

Jan Quaing, Julia Fink, Beatriz
Bilfinger, Fabian Vorländer



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

Doppelte Transformation gestalten

Ein Praxisleitfaden zu Nachhaltigkeit
und Digitalisierung

DBU-Umweltkommunikation / Band 17



 oekom

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	7
1 EINFÜHRUNG	11
1.1. Begriffsbestimmung	15
1.1.1 Digitalisierung und digitale Transformation	16
1.1.2 Nachhaltigkeit	18
1.1.3 Big Data	19
1.1.4 Künstliche Intelligenz	20
1.2 Verortung in der Transformation	24
1.2.1 Digitalisierungsgrad der Unternehmen	27
1.2.2 Barrieren bei der Anwendung von digitalen Technologien	27
1.2.3 Potenziale digitaler Technologien	29
1.2.4 Operationalisierung einer nachhaltigen Digitalisierung	31
1.2.5 Spannungsfelder in Unternehmen	33
2 TECHNOLOGIEN	35
2.1 Sensorik	39
2.1.1 Mitgedacht	41
2.1.2 Good-Practice-Beispiele	43
2.2 Datenerfassung/-analyse	47
2.2.1 Mitgedacht	51
2.2.2 Good-Practice-Beispiele	55
2.3 Distributed Ledger Technologie (unter anderem Blockchain)	58
2.3.1 Mitgedacht	64
2.3.2 Good-Practice-Beispiele	69

2.4	Green IT	72
2.4.1	Mitgedacht	76
2.4.2	Good-Practice-Beispiele	79
2.5	Digitaler Zwilling	83
2.5.1	Mitgedacht	85
2.5.2	Good-Practice-Beispiele	87
2.6	3D-Druck	90
2.6.1	Mitgedacht	93
2.6.2	Good-Practice-Beispiele	95
3	ARTEN DER ZUSAMMENARBEIT	99
3.1	In Unternehmen	103
3.1.1	Wissensmanagement	103
3.1.1.1	Mitgedacht	110
3.1.1.2	Good-Practice-Beispiele	112
3.1.2	Veränderte Arbeitsweisen durch digitale Tools	115
3.1.2.1	Mitgedacht	119
3.1.2.2	Good-Practice-Beispiele	121
3.2	Mit Unternehmen	124
3.2.1	Regionale Kooperationsnetzwerke	124
3.2.1.1	Mitgedacht	129
3.2.1.2	Good-Practice-Beispiele	131
3.2.2	Smart Grid	134
3.2.2.1	Mitgedacht	138
3.2.2.2	Good-Practice-Beispiele	140
3.2.3	Circular Economy	143
3.2.3.1	Mitgedacht	148
3.2.3.2	Good-Practice-Beispiele	150

4	MANAGEMENT TOOLS DER ZUKUNFT – DOPPELTE TRANSFORMATION ALS TREIBER FÜR INNOVATIVE GESCHÄFTSMODELLE	155
4.1	Veränderungsprozesse initiieren	160
4.2	Corporate Digital Responsibility (CDR)	164
4.3	Innovationen – Mission nachhaltige Digitalisierung	169
4.4	Ökologisch denken, unternehmerisch handeln – Nachhaltige Business Models	174
5	BEISPIEL-CASE: BAUBRANCHE	179
6	AUSBLICK	189
ANHANG		195
	Glossar	196
	Literaturverzeichnis	202
	Autor*innen	219

VORWORT

Was ist die doppelte Transformation? Und wie können digitale Technologien und Nachhaltigkeit die Innovationskraft von Unternehmen und Gesellschaften steigern? Kaum ein anderes Thema wird langfristig unsere gemeinsame Zukunft so prägen wie diese beiden. Bei dieser Transformation müssen wir Wirtschaft, Umwelt und Soziales gemeinsam denken. Sonst rücken sowohl die Klimaziele, als auch das Erreichen der Sustainable Development Goals in weite Ferne.

Die zunehmende Sensibilisierung für Umwelt und Soziales hat die Nachfrage nach nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen in den vergangenen Jahren drastisch erhöht: Kunden und Investoren fordern von Unternehmen Transparenz, ethisches Handeln und einen Beitrag zum Klimaschutz. Hier werden Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung zu entscheidenden Wettbewerbsfaktoren. Unternehmen, die diese Aspekte in ihre Geschäftsmodelle integrieren, können nicht nur einen positiven Beitrag zur Gesellschaft leisten, sondern auch innovative Lösungen entwickeln, die neue Märkte erschließen und das Wachstum vorantreiben.

Wir als Deutsche Bundesstiftung Umwelt wollen mit unserer Förderarbeit und unseren Netzwerken voller motivierten Akteuren dazu beitragen, dass der Wandel gelingt und die gesteckten Ziele erreichbar werden. Nur gemeinsam können wir diese Zukunftsaufgabe meistern. Deshalb freue ich mich, dass dieser Praxisleitfaden Akteuren eine Unterstützung bei den ersten Schritten in die doppelte Transformation hinein bietet.

Verschiedene Fallbeispiele aus Unternehmen zeigen, wie die beiden Themen erfolgreich in der Praxis verwoben wurden. Außerdem werden die Herausforderungen, aber auch die Chancen beleuchten, die sich aus dieser symbiotischen Beziehung von digitalen Technologien und Nachhaltigkeit ergeben. Darüber hinaus stellen die Autor*innen praktische Ansätze und Management Tools vor, die Unternehmen dabei unterstützen, innovative Geschäftsmodelle zu entwickeln und ihre Wettbewerbsfähigkeit in einer zunehmend digitalisierten und nachhaltigkeitsorientierten Welt zu stärken.

Durch unsere Green Start-up-Förderung habe ich in den letzten viele Persönlichkeiten kennenlernen können, die diese Themen verknüpfen und tragbare Geschäftsmodelle daraus bauen. Solche Start-ups, auch Zebras genannt, sind für mich Leuchttürme für die Unternehmen der Zukunft.

»Wie geht Zukunft, wenn sie nicht planbar ist?« Diese Frage hat unsere Umweltpreisträgerin Antje Boetius im Rahmen der Preisverleihung des DBU Deutschen Umweltpreises 2018 gestellt. Wenn ich ehrlich bin: Wir wissen alle noch nicht, was genau das Endresultat sein wird. Nicht zu handeln ist für uns aber keine Option. Nur mit einer gemeinsamen Kraftanstrengung können wir die Herausforderungen der Zukunft meistern. Die Themen der doppelten Transformation sind gekommen um zu bleiben. Es ist an uns, die Themen ökologisch und sozial sinnvoll zu gestalten. Der Weg liegt vor uns, lassen Sie ihn uns zusammen beschreiten!

Osnabrück, im Jahr 2023

Alexander Bonde

1 EINFÜHRUNG

Nachhaltigkeit und Digitalisierung sind die beiden Themen unserer Zeit und können – zusammen gedacht – ökologische, soziale und ökonomische Vorteile für Unternehmen schaffen. Als Zukunftsthemen erscheinen sie oft zu groß für ein einzelnes Unternehmen – dabei gibt es einfache Möglichkeiten und kleine Stellschrauben, die helfen, Unternehmen zukunftsfähiger und resilienter aufzustellen. Wir wollen den Einstieg für Sie so simpel wie möglich gestalten und hoffen, dass Ihnen diese Publikation dabei hilft.

Das Buch erklärt verschiedene digitale Technologien und andere relevante Aspekte innerhalb der **doppelten Transformation**, diese beschreibt den Einfluss der Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung auf Unternehmen und Gesellschaft.

Neben den jeweiligen digitalen Technologien erwartet Sie in den Unterkapiteln auch eine Rubrik mitgedacht. In dieser werden wir Punkte aufwerfen, die vor einer möglichen Einführung der jeweiligen Technologie bedacht werden sollten. Abgeschlossen werden die Unterkapitel von Good-Practice-Beispielen, die zeigen, wie Unternehmen bereits heute die Technologien im Sinne der Nachhaltigkeit einsetzen.

Wie ist das Buch aufgebaut?

Das Buch gliedert sich insgesamt in sechs Kapitel auf. Im ersten Kapitel werden nach einer Begriffsbestimmung erste Technologien, die wir als Querschnittstechnologien ansehen, grundlegend beschrieben. Hierzu zählen beispielsweise die Künstliche Intelligenz (KI), Big Data oder aber auch Robotik. Daran anschließend werden im zweiten Kapitel weitere Technologien ausführlicher beschrieben und mit den besagten Good-Practice-Beispielen angereichert. Im dritten Kapitel werden dann die Arten der Zusammenarbeit, sowohl im Unternehmen als auch zwischen einzelnen Akteuren, und wie die Digitalisierung diese Prozesse unterstützen kann, in den Blick genommen. Das vierte Kapitel greift betriebswirtschaftliche Bereiche auf und soll dabei unterstützen, die **doppelte Transformation** aktiv zu gestalten. Das Kapitel 5 zeigt, wie die verschiedenen zuvor beschriebenen Aspekte ineinandergreifen und dabei helfen, die **doppelte Transformation** zu fördern. Als Beispiel wurde dafür die Baubranche ausgewählt. Die Hürden in der beschriebenen Baubranche lassen sich in Ansätzen auch so in anderen Branchen finden, wodurch die Grundproblematiken und Lösungen ähnlich sind. Geschlossen wird das Buch mit einem Ausblick.

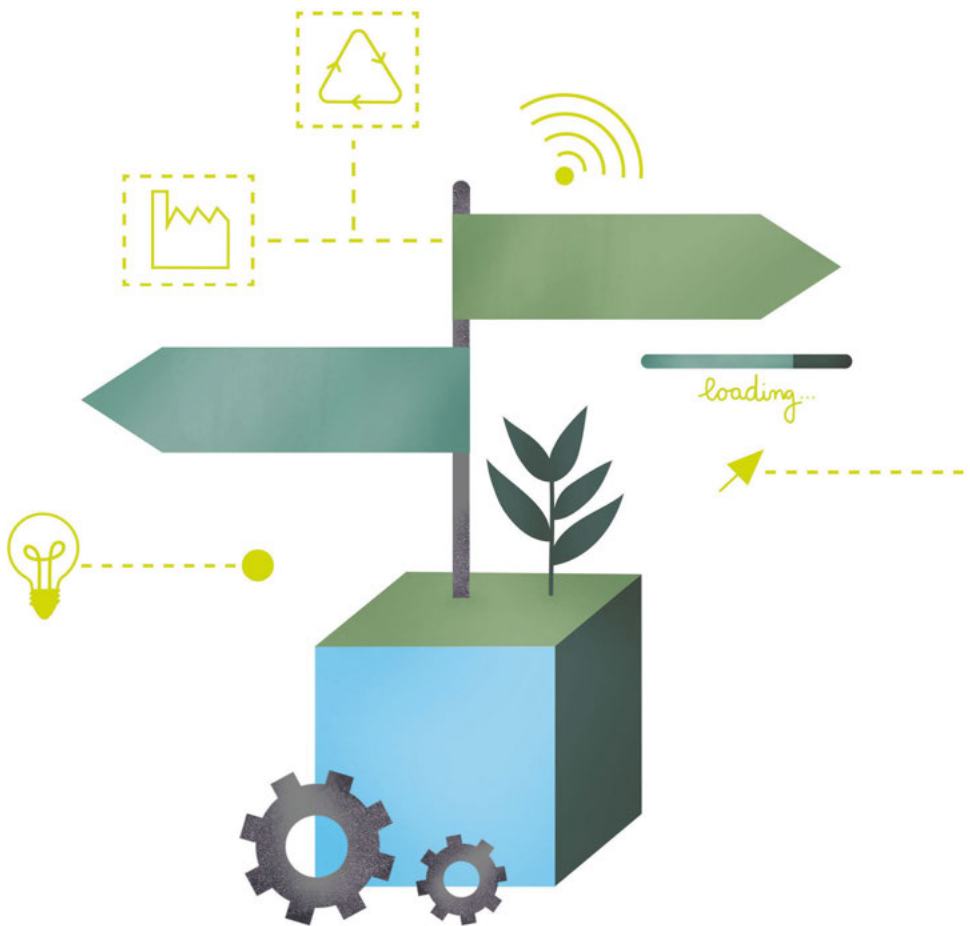
Im Buch werden immer mal wieder **fett gedruckte Begriffe** auftauchen. Dies sind Begriffe, die im Glossar am Ende des Buches kurz erklärt sind. Andere Begriffe, die kursiv geschrieben sind, sind entweder Zwischenüberschriften oder Wörter, die wir besonders betonen möchten.

Warum dieses Buch?

Im Jahr 2017 wurde die Kompetenzplattform nachhaltig.digital gemeinsam von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management (B.A.U.M.) e. V. gegründet. In den fünf Jahren der Projektlaufzeit haben nicht nur etliche Gespräche mit Unternehmen, sondern auch zwei Studien gezeigt, an welchen Stellen die Transformation hakt. Fast reflexartig werden finanzielle Mittel und die Infrastruktur als größte Barriere genannt. Beide haben zwar keinen unerheblichen Anteil am Gelingen einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten digitalen Transformation, doch gibt es daneben auch andere Faktoren. Unter anderem wird häufig fehlendes Know-how, mangelnde Inspiration oder ein unklares Kosten-Nutzen-Verhältnis genannt. Kurzum: Unternehmen stehen den digitalen Technologien offen gegenüber, in der Gesamtheit kann es aber schnell undurchsichtig werden. Genau hier setzt das Buch an. Die Inhalte bieten einen guten Überblick darüber, was hinter einer digitalen Technologie steckt, wofür sie grundsätzlich eingesetzt werden kann, was es zu bedenken gilt und wie Unternehmen sie bereits im Sinne der Nachhaltigkeit einsetzen. Das Buch bietet somit praxisnahe Orientierung und soll als Startpunkt angesehen werden, von dem aus Veränderungen in Unternehmen und Organisationen angestoßen werden können. Hier finden Sie kompakt all das Wissen, was Sie für den Beginn brauchen.

Wir wünschen eine gute Lektüre des gesammelten Wissens aus dem Projekt *nachhaltig.digital*. Sollten Sie Fragen haben, dann schreiben Sie uns gerne. Die Kontaktdaten finden Sie im Impressum.

Jan Quaing, Julia Fink, Beatriz Bilfinger und Fabian Vorländer



1.1. Begriffsbestimmung

Einführend wird das Verständnis von fünf Begriffen, die grundlegend sind, geklärt. Neben den Begriffen Digitalisierung und Nachhaltigkeit werden wir auch für die Künstliche Intelligenz und Big Data unser Verständnis darlegen. In der Publikation folgen wir weitestgehend der EU-Empfehlung für die Definition von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). In Kleinstunternehmen arbeiten demnach weniger als 10 Personen und sie weisen einen Jahresumsatz von unter 2 Millionen Euro aus. In kleinen Unternehmen arbeiten weniger als 50 Personen bei einem Jahresumsatz von unter 10 Millionen Euro.

In der Größenklasse der mittleren Unternehmen arbeiten weniger als 500 Mitarbeitende¹ bei einem Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen Euro (EU 2003/306).

Während Nachhaltigkeit spätestens seit dem Bericht des Club of Rome in den 1970 Jahren ein Thema auf der politischen Agenda sein sollte, sind die anderen Begriffe erst in jüngerer Zeit in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Es gibt unterschiedliche Auffassungen, was genau mit den Begriffen gemeint ist und wie sie zu fassen sind, daher die Abgrenzung.

1.1.1 Digitalisierung und digitale Transformation

Digitalisierung dient einerseits als Überbegriff für den Umwandlungsprozess von analogen Informationen in digitale Werte. Andererseits wird unter Digitalisierung aber auch die durch die digitale Transformation ausgelösten Veränderungsprozesse im allgemeinen Sprachgebrauch verstanden, die innerhalb der Gesellschaft – inklusive Wirtschaft, Kultur, Bildung und Politik – ablaufen.

Die Auswirkungen auf das gesamtgesellschaftliche Gefüge bezeichnen wir als digitale Transformation, da es über die Anwendung digitaler Technologien hinausgeht.

Digitalisierung durch den Einsatz neuer Technologien

Der Begriff Digitalisierung ist im alltäglichen Sprachgebrauch mittlerweile zu einem sehr facettenreichen Begriff geworden, dessen genaue Bedeutung nicht immer klar abgegrenzt ist: Handelt es sich bereits bei der Einführung einer Computerlösung im Betrieb um die Digitalisierung, oder erst wenn die Produktion der Losgröße 1 entspricht und Daten cloud-basiert verwaltet werden?

Die Verwendung des Begriffs ist stetig gestiegen, was zum einen die Aktualität und zum anderen die steigende Relevanz der Digitalisierung selbst zeigt. Der Duden (2022) beschreibt den Begriff des Digitalisierens mit der digitalen Darstellung von Daten und Informationen. Es wird geschätzt, dass bereits im Jahr 2007 weltweit 94 % der Informationskapazität digitaler Natur war. Im Vergleich lag der Wert 1993 bei lediglich 3 % (Hilbert/López 2011). Diese Zunahme durch den informations- und kommunikationstechnischen Fortschritt wurde durch den Ausbau der Dateninfrastruktur und der zunehmenden Nutzung mobiler Endgeräte begünstigt.

Der Einsatz digitaler Technologien führt neben dem Umwandeln analoger in digitale Daten unter anderem auch zur Automation von Prozessen und Geschäftsmodellen durch die Vernetzung von Menschen, digitalen Techniken und Informationen. Nach der Dampfmaschine (Industrie 1.0), der Massen- beziehungsweise Fließbandproduktion (Industrie 2.0) und den Computersystemen (Industrie 3.0), wird diese Vernetzung und der

¹ An dieser Stelle weichen wir von der EU-Empfehlung ab, da sie nur Unternehmen mit bis zu 250 Mitarbeitenden fasst. In unserer eigenen Studie und anderen Studien wird die Anzahl der Mitarbeitenden mit bis zu 499 Personen gefasst, sodass wir dieses Verständnis hier auch anwenden.

Datenaustausch intelligenter Gegenstände/Geräte, wie Elektronikprodukte, Bauteile oder Maschinen, die teilweise über künstliche Intelligenzen (KI) gesteuert werden, als Industrie 4.0 oder auch als **Internet der Dinge** (IoT; engl. Internet of Things) bezeichnet. Mit Beginn des 21. Jahrhunderts stehen disruptive Technologien und innovative Geschäftsideen ebenso wie Individualisierung und Flexibilisierung im Vordergrund der Digitalisierung (Gabler 2022).

Auf globaler Ebene nimmt das **Internet der Dinge** eine immer größere Relevanz ein, insbesondere mit neuen Kommunikationsstandards wie dem 5G Mobilfunk. Mit einem Blick in die Zukunft wird, folgt man dem *Moorschen Gesetz*, die Komplexität der Hardware exponentiell zunehmen, was zu stetig steigenden Innovationszyklen und Fortschritt führt (Moore 1965). Zeitgleich kann beobachtet werden, dass das *Moorsche Gesetz* teilweise außer Kraft gesetzt ist, da beispielsweise die Energieeffizienz von Prozessoren in jüngerer Vergangenheit eher gesunken als gestiegen ist (Wynne et al. 2022). Hier tut sich ein erstes Spannungsfeld der Digitalisierung auf: der **Rebound-Effekt**. Werden auf der einen Seite Effizienzgewinne geschaffen, werden sie durch die Zunahme an Komplexität und Größe/Kapazität wieder aufgezehrt. Es zeigt sich, was in den konkreten Entscheidungen in Unternehmen fast immer der Fall ist: Es gibt nicht *die* eine Blaupause für den Einsatz digitaler Technologien, sondern es ist immer ein Abwägen verschiedener individueller Aspekte. Eine Einführung von neuen Technologien in Betriebsabläufen erfolgt nicht binnen weniger Tage und ist meist auch kein Projekt, was irgendwann abgeschlossen ist. Auf diese Wechselwirkungen wird später im Kapitel näher eingegangen.

Digitale Transformation: Die gesamtgesellschaftliche Bedeutung

Die Digitalisierung wirkt nicht nur auf die Art und Weise, wie Güter produziert werden. Der Blick auf das größere, gesellschaftliche Bild zeigt, dass die Digitalisierung ein Querschnittsthema ist, das Gesellschaft, Arbeitswelt und Branchen grundlegend transformiert. Hier sprechen wir dann von der digitalen Transformation. Sie darf nicht als abgesonderte industrielle Entwicklung verstanden werden, sondern als ein gesamtgesellschaftlicher Prozess. Schon heute spüren wir bewusst oder auch unbewusst Veränderungen durch digitale Technologien in unserem Alltag und der Arbeitswelt. Insbesondere Automatisierung wirkt als Disruptor für einige Arbeitsplätze. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) setzt in seinem Hauptgutachten daher den Menschen als Ausgangspunkt, von wo aus Digitalisierung in einem reflexiven Prozess ausgestaltet werden sollte. Eine der drängendsten Fragen, die auch im WBGU-Gutachten zentral behandelt wird, ist, ob die Digitalisierung als »Brandbeschleuniger oder als mächtiges Instrumentarium für die Zielerreichung der Agenda 2030« fungiert (WBGU 2019: 1). Es unterstreicht die Kraft, die von der digitalen Transformation ausgeht, und die Aufgabe, diese nachhaltig zu gestalten.

Durch die verschiedenen und weitreichenden Blickwinkel ist es schwer, eine grundlegende, allgemeingültige Definition der Digitalisierung zu geben, da der Begriff in dem alltäglichen Sprachgebrauch verschiedene Bedeutungen hat. Der Begriff kann zum Beispiel die Umwandlung analoger in digitale Daten meinen, die digitale Modifikation von Instrumenten, Geräten und Fahrzeugen genauso wie das beschriebene **Internet der Dinge**. Zudem ermöglichen Big-Data-Systeme, Cloud-Computing und Künstliche Intelligenz (KI) eine neue Möglichkeit an Analysen und Aktivitäten (Kapitel 1.1.3–1.1.4).

Mit der dargestellten Sichtweise folgen wir dem WBGU, der in seinem Hauptgutachten Digitalisierung »als die Entwicklung und Anwendung digitaler sowie digitalisierter Technik versteht, die sich mit allen anderen zivilisatorischen Techniken und Methoden verzahnt« (WBGU 2019). Es ist enorm wichtig, dass Digitalisierung als Prozess und nicht als Trend verstanden wird.

1.1.2 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit beschreibt ein verantwortungsvolles Handeln, das Rücksicht auf heutige und zukünftige Generationen nimmt, Ressourcen schont und die Rechte aller Menschen wahrt. Dieses Verständnis einer langfristigen Ressourcenbewirtschaftung geht bis zu den Urvölkern zurück, ist nur in den Zeiten neoliberaler Wirtschaftsordnung in den Hintergrund gerückt (Gadgil/Berkes 1998).

Das hier angewendete Verständnis von Nachhaltigkeit orientiert sich an der Definition des Begriffs aus dem Brundtland-Bericht von 1987, der von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung verabschiedet wurde. Dort wird Nachhaltigkeit als eine Entwicklung verstanden, »die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen« (WCED 1987: 39).

Im Jahr 1992, während der ersten UN-Konferenz in Rio de Janeiro, wurden mit der Agenda 21 formale Leitprinzipien für die Politik entwickelt. Diese fußen auf der Erkenntnis, dass Umweltschutz nur realisierbar ist, wenn die Politik ökonomische und soziale Aspekte mit einbezieht (UN 1992). Dieser Sachverhalt wird im *Drei-Säulen-Modell*, oder auch *Triple-Bottom-Line-Modell*, dargestellt. Die Säulen in diesem Modell sind: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) forderte 1994 eine Erweiterung des Säulenmodells um eine vierte kulturelle Säule. In dieser Säule werden unter anderem auch der Konsum- und Lebensstil gefasst, wie beispielsweise eine suffizientere Haltung (dies bedeutet zum Beispiel Produktions- und Konsumverzicht) (SRU 1994).

Umsetzung von Nachhaltigkeit

Zur Operationalisierung, also der Umsetzung von Nachhaltigkeit im Alltagsgeschäft von Unternehmen, können die Sustainable Development Goals (SDG) und die planetarischen

Leitplanken dem Agieren einen Rahmen geben. Die **SDG** definieren insgesamt 17 Oberziele für eine nachhaltige Entwicklung und sind eine politische Zielgröße der Vereinten Nation zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung. Die jeweiligen Oberziele gliedern sich weiter in Unterziele auf, in denen sich gute Handlungsfelder identifizieren lassen. Diese können Unternehmen und anderen Akteuren eine Orientierung geben, um eigene Maßnahmen zu definieren.

Der Weltklimarat (IPCC) veröffentlicht regelmäßig Berichte über den Zustand der Erde und zeigt deutlich auf, in welchen Bereichen akuter Handlungsbedarf besteht, um die Klimakrise zu verlangsamen (IPCC 2022). Bei der Fülle an Daten und aufgezeichneten Entwicklungspfaden kann die Frage bleiben, was dies konkret für Auswirkungen für einzelne Nationen oder Unternehmen hat. Hier hat die Science-Based Targets (SBT) Initiative sich der Frage angenommen und die verschiedenen Dekarbonisierungspfade operationalisiert: Die Initiative schließt sich aus verschiedenen Organisationen zusammen und hat die abstrakten Zahlen des IPCC in konkrete Handlungsanweisungen für Staaten und Unternehmen umgewandelt, sodass diese ihre Nachhaltigkeitsbestrebung quantifizieren können (SBT 2022).

In den vergangenen Jahren ist das Thema Nachhaltigkeit stärker in den öffentlichen Fokus und somit auch von Unternehmen, Politik und Gesellschaