabhängigen Dimensionen (vgl. u.a. WECD 1987, nach Fahr/ Foit 2015) dominant, folgten in den 1990er Jahren Netzwerkmodelle (vgl. u.a. das „Nachhaltigkeits-Dreieck“ von Heins 1994, nach Fahr/ Foit 2015), um schließlich zu einem Dimensionen übergreifenden Bild von Nachhaltigkeit verkörpert durch Kreisdiagramme (vgl. u.a. SRU 2002, nach Fahr/ Foit 2015) zu gelangen (vgl. Abb. 2).

Innerhalb dieses Beitrages (wie auch der neueren Nachhaltigkeits-Debatte, vgl. WBGU 2011/ UBA 2015) wird nachhaltige Entwicklung als Transformationsprozess betrachtet und damit ein holistisches Modell favorisiert, das alle drei Dimensionen als integriertes System betrachtet (vgl. u.a. Daly 1996, Abb. 2). Wirtschaft stellt im Kontext dieser Perspektive (der Ecological Economics, u.a. Daly) ein soziales und ökologisches

Subsystem dar. Im Unterschied zu der verbreiteten Modell-Sicht mit den „überlappenden Kreisen“ ist nachhaltige Entwicklung innerhalb dieser Perspektive kein (unerreichbares) Ziel, sondern eine unmittelbare Notwendigkeit, weil die Systeme verschachtelt, also wechselseitig abhängig, sind.



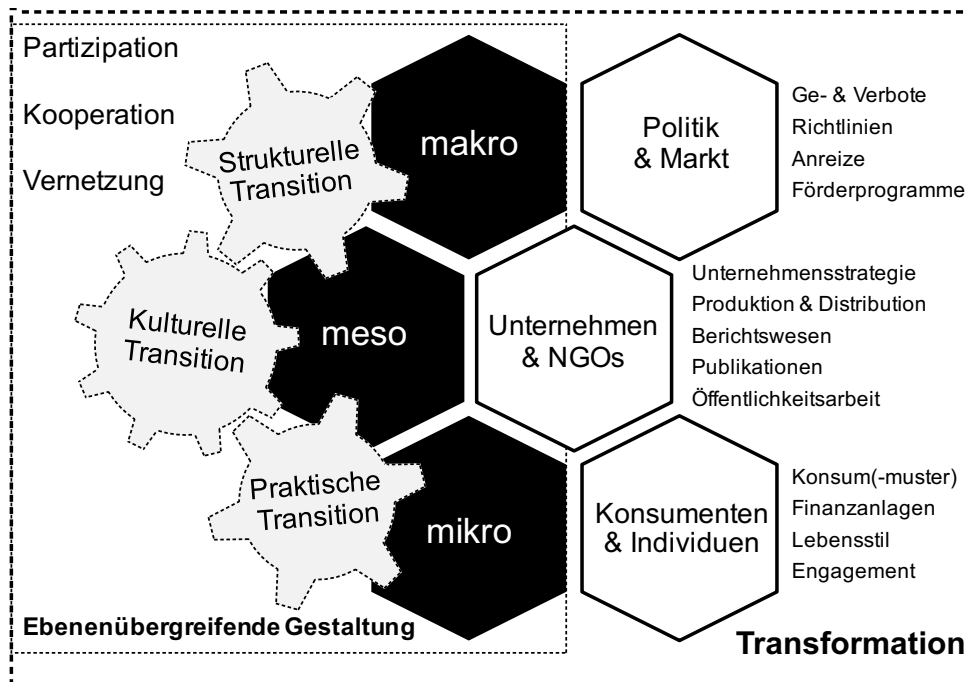
**Abbildung 2: Die Evolution von Modellen Nachhaltiger Entwicklung (in Anlehnung an Fahr/ Foit 2015, S. 709)**

Konzepte wie „ökologische Nachhaltigkeit“ existieren im Kontext dieses Modells ausdrücklich nicht. Ökonomie und Biosphäre sind genauso wenig unabhängige Systeme, wie es ein soziales Vakuum gibt. Entsprechend haben jede Entscheidung und jedes Handeln Auswirkungen auf allen drei Sphären und sollten reflektiert im Hinblick auf die ökonomische, soziale und ökologische Belastbarkeit stattfinden. Welche Akteure hier zusammenwirken und welche Grundannahmen für verantwortliches Wirtschaften sich daraus ableiten, wird im Folgenden dargestellt.

### **Transformation und transformativer Wandel in Richtung Nachhaltigkeit**

Auch wenn der Transformations-Begriff zu einer Art Leitgedanke der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion um nachhaltige Entwicklung avanciert ist, adressiert er nicht ursächlich sozial-ökologischen (oder auch digitalen) Wandel, sondern bezieht sich allgemein auf die umfassende Neu-Formation eines Gesamtsystems. Dabei bezieht er politische, wirtschaftliche und soziokulturelle Entwicklungen mit ein und zeichnet sich insbesondere durch den profunden Charakter der entsprechenden Veränderungen aus (UBA 2015a). Im Gegensatz zu dem vielfach synonym verwendeten Terminus der Transition ist ferner die mit Transformation assoziierte Multidimensionalität hervorzuheben. So beziehen sich Transitionen lediglich auf (meist bewusst herbei geführte) Änderungen eines gesellschaftlichen Teilsystems, wie etwa dem Übergang von einem politischen Regime in ein anderes (UBA 2015a). Transformation, als „spezifischer Typ sozialen Wandels“ (Reißig 2014: 1), geht weiter und setzt sich gewissermaßen aus mehreren interdependenten Transitionen auf verschiedenen Systemebenen zusammen, wobei das gegebene Ordnungssystem verlassen wird. Insofern unterscheidet er sich elementar von anderen Bezeichnungen für Veränderungsprozesse, wie Innovation oder Modernisierung, die innerhalb der bestehenden Grundordnung stattfinden. Gleichzeitig sind die dahinterliegenden Prozesse intendiert (im Gegensatz zur Evolution) und - wenn auch oft radikal - nicht so plötzlich und nischen-getrieben wie die Revolution, sondern ergebnisoffen und komplex. (Reißig 2014: 5f.)

Diese allgemeinen Kennzeichen von Transformationen lassen sich auf die Begriffs-Verwendung im Kontext nachhaltiger Entwicklung übertragen. Als „große Transformation“ (WBGU 2011) verstanden, vollzieht sich der Wandel in Richtung Nachhaltigkeit als langfristiger und umfassender gesamtgesellschaftlicher (Um-)Gestaltungsprozess. Dies fußt in der Annahme, dass Nachhaltige Entwicklung nicht allein von technologischen, ökonomischen oder regulativen Einzellösungen getragen werden kann, sondern eines tief greifenden Umdenkens auf allen Ebenen der Gesellschaft bedarf (z.B. UBA 2015b).



**Abbildung 3: Mehrebenen-Modell der Transformation in Richtung Nachhaltigkeit (eigene Darstellung)**

Dies umfasst politische, gesetzliche, wirtschaftliche, technologische, produktions- und konsumbezogene sowie kulturelle und soziale ko-evolutionäre Veränderungen in verschiedenen Bereichen – nicht als unabhängige Einzelprojekte, sondern als parallel ablaufende und sich wechselseitig beeinflussende Wandlungsprozesse, getragen von Prinzipien wie Partizipation, Kooperation und Vernetzung (UBA 2015a; vgl. Abb. 3).

Ein zentraler Bestandteil dieses Prozesses ist der Wandel von Wirtschaft und Wirtschaften (UBA 2015a: 12). Scharmer und Kaufer (2013) beispielsweise sehen in den dominanten ökonomischen Denkstrukturen einen wesentlichen Hebel für die Transformation von „business, society and self“.

Der von ihnen aufgezeigte Evolutionspfad (vgl. Abb. 4) mündet in einem auf *co-creation* basierenden Gesellschaftsentwurf, der auf aktive und kreative soziale Zusammenarbeit setzt und damit die bereits aufgezeigten zentralen Mechanismen von Vernetzung, Partizipation und Kooperation wieder aufgreift. Allokations- und Governancestrukturen sind innerhalb dieses Systems nicht nur vernetzt, wie in dem auf Stakeholder-Dialog basierenden Ansatz der sozialen Marktwirtschaft. Vielmehr wandelt sich die Gesellschaft in ein holistisch zusammenwirkendes Gefüge, das seine Entscheidungen auf die Anforderungen und Bedürfnisse des gesamten Ökosystems gründet.

	Dominant Ideology	Primary Societal Challenge	Primary Sector/ Players
<b>Society 1.0: state-centric</b>	mercantilism, socialism	stability	state/ government
<b>Society 2.0: free market</b>	neoliberalism, neoclassic thought	growth	Markets: capital/ business, state/ government
<b>Society 3.0: social market</b>	social democracy	negative externalities	Stakeholder dialogue: civil society/ ngos, capital/ business, state/ government
<b>Society 4.0: co-creative</b>	eco-system-centric thought	global disruptive externalities, resilience	cross-sector co-creation: civil society/ ngos, capital/ business, state/ government

Abbildung 4: "The Challenge-Response-Model of Economic Evolution" (Scharmer/ Kaufer 2013: 52, gekürzt)

Damit wird das (ökonomische) Denken ein Stück weit zu seinen Ursprüngen – also der Einheit von Ökologie und Ökonomie – zurückgeführt und fügt sich in die ganzheitliche Sichtweise nachhaltiger Entwicklung ein, die bereits skizziert wurde.

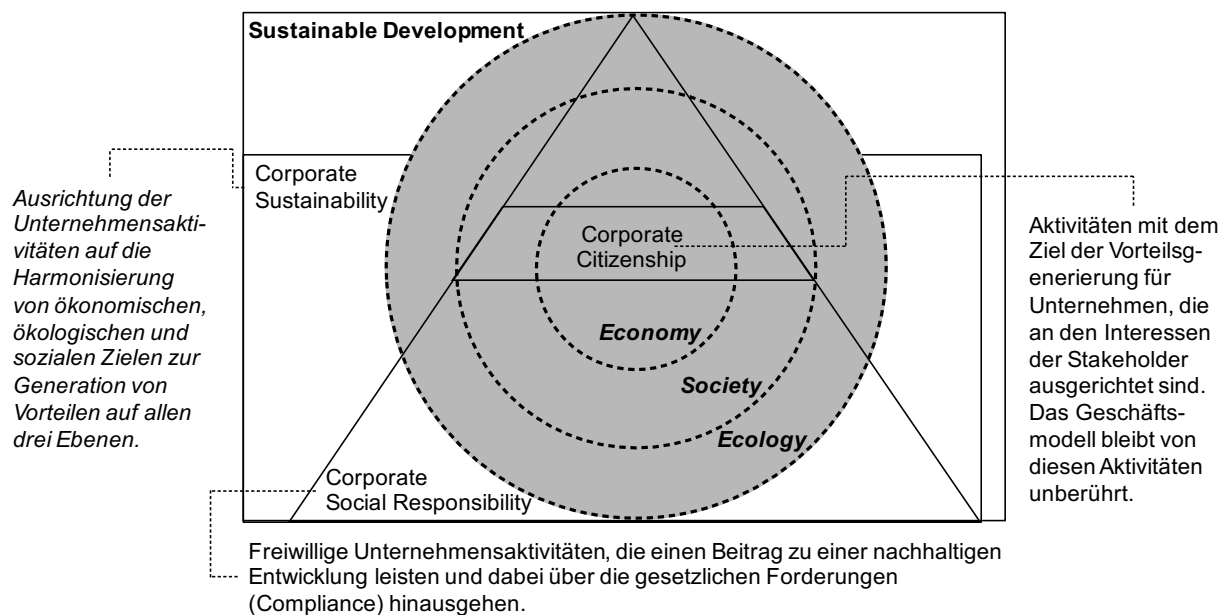
#### **(Unternehmerische) Verantwortung als übergreifendes Grundprinzip**

Damit diese Sichtweise „funktioniert“ und Grundprinzipien wie *co-creation* greifen können, muss zunächst ein Bewusstsein für die dargelegten Interdependenzen bestehen und diese müssen auch geachtet werden (Stichwort *awareness* vgl. Scharmer/ Kaufer 2013). Nur wenn Verantwortung für das Ökosystem (also Wirtschaft, Gesellschaft und Biosphäre) von jedem Einzelnen, jedem Mitarbeiter und jedem Unternehmen empfunden und getragen wird, kann nachhaltige Entwicklung als vielschichtiger Transformationsprozess zielführend gestaltet werden.

Im Allgemeinen bezieht sich der Verantwortungsbegriff auf drei Ebenen: das Verantwortungssubjekt (der/ die Verantwortungsträger/in), der Verantwortungsbereich (der Verantwortungsgegenstand) und die Verantwortungsinstanz (die Stelle, vor der man sich verantworten muss) (Heidbrink 2011: 190). Darüber hinaus wird die Zuschreibung von Verantwortung neben Kausalität und Normen üblicherweise von bestimmten Bedingungen bzw. Kompetenzen abhängig gemacht. Sombetzki (2014: 43ff.) unterscheidet hier Kommunikations-, Handlungs- und Urteilsfähigkeit. Überträgt man dies auf Wirtschaft und Unternehmen als ein zentrales Bezugssystem von Verantwortung, zieht dies insbesondere die Frage nach sich, ob Unternehmen an sich als Verantwortungssubjekte gelten können. Üblicherweise werden Unternehmen als „sekundäre moralische Akteure“ (Werhane 1992: 330, zit. nach Heidbrink 2011: 195) betrachtet, deren Verantwortung sich aus den Rechten und Pflichten der individuellen Akteure ableiten lässt. Die Beurteilung der Verantwortung hängt demnach von vielen internen und externen Faktoren ab, die neben der rechtlichen Lage auch die Organisations- und Weisungsstrukturen sowie Aufgaben, Rollen und Kompetenzen der einzelnen Mitarbeiter umfassen (Heidbrink 2011: 190ff.).

Für Unternehmen sind entsprechend verschiedene, miteinander zusammenhängende Verantwortungsbereiche relevant: ökonomische, rechtliche, ethische und philanthropische Verantwortung (Fahr/ Foit 2016: 20).

Inwieweit diese anerkannt und gelebt werden, hängt von der jeweiligen Perspektive des Unternehmens und damit letztlich von der Grundfrage ab, „ob unternehmerisches Handeln strategisch oder sozial ausgerichtet sein soll“ (Fahr/ Foit 2016: 22): Während die klassische ökonomische - shareholder orientierte - Sichtweise Unternehmen allein zur Profitmaximierung im Rahmen der legalen Grenzen verpflichtet und Verantwortung als allein marktgetrieben einordnet, versteht sich unternehmerische Verantwortung aus der Stakeholder-Perspektive als notwendige Harmonisierung der Interessen von internen und externen Anspruchsgruppen. Ebenfalls kann Verantwortung(sübernahme) als starkes Signal im Wettbewerb oder sogar als Notwendigkeit angesehen werden, um sich als Unternehmen gesellschaftlich zu legitimieren.



**Abbildung 5: Begriffe unternehmerischer Verantwortung im Kontext eines holistischen Nachhaltigkeits-Verständnisses (in Anlehnung an Fahr/ Foit 2016)**

Die Wahrnehmung der Verantwortung durch Unternehmen richtet sich also letztlich nach ihrer Bewertung anhand der soeben grob umrissenen Aufwands-Nutzen-Abwägungen der einzelnen Perspektiven und schlägt sich in verschiedenen Begriffen unternehmerischer Verantwortung (vgl. Abb. 5) nieder. Dabei schließen sich Profitorientierung und Verantwortungsübernahme ausdrücklich nicht aus. Verantwortliches Wirtschaften ist ein wesentlicher Teil der Unternehmensstrategie – ob kostenorientiert oder idealistisch motiviert, denn Unternehmenserfolg ist auf eine intakte (soziale) Umwelt angewiesen und umgekehrt. Damit schließt sich der Kreis zu einem holistischen Modell nachhaltiger Entwicklung als multidimensionaler Transformationsprozess. Im Idealfall wird hier Verantwortung über die gesamte Organisation und ihre Wertschöpfungskette hinweg wahrgenommen und hört dann bspw. nicht bei den Zulieferern aus Entwicklungsländern auf, sondern geht bewusst über die ökonomischen und die legalen Anforderungen hinaus. Nachhaltige Entwicklung nimmt dabei eine Makroperspektive ein und bezieht sich auf das System als Ganzes, während sich (unternehmerische) Verantwortung auf der Individual- und Unternehmensebene abspielt.



### Zwischenfazit 1: Digitalisierung (allein) macht noch keine Transformation

Eine direkte Folge aus der bisherigen Darstellung der theoretischen Grundlagen ist sicherlich eine kritische Betrachtung des Begriffs „Digitale Transformation“, wie er dieser Tage so häufig verwendet wird. Selbst wenn der oft unterstellte Bezugspunkt der Nachhaltigkeit von Transformation ausgeblendet wird, so ist zu hinterfragen, inwiefern der Begriff tatsächlich die Tragweite hat, die er impliziert.

Gemessen an der theoretischen Perspektive dieses Beitrags handelt es sich bei Transformation um einen spezifischen Typ sozialen Wandels, der sich durch massive strukturelle Veränderungen in verschiedenen (gesellschaftlichen) Subsystemen vollzieht. Gemeinhin wird digitale Transformation allerdings synonym mit „Industrie 4.0“ und ähnlichen Ausdrücken gebraucht, schränkt also den bezeichneten Veränderungsprozess insbesondere auf die Digitalisierung von Unternehmen und Wertschöpfungsstrukturen ein. Inwieweit ein (transformationaler) Einfluss auf die Grundordnung der Gesellschaft gegeben ist, ist fraglich. Zweifelsohne ruft die Digitalisierung weitreichende Veränderungen hervor, die auch auf die Gesellschaft ausstrahlen und von ihr getragen werden müssen, doch handelt es sich wohl eher um tiefgreifende Innovationsprozesse *innerhalb des Systems* als um einen Wandel *des Systems*.

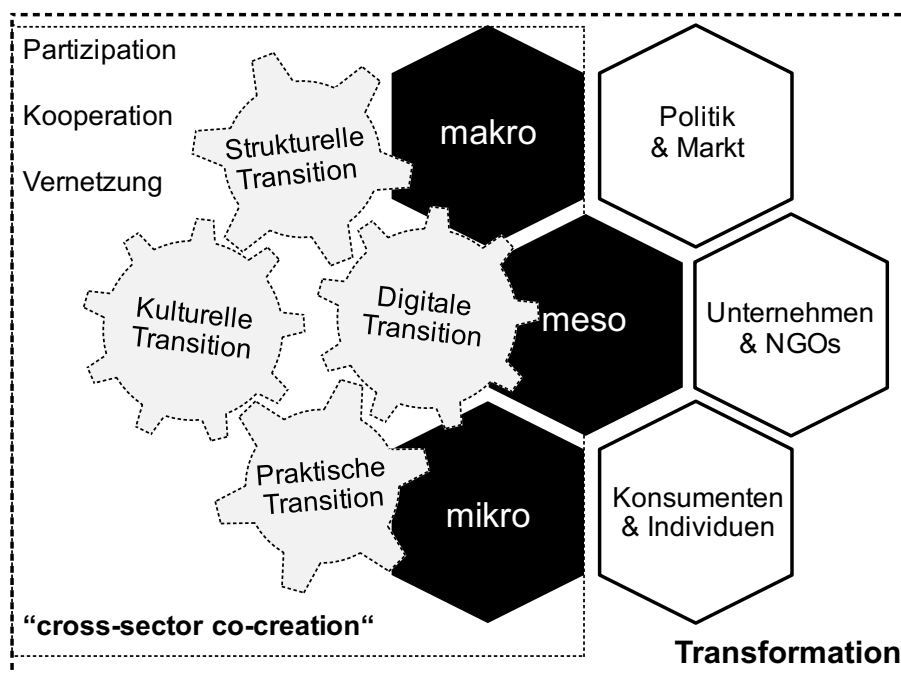
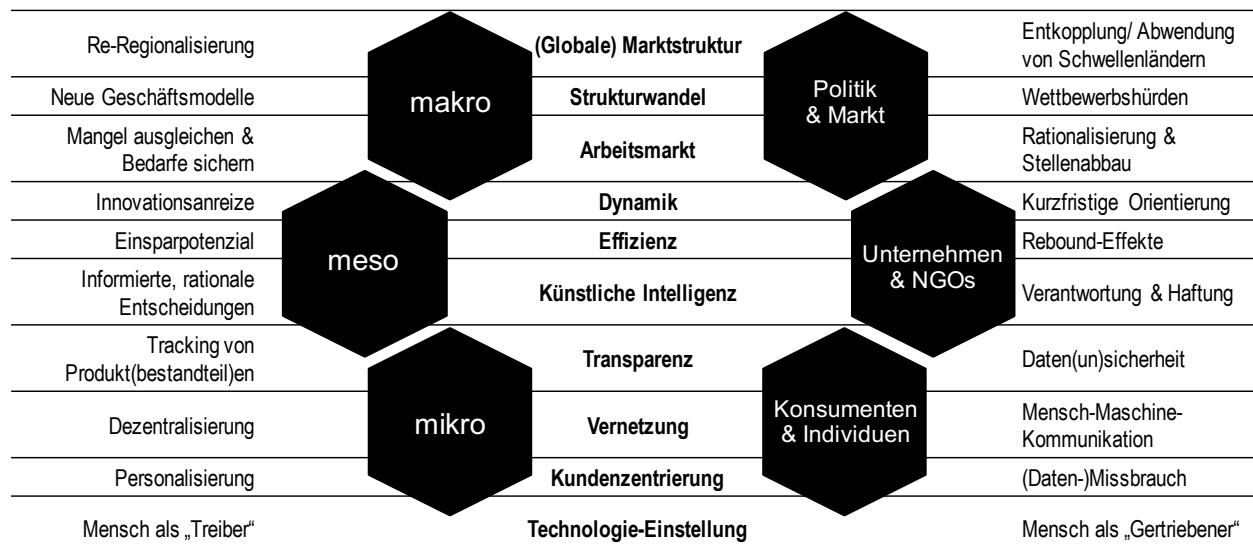


Abbildung 6: Digitalisierung als Teil einer nachhaltigkeitsbezogenen Transformation (eigene Darstellung)

Mit einer ähnlichen Argumentation werden auch andere „Modebegriffe“ im Kontext von Digitalisierung – wie „Industrie 4.0“ und „Digitale/ Industrielle Revolution“ - kritisiert, die im Verdacht stehen, den tatsächlichen Neuerungswert über zu bewerten (u.a. Wilhelms/ Wulsdorf 2017). Nichtsdestotrotz kommt der Digitalisierung ein hoher Stellenwert im Hinblick auf die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit zu (vgl. Abb. 6) und ist im Kontext dieser Debatte oftmals unterrepräsentiert. Inwiefern es sich um eine nachhaltige Transformation und/ oder eine digital getriebene Transformation handelt, wird im Verlauf dieses Beitrags erörtert.

## Nachhaltige Digitalisierung: Ausgewählte Spannungsfelder

Nachdem die theoretische Perspektive dieser Betrachtung eingegrenzt ist, wird sie als Bewertungs-Gerüst für das Potenzial einer „nachhaltigen Digitalisierung“ herangezogen. Die Übersicht (vgl. Abb. 7) erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Überschneidungsfreiheit, sondern dient lediglich der Strukturierung des Untersuchungsgegenstandes. Sie setzt dabei bewusst auf dem zuvor eingeführten Mehrebenen-Modell der Transformation (vgl. Abb. 4 bzw. 6) auf und knüpft an die entsprechende Logik von Handlungsebenen und Instrumenten für nachhaltige Entwicklung an, gliedert sich also in Themen auf Makro, Meso- und Mikroebene.



**Abbildung 7: Spannungsfelder des Zusammenwirkens von Digitalisierung und Transformation (eigene Darstellung)**

### Makro-Ebene: Die „digitale Schere“

Die Rolle der Digitalisierung als wesentlicher Treiber des Strukturwandels wurde bereits einleitend angedeutet. Die Automatisierung und Flexibilisierung der Wertketten führt laut Kollmann/ Schmidt (2016) zu einer höheren Anpassung(sfähigkeit) an lokale Märkte, bis hin zu einer „Re-regionalisierung der Produktion an den Ort des Verbrauchs“ (Kollmann/ Schmidt 2016: 48). Bisherige Wettbewerbsvorteile durch Skalenerträge großer Fabriken in Niedriglohnländern verlieren angesichts der technologischen Entwicklungen in den Industrienationen an Gewicht. Auch wenn die Perspektive einer Regionalisierung grundsätzlich viele Vorteile aus ökologischer Sicht (v.a. im Bereich Logistik) bereithält, sind kritische Aspekte wie Verteilungsgerechtigkeit nicht von der Hand zu weisen. Fragen wie „Was passiert mit den Schwellenländern, wenn sie ihre *competitive advantage* verlieren?“ dürfen nicht ignoriert werden, wenn die Digitalisierung dem Anspruch der Nachhaltigkeit genügen soll.

Ähnliche Fragen stellen sich auch auf nationaler Ebene. Während die Konzentration auf lokale Märkte aus der Perspektive nachhaltiger Entwicklung zweifelsohne positiv konnotiert ist, sind auch hier die Auswirkungen auf Markt- und Wettbewerbsstrukturen ambivalent. Einerseits wird der Einsatz intelligenter, digitaler

Technologien mit Vorteilen für den Standort Deutschland, insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), assoziiert (BMWi 2017: 2). So gibt es bereits jetzt mehrere hundert Beispiele für Industrie 4.0 Einsatz in der deutschen Industrie und 83% aller deutschen Unternehmen erwarten „einen hohen Digitalisierungsgrad ihrer Wertschöpfungsketten im Jahr 2020“ (BMWi 2017: 2). Dem Mittelstand spielt dabei laut Kollmann/ Schmidt (2016: 46f.) vor allem die Rückbesinnung auf kleinere, lokale Produktionsstandorte in die Hände. Andererseits stehen der Realisierung dieses Potenzials Markteintrittsbarrieren, insbesondere in Form hoher Aufwendungen für Forschung und Entwicklung, entgegen, die oft unreflektiert bleiben. Neue Geschäftsmodelle halten viele Chancen für Neugründungen und kleinere Unternehmen bereit, sind aber auch mit hohen Risiken und ausgeprägten Anforderungen an monetäre, temporäre und humane Ressourcen verbunden, mit denen nicht alle KMU aufwarten können. Ähnlich wie auf globaler Ebene, ist hier eine Verschiebung der Machtverhältnisse am Markt in Form einer Art „digitaler Schere“ zu erwarten.

„Nur wer mitspielt, kann gewinnen“ umschreibt Hofer-Jendros (2016: 46) dieses Phänomen und bezieht sich damit auf die „Unerbittlichkeit“ des Marktes und der Dynamik der Digitalisierung. Innovationsanreize werden schnell zu Innovationsdruck und die für nachhaltige Entwicklung unabdingbare langfristige Orientierung läuft Gefahr aus den Augen verloren bzw. kurzfristigen Profitzielen untergeordnet zu werden. Deutschland habe nun – so Kollmann/ Schmidt (2016: 47) die „große Chance, (...) seine starke Position durch entschlossene Investitionen zu stärken, bevor es andere Länder aus der Spitzengruppe tun“. Tatsächlich sind Deutschlands gewichtigste Branchen – Automobil, Elektronik, Metall und Chemie – die Hauptadressaten der digitalen Produktionstechnologien und bergen ein erhebliches Automatisierungspotenzial. Neben „neue(n) Perspektiven für Beschäftigte“ (BMWi 2017: 2) bedeutet dies vor allem eines: Senkung der Arbeitskosten durch Rationalisierung - Hochrechnungen der Boston Consulting Group (2014, zitiert nach Kollmann/ Schmidt 2016: 46) zufolge um 21%.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS 2016: 51) sieht dies nicht mit Einbußen auf Arbeitnehmerseite verbunden: „Studien zu den Auswirkungen von Digitalisierung prognostizieren keine signifikanten Verluste“. Bei genauerer Betrachtung ist diese Aussage jedoch in Zweifel zu ziehen: Der erwartete Zuwachs von 1 Million Arbeitsplätzen in 13 Wirtschaftszweigen steht zwar „nur“ einem hochgerechneten Verlust von 750.000 Arbeitsplätzen in 27 Wirtschaftszweigen entgegen (BMAS 2016: 48). Ein Blick auf die betroffenen Branchen macht aber klar, dass sich dieser Werte nicht einfach zu einem „Plus“ saldieren lassen. Während die neu entstehenden Bedarfe vornehmlich in den Bereichen Maschinenbau und IT-Dienste entstehen, ist der Stellenabbau vor allem auf Produktion und Verwaltung konzentriert. Auch wenn Kollmann/ Schmidt (2016: 47) Roboter als einen wichtigen Faktor herausstellen, um der „künftige(n) Knappheit am Arbeitsmarkt“ zu begegnen, ist zu erwarten, dass sich die Anforderungen auf der Nachfrageseite des Arbeitsmarktes schneller verändern als die Angebotsseite mit Kompetenzentwicklung nachrüsten kann. Folglich droht auch

hier die bereits angesprochene „digitale Schere“ - geknüpft an erhebliche Herausforderungen im Hinblick auf das Ziel sozialer Gerechtigkeit und breiter gesellschaftlicher Teilhabe.

### ***Meso-Ebene: Das „Effizienz-Dilemma“***

Der Einsatz intelligenter Technologien wird die Wertschöpfungs- und Fertigungsstrukturen effizienter, flexibler und transparenter gestalten. Individualisierung und geringe Stückkosten stellen in Zukunft keinen Widerspruch mehr dar, Produktionskapazitäten können optimal ausgeschöpft, Wartungsbedarfe frühzeitig aufgefangen und Fehler verhindert werden (BMW 2017: 2). Die Automatisierung verspricht vollständige Information und rationale Entscheidungen, wobei die Maschine zum Entscheidungs- und das Produkt zum Informationsträger wird. Insbesondere die Umwelt kann von diesen Entwicklungen profitieren, halten sie doch das Potenzial von Ressourceneinsparungen sowie der lückenlosen Nachverfolgung von Produkt(bestandteil)en (bspw. um diese wieder in den Fertigungszyklus einzuspeisen oder fachgerecht zu entsorgen) bereit. Gleichzeitig stehen sensible Daten und Arbeitssicherheit auf dem Spiel.

Gezielte, digitale Prozesssteuerung lässt zwar einen effizienteren Einsatz von Rohstoffen, Energie und Wasser erwarten (Kagermann et al. 2013: 20), oftmals wird allerdings das dementsprechende Potenzial zum Sparen von Ressourcen nicht ausgeschöpft (vgl. Abb. 8). Theoretisch ist die Produktion mit weniger Ressourcenaufwand möglich, die daraus folgenden Kosteneinsparungen verändern aber die Anreizstrukturen und wirken sich so direkt auf das Produktions- und Konsumverhalten aus: Einerseits führen sinkende Stückkosten dazu, dass sich Recycling weniger lohnt (also auch die positiven Effekte der Transparenz nicht realisiert werden), andererseits stellen sie einen starken Anreiz für Produktionssteigerungen dar. Letztendlich hebt der entstehende Mehrverbrauch oft den Effekt der ursprünglichen Einsparungen wieder auf. Auf der Konsumentenseite setzt sich dieser sogenannte „Rebound-Effekt“ noch fort, da geringere Preise Kauf- und Nutzungsmuster beeinflussen, etwa eine „Wegwerfkultur“ stärken können (UBA 2014).

Empirische Schätzungen von Rebound-Effekten variieren stark in Abhängigkeit von den verwendeten Methoden und den einbezogenen Effekten, insbesondere da auch andere Auswirkungen des Strukturwandels hier hereinspielen (UBA 2014). Nichtsdestotrotz ist das Auftreten dieser Effekte unstrittig, wird aber oft in der Diskussion um die mögliche Nachhaltigkeitswirkung der Digitalisierung übergangen. Ebenso wie der Fokus auf Effizienz oft den Blick auf ein viel wesentliches Maß der Zielerreichung verschleiert: Effektivität. Letztlich ist es unerheblich, wie effizient eine Maßnahme ist, solange es die falsche ist – also eine, die langfristig und vor dem Hintergrund nachhaltiger Entwicklung betrachtet kontraproduktiv ist. „Die richtigen Dinge“ zu tun (ergo effektiv zu wirtschaften) sollte daher auch bei der Digitalisierung über Effizienz oder Profitabilität stehen, ohne beides zu vernachlässigen. Angesichts des hohen Innovations- und Kostendrucks gestaltet sich dies für Unternehmen aber zunehmend schwierig.

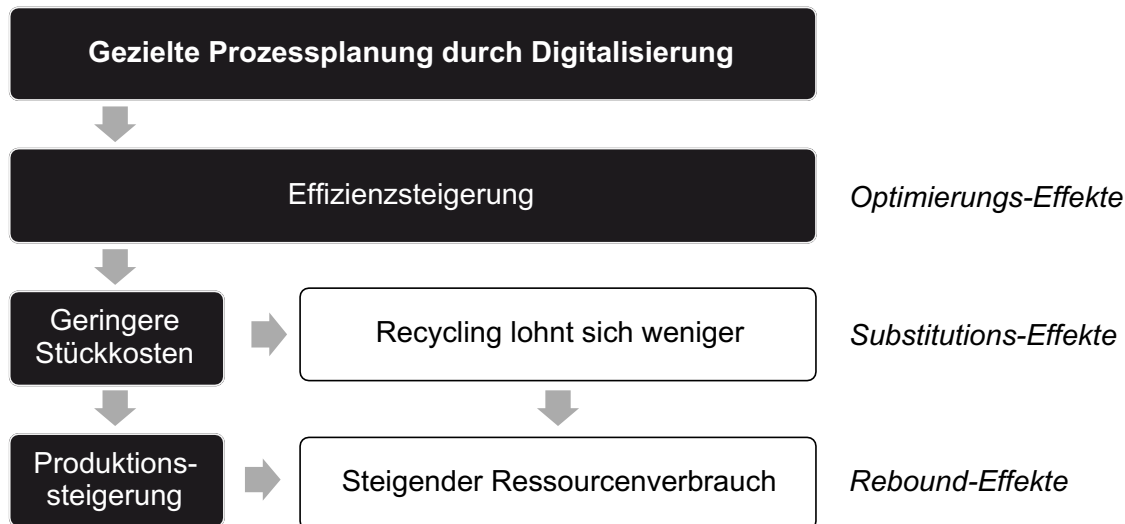


Abbildung 8: Digitalisierungseffekte in der Linearwirtschaft (eigene Darstellung)

Ein ähnliches „Effizienz-Dilemma“ droht im Hinblick auf die Mitarbeiter. Ihre Rolle wird sich nicht nur in der Fertigung maßgeblich verändern, wenn intelligente digitale Systeme die Steuerung der Wertschöpfungskette dominieren. Lernende Mensch-Maschine-Schnittstellen und „Augmented Reality“-Systeme machen Arbeitnehmer zu „Augmented Operators“ (Kagermann et al. 2013, S. 13). Dadurch werden Kompetenzlücken geschlossen, Prozesse beschleunigt und Fehler verringert. Gleichzeitig ändern sich die Anforderungs-, Kommunikations-, und Weisungsstrukturen sowie langfristig die gesamte Unternehmenskultur: Es findet eine Verschiebung von physischen zu überwiegend psychischen Anforderungen und damit Belastungen im Beruf statt. Zeit- und ortflexibles Arbeiten können zwar *work-life-balance* begünstigen (Kagermann et al. 2013: 5), sind aber ebenso mit einer zu Stress führenden Vermischung von Arbeits- und Privatleben assoziiert (Nerdinger et al. 2008: 530f.). Die Mensch-Maschine-Interaktion wird ebenfalls nicht folgenlos an den Mitarbeitern vorübergehen, ist sie doch alles andere als natürlich. Auch wenn die Bemühungen groß sind, Roboter neben künstlicher Intelligenz auch mit künstlichen Emotionen auszustatten (Sombetzki 2016: 34), muss es mittelfristig andere Strategien geben, um die Zufriedenheit und Gesundheit von Arbeitnehmer zu schützen – nicht nur sozial, sondern ebenso strategisch motiviert.

Neben Fragen der Arbeits(platz)sicherheit wirft die Mensch-Maschine-Interaktion ein weiteres Feld oft vernachlässigter Herausforderungen einer nachhaltigen Digitalisierung auf: Verantwortung(sübernahme). Sombetzki (2016: 35) betrachtet hierzu die Verantwortungsfähigkeit sowie die Bedingungen zur Verantwortungsübernahme von Robotern und kommt zu dem Schluss, dass Roboter in Zukunft als „quasi-Verantwortungssubjekte“ zu verstehen sind. In dem Maße, wie es gelingt, Urteilskraft und andere für die Verantwortungsübernahme notwendige Kompetenzen zu simulieren, könnte also unter Umständen auch eine Verantwortungszuschreibung stattfinden. Diese Überlegungen sind allerdings um einiges vager und komplexer als die ohnehin schon anspruchsvolle Frage nach der Verantwortung von Unternehmen im Kontext nachhaltiger

Entwicklung und lassen ebenso wenig Rückschlüsse auf konkrete Handlungsempfehlungen oder gar Messinstrumente zu.

### ***Mikro-Ebene: Der „Rollen-Konflikt“***

Der Mensch ist als Individuum, Mitarbeiter, Wähler und Konsument ist gewissermaßen das Bindeglied zwischen allen behandelten Sphären, weshalb sich auf der Mikro-Ebene alle behandelten Aspekte wiederfinden bzw. alle an dieser Stelle betrachteten Themen Einfluss auf die darüber liegenden Ebenen nehmen. So haben die angesprochenen Chancen und Risiken für Arbeitnehmer beispielsweise unmittelbaren Einfluss auf ihre individuelle Lebenssituation und ihren Konsum, genauso wie jeder Mensch mit seinen individuellen Einstellungen und Verhaltensweisen die Umsetzung der Digitalisierung prägt. Entsprechend setzt sich hier die Debatte um Verantwortung fort - um die Verantwortung *des* Einzelnen und um die Verantwortung *für* den Einzelnen, insbesondere im Hinblick auf seine Rollen als Konsument und Mitarbeiter, aber auch als Teil der Gesellschaft.

Der daraus erwachsende „Rollen-Konflikt“ gestaltet sich aus Unternehmenssicht analog zum „Effizienz-Dilemma“: Trotz des hohen auf Unternehmen lastenden Drucks, konkurrenzfähig zu bleiben und ihre Kosten zu minimieren, müssen sie sich und ihre Mitarbeiter nicht automatisch der Marktdynamik und dem Rationalisierungsdruck unterwerfen. Zukünftig wird es immer mehr darum gehen, solche Kompetenzen zielgerichtet zu entwickeln, die Kreativität (Kagermann et al. 2013: 25) und Emotionalität kultivieren. Denn dort liegen die „Schwachpunkte“ von Robotern und damit die menschlichen Wettbewerbsvorteile, die im Marktgeschehen nicht zuletzt auch deshalb von Belang sind, da es immer noch die Menschen sind, die Unternehmen ihre „licence to operate“ erteilen (Donaldson/ Dunfee 1999) und damit letztlich ihre Geschäftsgrundlage sichern. Der dahinterstehende Grundsatz, den Menschen und seine Persönlichkeitsrechte achten, also beispielsweise seine Daten zu schützen und ihn so transparent wie möglich zu informieren, muss nicht nur Mitarbeitern, sondern ebenso Kunden gegenüber Bestand haben. „Smart Data“, also die intelligente Verknüpfung großer Datenmengen hält weitreichende Möglichkeiten für die Generierung und Nutzung von Kundendaten bereit (Hofer-Jendros 2016: 43). Individuelle Kundenwünsche können in Zukunft nicht nur leichter erhoben, sondern selbst als Einzelstücke bzw. in niedriger Stückzahl rentabel hergestellt werden (Kagermann et al. 2013: 5). Kundenzentrierung wird so auf ein völlig neues Niveau gehoben, genauso wie die Menge und Art von persönlichen Informationen, über die Unternehmen verfügen werden. Die Verantwortung für den Datenschutz liegt hier sowohl bei den Kunden und ihrer Entscheidung, was sie „freiwillig“ preisgeben, als auch und im Besonderen bei den Unternehmen und der Schaffung fairer, transparenter Rahmenbedingungen, die diese Freiwilligkeit sicherstellen (Hofer-Jendros 2016: 43ff.).

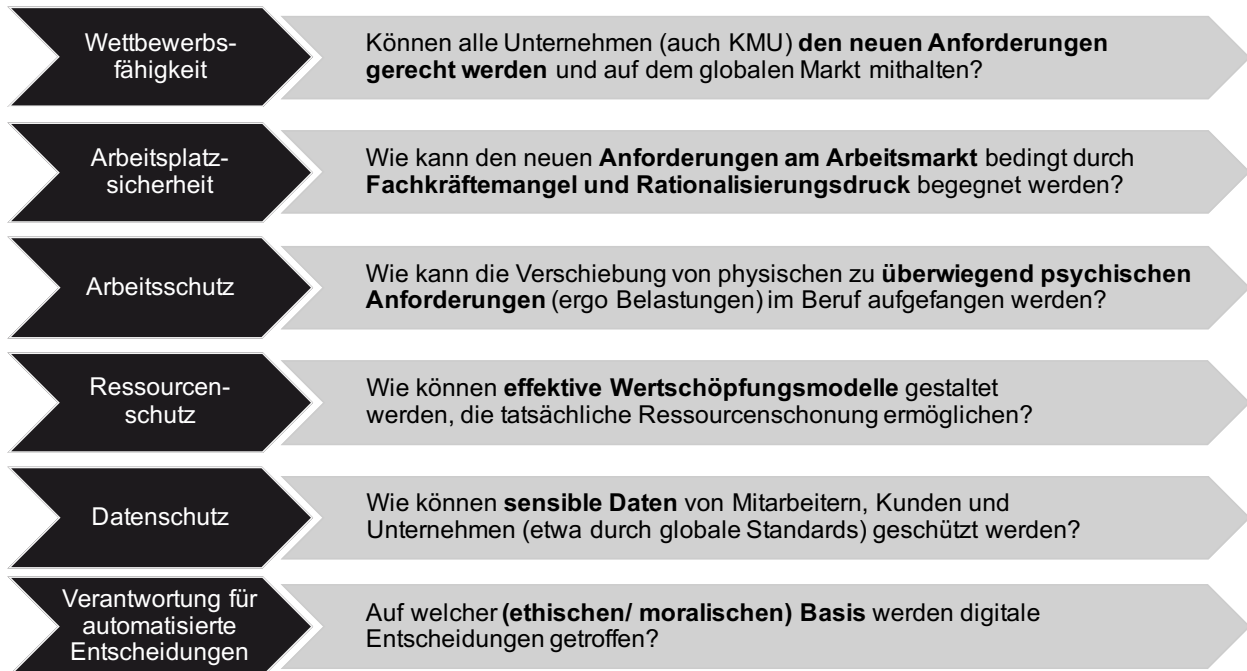
Aufgrund der Vielzahl und Komplexität solcher „Verzahnungen“ von Verantwortlichkeiten sowie des Veränderungsdrucks und der skizzierten Dilemmata, besteht die Gefahr, dass der einzelne Mensch seinen eigenen

(möglichen) Beitrag im Hinblick auf eine nachhaltige (Mit-)Gestaltung von Digitalisierung unterschätzt. Dahinter verbirgt sich die Grundfrage nach der Marktmacht oder Souveränität des Einzelnen, die an dieser Stelle nicht erschöpfend behandelt werden kann. Letztlich muss sich jeder Einzelne fragen, ob er Treiber oder Getriebener des digitalen Wandels sein möchte, denn eine Abkehr oder Umkehr scheint unmöglich: „Unternehmer und Arbeitnehmer müssen beginnen, Technik zu lieben. Sonst überrollt uns der Fortschritt“ (Kollmann/ Schmidt 2016: 53). Ob wir die Technik wirklich „lieben“ müssen sei dahingestellt. Allerdings passiert eine nachhaltige Digitalisierung nicht von selbst und es ist wichtig, den Fortschritt und die Verantwortung für dessen Gestaltung anzunehmen.

### ***Zwischenfazit 2: Sicherheit & Verantwortung als zentrale Themen einer Nachhaltigen Digitalisierung***

Die soeben dargelegten Überlegungen zu den Möglichkeiten und Fallstricken einer nachhaltigen Digitalisierung haben sowohl vielfältige Chancen aufgezeigt, als auch drei wesentliche Zielkonflikte herausgearbeitet: Das Risiko einer „digitalen Schere“ auf Makro-Ebene besteht darin, dass der wettbewerbsentscheidende Digitalisierungsgrad Marktakteure global und auch national auseinander zu treiben droht. Auf dem Arbeitsmarkt setzt sich diese Auswirkung des Strukturwandels im Hinblick auf veränderte Angebots- und Nachfragestrukturen fort. Auch bringt der Innovations- und Kostendruck Unternehmen in ein „Effizienz-Dilemma“, bei dem es letztlich darum geht, kurzfristige Profitorientierung mit den Zielen einer langfristig sozial wie ökologisch tragfähigen Strategie zu harmonisieren. Entsprechend ist die Individualebene der Digitalisierung durch „Rollen-Konflikte“ geprägt, die sich im Kern um die Verantwortung *des* Einzelnen und *für* den Einzelnen drehen.

Ganz so einfach, wie manchmal dargestellt scheint ist es also doch nicht zu sein, die Digitalisierung für „Lebensqualität und Wohlstand für alle“ (Bundesministerium für Arbeit und Energie 2017) zu nutzen. Vor dem Hintergrund des Ziels einer nachhaltigen Entwicklung betrachtet tauchen einige Fragezeichen auf (vgl. Abb. 8). Eng verknüpft mit dem beschriebenen Strukturwandel und der damit assoziierten Arbeitsplatz(un)sicherheit ist die Frage nach der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Die Chancen, neue Märkte und Geschäftsmodelle zu erschließen sind vielfältig und halten großes Potenzial für die deutsche Wirtschaft bereit. Letztendlich werden aber nicht alle – Unternehmen und Mitarbeiter – mit dem rasanten technologischen Wandel mithalten können. Auch der Arbeitsschutz steht vor neuen Herausforderungen. Die beruflichen Anforderungen verschieben sich immer mehr in den psychosozialen Bereich und diese neue Belastung muss abgefangen werden. Auch der Datenschutz ist ein sensibles Thema. Industrie 4.0 hantiert mit (strategisch und wettbewerbs-relevanten) Informationen von Kunden, Mitarbeitern, Unternehmen und ganzen Branchen, deren Sicherheit durch entsprechende Architekturen und Standards gewährleistet werden muss (Kagermann et al. 2013: 50ff.).



**Abbildung 9: Zentrale Gestaltungsfragen einer nachhaltigen Digitalisierung (eigene Darstellung)**

Nicht zuletzt ist die Verantwortung für automatisierte Entscheidungen ein bisher vernachlässigtes Handlungsfeld. Auf welcher Basis werden digitale Entscheidungen getroffen und Weisungen erteilt? Die Programmierer müssen den Maschinen mit Algorithmen gewissermaßen ein Wertesystem überstülpen. Aber welches? In welcher Welt wollen wir leben? Das ist eine Frage, die relevanter wird denn je und der sich jeder Mensch stellen muss. Die Verantwortung für eine nachhaltige Gestaltung des digitalen Wandels – für langfristige Wettbewerbsfähigkeit, für effektive Strategien und Prozesse, für die Sicherheit von Arbeitnehmern und Daten sowie für die Folgen digitaler Entscheidungen – wird nicht „automatisch“ übernommen. Vielmehr handelt es sich um eine Ebenen übergreifende Aufgabe, in deren Mittelpunkt der Einzelne (Mensch, Mitarbeiter, Konsument, Wähler) mit seinen Entscheidungen und Handlungen steht.

### **Digitalisierung für Nachhaltigkeit: Mögliche Synergiefelder**

Nachdem mögliche Spannungsfelder einer Digitalisierung mit dem Anspruch von Nachhaltigkeit aufgezeigt wurden, stellt sich die Frage, inwieweit Digitalisierung einen Beitrag zur Nachhaltigen Entwicklung leisten kann. Hierzu werden im Folgenden drei ausgewählte Synergiefelder behandelt, in denen zum einen die bereits angesprochenen Spannungsfelder von Nachhaltigkeit und Digitalisierung wieder zum Tragen kommen und sich zum anderen Möglichkeiten des Zusammenwirkens beider Themenfelder konkretisieren. Über die angesprochenen Synergiefelder hinaus gibt es natürlich eine Vielzahl weiterer Berührungspunkte, wie beispielsweise Logistik, Energiewirtschaft, *Smart Cities* oder die Landwirtschaft.



### Kreislaufwirtschaft

Das Themenfeld Kreislaufwirtschaft bzw. *Circular Economy* wird von Experten als „besonders relevant“ im Hinblick auf die Betrachtung der „Auswirkungen neuer technologischer Möglichkeiten durch Industrie 4.0 auf die nachhaltige Entwicklung bewertet“ (RNE 2016: 10). Dies liegt vor allem darin begründet, dass sich wesentliche Potenziale der neuen Technologien, insbesondere im Bereich ressourcenschonender Produktion und Wiederverwertung, mit den Zielen einer Kreislaufwirtschaft decken. Diese strebt nämlich letztlich Abfallfreiheit an, ermöglicht durch die Aufhebung der linearen „*cradle-to-grave*“-Logik zu Gunsten eines zirkulären „*cradle-to-cradle*“-Systems (McDonough/ Braungart 2010). Konkret bedeutet dies, Nebenprodukte der Industrie wie Abfall oder Emissionen zu eliminieren oder wieder in den Produktionsprozess zu integrieren, sofern sie einen negativen Effekt auf die Biosphäre erwarten lassen (DesJardins 2007: 93ff.; vgl. Abb. 10).

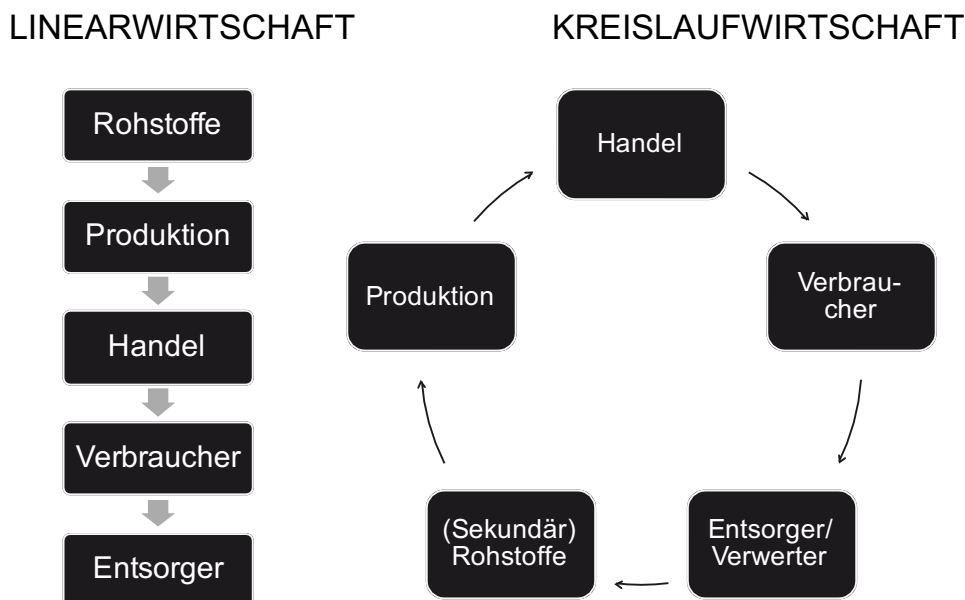


Abbildung 10: Schematische Abgrenzung Linear- und Kreislaufwirtschaft (eigene Darstellung)

Gezielte Produkt- und Prozessplanung, wie sie im Rahmen von Industrie 4.0 technisch optimiert wird, kann dieses Modell auf verschiedenen Ebenen unterstützen. Insbesondere die intelligente Datenverarbeitung steigert die Transparenz (z.B. von Produktstandorten und -bestandteilen) und erleichtert die Wiederverwertung von Stoffen. Jedes Produkt bekommt ein „digitales Produktgedächtnis“ und wird dadurch jederzeit eindeutig identifizierbar und lokalisierbar. Ihre Wiederverwertung und wenn nötig fachgerechte Entsorgung wird also einfacher. Individualisierbare und flexible Produktionsverfahren ermöglichen zudem, die Lebens- und Nutzungsdauer von Produkten zu erhöhen sowie Transporte zu verringern. (RNE 2016: 10)

Diesen deutlichen Synergien stehen jedoch einige Zielkonflikte entgegen. Die bereits dargestellten Rebound-Effekte im Zusammenhang mit den potenziellen Effizienz-Gewinnen einer digitalisierten Fertigung können auch hier wirken, wenn die erheblichen Kostenvorteile die Anreizstrukturen verschieben und Ressourcenvorteile verdrängen. Darüber hinaus ist der (Ressourcen-)Aufwand für die tatsächliche Realisierung einer Kreislaufwirtschaft nicht zu unterschätzen, stellt er doch nicht nur komplexe Anforderungen an das Produkt-

Design (DesJardins 2007: 99), sondern insbesondere auch an das Tracking der Produkt(bestandteil)e und an die Recyclingverfahren (RNE 2016: 11. Effizienz allein ist in diesem Kontext weder zielführend noch aussagekräftig. Vielmehr kann dieses Modell nur unter der Maßgabe von Effektivität funktionieren, für die digitale Technologien allein nicht ausreichen, sondern ein grundsätzliches *mindset* bei Strategen, Entscheidern, Designern und Konsumenten die Voraussetzung ist.

### Sharing Economy

*Sharing Economy* (oder auch *Shareconomy*) ist eine wirtschaftliche Bewegung, die auf gemeinschaftlichem Konsum (*collaborative consumption*), also auf Praktiken wie tauschen, teilen, leihen, weiterverkaufen und zusammenarbeiten beruht. Die dahinterstehenden Werte und Handlungsformen sind nicht per se neu, werden aber durch die Nutzung von Onlinenetzwerken wiederbelebt und neu definiert (Botsman & Rogers 2010b: xv–xvi). Populäre Beispiele wie *Car Sharing* und Angebote wie *airbnb* führen die Aktualität und wirtschaftliche Tragweite dieses Themas vor Augen.

Grundsätzlich ist die Sharing Economy durch vier verschiedene Praktiken geprägt (vgl. Abb. 11):

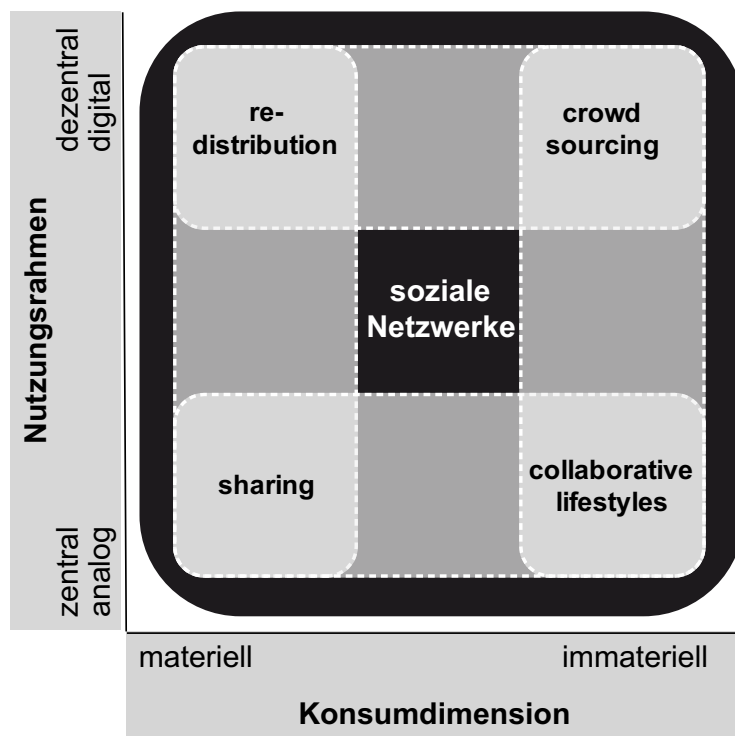


Abbildung 11: Verschiedene Aktivitäten/ Ausprägungen der Sharing Economy (eigene Darstellung)

Redistribution, also das Weiterverkaufen oder Tauschen, beispielsweise leistet „einen Beitrag wider der Ressourcen vernichtende[n] Überproduktions- und Wegwerfkultur“ (Grimm & Kunze 2011: 22). In enger Anbindung daran, aber eher als lokale Lösung, versteht sich der Spezialfall des *sharing*, bei dem es nach dem Motto „nutzen statt besitzen“ (Grimm & Kunze 2011: 20) darum geht, Wohnraum, Autos, Lebensmittel, Werkzeuge oder andere Dinge des täglichen Gebrauchs (vgl. z. B. *food-* oder *car sharing*) gemeinschaftlich zu nutzen und damit neben finanziellen Vorteilen auch sozialen Zugewinn zu generieren (Botsman & Rogers

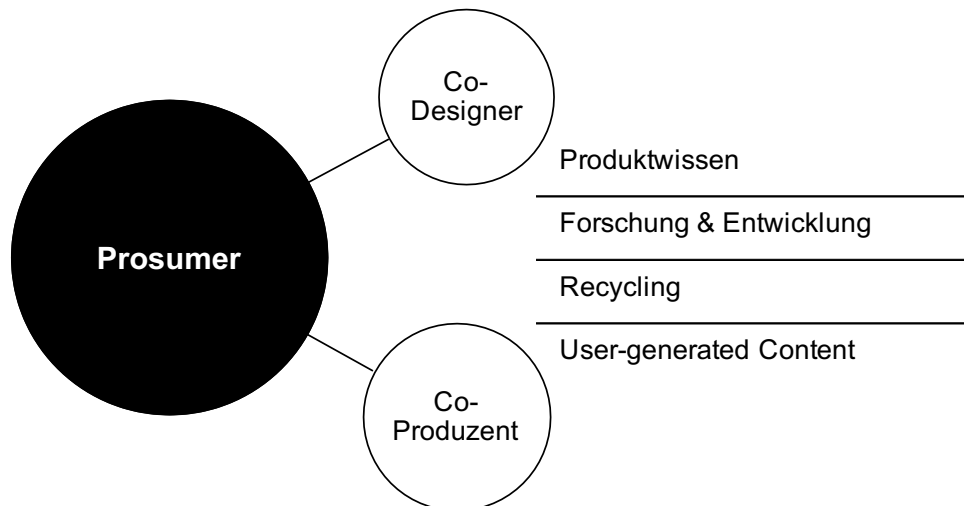
2010b: 71–72). Dies setzt sich in Bezug auf sogenannte *collaborative lifestyles* fort, die sich in lokalem bürgerschaftlichen Engagement ausdrücken und dort auftreten, wo Menschen mit ähnlichen Interessen bzw. Bedürfnissen zusammenfinden, um intangible Güter wie Zeit und Kompetenzen (vgl. *repair café*, *urban farming*) zu teilen (Botsman & Rogers 2010a). Im professionellen Umfeld ist diese Art des immateriellen Kooperierens als *crowd-sourcing* bekannt und bezeichnet „Individuen oder Gemeinschaften, die [...] Forschungs- und Entwicklungsfragen lösen“ (Blättel-Mink 2010: 127).

Diese Formen „interaktive(r) Wertschöpfung“ (Jacobsen & Jostmeier 2010: 225) brechen tradierte wirtschaftliche Strukturen auf und erreichen durch neue, offene und kooperative Prozesse bewusst oder unbewusst potenzielle Nachhaltigkeitseffekte. *Shareconomy* schafft beispielsweise einen Gegenpol zu der Abhängigkeit von großen Konzernen, die Teilnehmer sparen Geld und schonen dabei Ressourcen, Werte wie Miteinander und gegenseitiges Vertrauen gewinnen an Bedeutung. Doch längst ist „das Geschäft mit dem Teilen“ (Mortsiefer 2013) geweckt und nicht zuletzt eben diese großen Konzerne nutzen diese neuen Strömungen zunehmend profitorientiert (siehe z.B. *car sharing*-Angebote von Automobilherstellern). Mittlerweile hat eine Verschiebung hin zu gewinnorientierten *business-to-peer*-Angeboten (Schor 2016) stattgefunden und es ist zu erwarten, dass sich mit der „digitalen Revolution“ zwar zunächst die *sharing*-Bewegung weiter ausdehnt, mit sinkenden Kosten der digitalisierten Produktion aber langfristig die Marktmacht der traditionellen Akteure wieder steigen könnte.

Als weitere kritische Themen sind negative Umwelteffekte, beispielsweise durch Verpackung und Transporte bei Redistribution, mögliche Wettbewerbs- und Verdrängungseffekte durch unterschiedliche Kostenstrukturen (z.B. klassische Hotels versus *airbnb*), mangelnder Daten- und Verbraucherschutz sowie fehlende weitere Regulation zu nennen. Auch hier greifen entsprechend viele der bereits angesprochenen Spannungsfelder einer nachhaltigen Digitalisierung - insbesondere Sicherheit und Verantwortung kommen zum Tragen.

### **Prosumption**

Eng verwandt mit dem Bereich des *crowd-sourcing* ist das Synergiefeld *Prosumption*. – Eine Wertschöpfung aus den Begriffen *production* und *consumption*. Die Rollen von Produzent und Konsument im Wertschöpfungsprozess vermischen sich, indem der Konsument am Design- und/ oder Herstellungsprozess beteiligt ist (Kotler 2010; vgl. Abb. 12). Die hier zur Anwendung kommende *customer-co-creation* als „active, creative and social process, based on collaboration between producers and users“ (Prahalad/ Ramaswamy 2000) stellt einen Spezialfall von *co-creation* dar und wirkt somit als elementares Prinzip nachhaltigkeitsorientierter Transformation. Der Konsument hat dabei die Möglichkeit, ein Stück Souveränität (zurück-) zu gewinnen, seine Vorstellungen und Werte in Design und Produktion einzubringen, indem er sich aktiv und gewichtig an Wertschöpfungsprozessen beteiligt.



**Abbildung 12: Die Rollen und Einsatzgebiete des Prosumers (eigene Darstellung)**

Die Digitalisierung kann hier – ähnlich wie bei der *Sharing Economy* – eine Art Katalysator-Effekt haben, wenn sich durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien immer mehr Möglichkeiten der Kooperation bieten. Gleichzeitig sind Flexibilität und Individualisierbarkeit bei niedrigen Produktionskosten erklärte Stärken der Industrie 4.0. In der *Smart Factory* werden Kunden und Lieferanten in sehr hohem Maße in den Prozess der Auftragsabwicklung einbezogen, beispielsweise wenn der Kunde die Produkte online individuell konfiguriert (Hinrichsen/ Jasperneite 2013: 46).

Unternehmen und Kunden können dadurch auf verschiedenen Ebenen profitieren. Eine Steigerung der Innovationsfähigkeit und Kundenbindung sowie der Produkterfolgsquote, insbesondere durch den direkten Zugang zu Bedürfnisinformationen der Konsumenten sind nur einige Chancen auf Unternehmensseite. Kunden profitieren unter anderem von materiellen Anreizen im Hinblick auf ihre Beteiligung am Produktionsprozess sowie von der Möglichkeit, das Produkt nach eigenen Vorstellungen zu konfigurieren und dabei unter Umständen auch aktiv auf dessen Umweltverträglichkeit einzuwirken. Im Idealfall verlängert sich die Nutzungsdauer von individualisierten Produkten und weitere positive Umwelteffekte sind möglich. Gleichzeitig ist mit hohen (monetären wie ökologischen) Kosten für die Schaffung und Aufrechterhaltung entsprechender digitaler Infrastrukturen zu rechnen. Zudem bestehen erhebliche Risiken im Bereich der Datensicherheit. – Einerseits, weil Unternehmen einen Teil ihres Wissens und ihrer Kontrolle im Wertschöpfungsprozess abgeben und andererseits, weil die Kunden persönliche Informationen einbringen. Der potenzielle Beitrag von *Prosumption* zu einer nachhaltigen Transformation steht und fällt also mit den Einstellungen und Verhaltensweisen des Einzelnen und fügt sich damit nahtlos in die bisherige Argumentation ein.

### **Zwischenfazit 3: „Circular Shareconomy“ als Anwendungsszenario?**

Die dargestellten Synergiefelder greifen die wesentlichen Zielkonflikte einer nachhaltigen Digitalisierung wieder auf und ordnen sich dabei in das vorgeschlagene Mehrebenen-Modell der Transformation (vgl. Abb. 4 bzw. 6) ein. Während es sich bei dem Modell der Kreislaufwirtschaft um ein Thema auf Makro- und Meso-

Ebene handelt, das klassische Markt- und Wertschöpfungsstrukturen in Frage stellt, ist die *Sharing Economy* als Bewegung auf Meso- und Mikro-Ebene zu verstehen, die gleichsam an Produktions- und Distributionsstrukturen ansetzt wie auch individuelle Konsummuster beeinflusst. Als konkrete Praktik fügt sich *Prosumption* in diese Logik ein und wirkt ebenfalls auf Meso- und Mikro-Ebene, wo sie die Grenzen zwischen Produktion und Konsum aufhebt.

Neben potenziellen sozialen und ökonomischen Effekten, stehen auf allen Ebenen mögliche Ressourceneinsparungen durch veränderte Produktions- und Nutzungsmuster im Mittelpunkt von Überlegungen zu Nachhaltigkeitswirkungen. Gleichzeitig stehen der Realisation dieser Synergien einige Hemmnisse entgegen, die im Kern immer wieder zu den individuellen Rahmenbedingungen und der Wahrnehmung von Verantwortung auf allen Ebenen zurückführen. Es wäre demnach zu überlegen, die vorgestellten Konzepte zu einem Anwendungsszenario zu verknüpfen, in der Hoffnung damit mögliche Synergieeffekte von Digitalisierung und nachhaltigkeitsorientierter Transformation zu verstärken (vgl. Abb. 13).

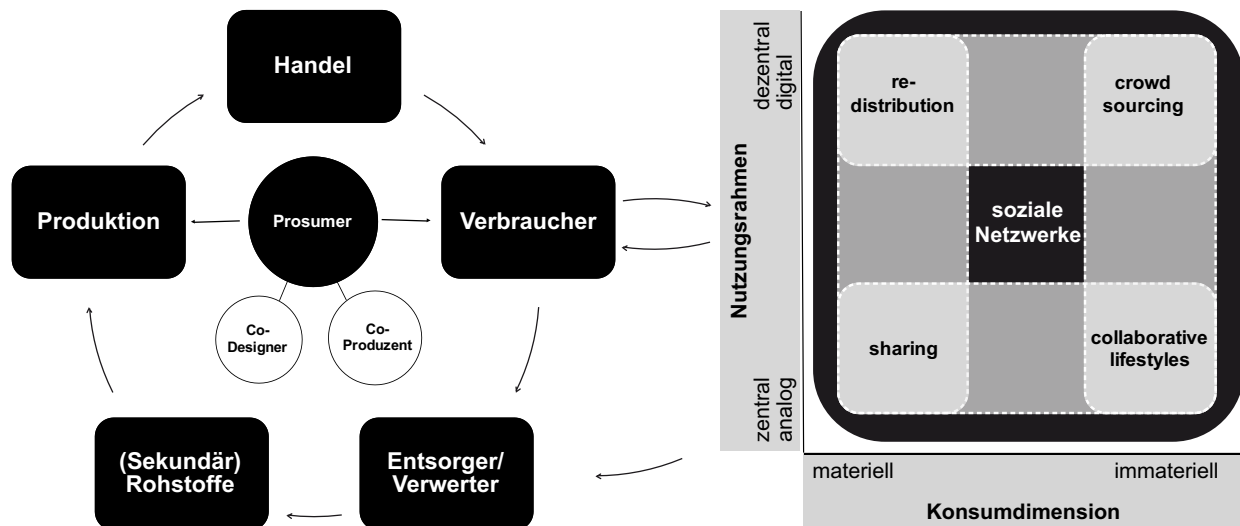


Abbildung 13: Zusammenwirken von Kreislaufwirtschaft und Shareconomy (eigene Darstellung)

Das skizzierte Modell einer „Circular Shareconomy“ kann natürlich keine erschöpfende Antwort auf die Frage nach der Gestaltung einer digital unterstützten Transformation sein, wohl aber einige konkrete Veränderungen und Handlungsoptionen aufzeigen. So ließen sich *sharing*-Praktiken und *Prosumption* (zumindest theoretisch) konsistent in das Modell der Kreislaufwirtschaft integrieren. Die Rolle von Industrie 4.0-Technologien liegt hier hauptsächlich in der Erhöhung von Prozess- und Material-Transparenz sowie der Schaffung von Infrastrukturen für offene, *co-creation*-Lösungen. Im Idealfall könnten so Stoffströme und Produktionsprozesse optimiert, Nachhaltigkeitsstandards überprüft, Recyclingquoten und Langlebigkeit von Produkten erhöht sowie die Partizipation des Konsumenten an nachhaltigen Wertketten im Sinne einer aktiven Beteiligung an Design- und Produktion sowie einer längeren Nutzungsdauer gefördert werden.

Damit sich dabei neben den Synergieeffekten nicht auch die Risiken multiplizieren, sind dabei eine Vielzahl von Aspekten mitzudenken. Neben der breiten Wahrnehmung von Verantwortung über alle Ebenen und Rollen der Gesellschaft hinweg, müsste zunächst ein grundsätzliches Verständnis für das System der Kreislaufwirtschaft und seiner Prinzipien (insbesondere Recycling) gesichert werden. Da derartige Einstellungsveränderungen zeitintensiv und schwer planbar sind, gilt es dahingehende Bemühungen durch Regulation und Anreize zu flankieren. Dies ist sowohl für die Sicherung der Recyclingfähigkeit von Produkten durch entsprechendes Design, als auch für die tatsächliche Umsetzung auf Meso- und Mikro-Ebene sowie den Datenschutz relevant.

### **Fazit: Der Mensch als wichtigster Treiber einer digital unterstützten Transformation**

Die Digitalisierung, hier insbesondere verstanden als Wandel der Wertschöpfungsstrukturen durch das „Internet der Dinge“, ist eines der kraftvollsten Phänomene unserer Zeit. Nicht umsonst wird ihr oft der Titel einer „Industriellen Revolution“ verliehen. Zwar mag diese Betitelung aus wissenschaftlicher Sicht streitbar sein, dennoch drückt sie den potenziell radikalen Wandel aus, der von den damit assoziierten technologischen Entwicklungen ausgehen könnte. Intelligente Wertschöpfungsnetzwerke im Kontext der „Industrie 4.0“ zeichnen sich durch ein hohes Maß an Flexibilität, Transparenz und Effizienz aus. Damit sind sie im Stande, einen elementaren Strukturwandel auszulösen, der (globale) Markt- und Wettbewerbsbedingungen, Arbeitsmärkte und -umfelder genauso wie individuelle Konsummuster zu verändern vermag.

Ziel dieses Beitrages war es, die damit verbundenen Chancen und Risiken vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung, genauer im Kontext einer Transformation in Richtung Nachhaltigkeit, zu ergründen. Hierzu wurde in zwei verschiedene Richtungen geschaut: Zum einen mit der Frage nach den Möglichkeiten und Fallstricken einer nachhaltigen Gestaltung der Transformation und zum anderen mit Blick auf ausgewählte Synergiefelder und das Potenzial einer digital gestützten Transformation. Beide Perspektiven haben letztendlich ähnliche Kernthemen aufgeworfen. So sind potenzielle Synergien von Digitalisierung und Nachhaltiger Entwicklung nicht von der Hand zu weisen, bergen doch insbesondere Effizienzvorteile vielfältige Möglichkeiten für Ressourceneinsparungen. Gleichzeitig ist zu beachten, dass Effizienzgewinne nur *eine* Veränderung in einem komplexen Geflecht verschiedener Prozesse und Akteure darstellen. Beispielsweise machen zu erwartende Rebound-Effekte ihre Realisation fragwürdig – Zumindest gemessen an der derzeitigen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Einbettung.

Die wesentlichen Chancen der Digitalisierung liegen in der Erschließung neuer (regionaler) Märkte und Geschäftsmodelle sowie in der Optimierung von Produkt- und Ressourcenströmen. Demgegenüber stehen Folgen für Wettbewerb und Arbeitsmarkt, veränderte Anreizstrukturen sowie Risiken im Bereich der Daten- und Arbeitssicherheit. Auf den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ gebracht, erzeugt der rapide technologische Wandel einen (Innovations- und Rationalisierungs-) Druck, der sich – den Überlegungen dieses Beitrags

zufolge – auf der Makro-Ebene in einer „digitalen Schere“, aus Unternehmenssicht in einem „Effizienz-Dilemma“ und aus individueller Perspektive in „Rollen-Konflikten“ auswirkt. Die Art, wie wir diesen Herausforderungen begegnen, entscheidet darüber, ob und wie wir die Kraft der Digitalisierung für eine nachhaltige Transformation einsetzen (können). Dreh- und Angelpunkt dessen liegt in der Wahrnehmung von Verantwortung *des* Einzelnen und *für* den Einzelnen. Szenarien wie die hier skizzierte „*Circular Shareconomy*“ können nur dann effektiv im Hinblick auf das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung sein, wenn sie von breiter gesellschaftlicher Teilhabe getragen und von jedem Menschen in seinen unterschiedlichen Rollen (als Konsument, Wähler, Arbeitnehmer etc.) gelebt werden.

Konkrete Handlungsoptionen konnten in diesem Rahmen nur sehr bedingt abgeleitet werden. Vielmehr ging es darum, positive und negative Stimmen der „Industrie 4.0“-Debatte vor dem Hintergrund einer Nachhaltigen Entwicklung zu bewerten und dabei relevante Fragen aufzuwerfen. Bei der Gestaltung einer digital unterstützten Transformation in Richtung Nachhaltigkeit wird es im Wesentlichen darum gehen, einerseits die Möglichkeiten zu schaffen, und andererseits die Bereitschaft zu stärken, Nachhaltige Entwicklung aktiv durch Digitalisierung zu gestalten und umgekehrt. Standards und Regularien sind dazu ebenso notwendig, wie entsprechende Anreize und Messinstrumente. Diese eher reaktiven und *top-down* wirkenden Instrumente sollten durch partizipative, kooperative *bottom-up*-Maßnahmen ergänzt werden, die dem Anspruch einer Transformation als „cross-sector co-creation“ (Scharmer/ Kaufer 2013) gerecht werden können.

Für die Frage nach der „Großen Transformation“ durch Digitalisierung ist demnach folgendes festzuhalten: Bewegt sich der Wandel innerhalb „eingetretener Pfade“ und vermag sich nicht aus dem aktuellen System zu lösen, bleibt es bei einer Transition – bei der Modifikation eines Teilsystems. Es liegt an jedem Einzelnen, die Digitalisierung zu einem wesentlichen Transformationstreiber zu machen und die „historische Chance zur Gestaltung einer lebenswerten Zukunft“ (Hofer-Jendros Handbuch: 47) zu nutzen. Digitalisierung kann und darf dann nicht allein Thema der Industrie sein! Die „Industrie 4.0“ ist ein umfassender, politischer, wirtschaftlicher und sozialer Gestaltungsauftrag. – Nicht nur national, sondern global, denn Nachhaltigkeit kann weder durch einzelne Menschen, einzelne Unternehmen oder einzelne Länder realisiert werden. Sie ist vielmehr das Ziel eines weltweiten Entwicklungsprozesses, der bei jedem Einzelnen beginnt, aber sich nur in der Summe erreichen lässt.

---

## Quellen

Blättel-Mink, B. (2010). Innovation und Kultur am Beispiel von Crowdsourcing. Herausforderung für die Innovationsforschung. In J. Howaldt & H. Jacobsen (Eds.), *Soziale Innovation - Auf dem Weg zu einem postindustriellen Innovationsparadigma* (pp. 128–142). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Botsman, R., & Rogers, R. (2010a). *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*. New York: Harper Collins.

Botsman, R., & Rogers, R. (2010b). Beyond Zipcar: collaborative consumption. *Harvard Business Review*, 88(10).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): *Plattform Industrie 4.0*

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2016): *Weissbuch Arbeiten 4.0*.

Donaldson, T., & Dunfee, T. W. (1999). *Ties that bind*. Boston: Harvard.

Fahr, R. & Foit, D. (2016): "Verantwortung macht Sinn: Corporate Social Responsibility". In: *Personnel Quarterly* Vol. 4, pp. 20-27.

Fahr, R. & Foit, D. (2015): "Kleine Unternehmen – Kleine Verantwortung? Theorie und Praxis unternehmerischer Verantwortung im Mittelstand". In: Becker, W., & Ulrich, P. (2015). *BWL im Mittelstand: Grundlagen-Besonderheiten-Entwicklungen*. Kohlhammer Verlag.

Fichter, K., Noack, T., Beucker, S., Bierter, W., & Springer, S. (2006). *Nachhaltigkeitskonzepte für Innovationsprozesse*.

Grimm, F., & Kunze, A. (2011, June). Meins ist Deins 3.0. *Enorm*, (August), 16–27.

Heidbrink, L. (2011). Der Verantwortungsbegriff in der Wirtschaftsethik. In M. Aßländer (Ed.), *Handbuch Wirtschaftsethik* (pp. 188–197). Stuttgart, Weimar: J.B. Metzler.

Hinrichsen, S., & Jasperneite, J. (2013). Industrie 4.0–Begriff, Stand der Umsetzung und kritische Würdigung. *Betriebspraxis & Arbeitsforschung*, 216.

Hofer-Jendros, S. (2016). Der Mensch als Mittel zum Zweck der Digitalisierung. Über eine neue Dimension unternehmerischer Verantwortung. In: Offenwanger, D. J., & Quandt, J. H. (2016). *# sustainability- Wirtschaftsethische Herausforderung Digitalisierung: Impulse einer neuen Generation*. Rainer Hampp Verlag.



Jacobsen, H., & Jostmeier, M. (2010). Dienstleistungsinnovation als soziale Innovation : neue Optionen für produktive Aktivität der NutzerInnen. In J. Howaldt & H. Jacobsen (Eds.), Soziale Innovation - Auf dem Weg zu einem postindustriellen Innovationsparadigma (pp. 219–243). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.

Kollmann, T., & Schmidt, H. (2016). Deutschland 4.0. In Deutschland 4.0 (pp. 159-168). Springer Gabler, Wiesbaden.

Kotler, P. (2010). The Prosumer Movement. In Prosumer Revisited (pp. 51-60). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Nerdinger, F. W., Blickle, G., Schaper, N., & Schaper, N. (2008). Arbeits-und Organisationspsychologie. Heidelberg: Springer.

Mbeme, Achill (2017): Wie die Digitalisierung die Vernunft tötet. Achille Mbembe im Gespräch mit Dieter Kassel. [http://www.deutschlandfunkkultur.de/philosoph-achille-mbembe-wie-die-digitalisierung-die.1008.de.html?dram:article\\_id=387106](http://www.deutschlandfunkkultur.de/philosoph-achille-mbembe-wie-die-digitalisierung-die.1008.de.html?dram:article_id=387106)

McDonough, W., & Braungart, M. (2010). Cradle to cradle: Remaking the way we make things. North point press.

Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2000). Co-opting customer competence. Harvard business review, 78(1), 79-90.

Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) (2016): Industrie 4.0 und Nachhaltigkeit: Chancen und Risiken für die Nachhaltige Entwicklung

Reißig, R. (2014). Transformation–ein spezifischer Typ sozialen Wandels. Brie, Michael (Hg.): Futuring. Münster: Westfälisches Dampfboot, 50-100.

Scharmer, C. O., & Kaufer, K. (2013). Leading from the emerging future: From ego-system to eco-system economies. Berrett-Koehler Publishers.

Scheer, A. W. (2013). Industrie 4.0: Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus. IMC AG.

Schor, J. (2016). Debating The Sharing Economy. Journal of Self-Governance & Management Economics, 4(3).

Sombetzki, J. (2016). Zur Verantwortung in der Mensch-Maschine-Interaktion – Herausforderungen für das klassische Verantwortungskonzept. In: Offenwanger, D. J., & Quandt, J. H. (2016). # sustainability-

---

Wirtschaftsethische Herausforderung Digitalisierung: Impulse einer neuen Generation. Rainer Hampp Verlag.

Umweltbundesamt (UBA) (2015a): Was sind Transformationen? Begriffliche und theoretische Grundlagen zur Analyse von Gesellschaftlichen Transformationen Teilbericht 1 des Projektes „Nachhaltiges Deutschland 2030 bis 2050 – Wie wollen wir in Zukunft leben?“.

Umweltbundesamt UBA (2015b): Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können

Umweltbundesamt UBA (2014): Rebound-Effekte. <https://www.umweltbundesamt.de/print/themen/abfall-ressourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte> (Zugriff: 26.1.2018)

Wilhelms, G. & Wulsdorf, H. (2017). Digitale Transformation. Sozialethische Überlegungen zu einem „Zeichen der Zeit“. In: Ethica 25(2), 167-188.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation.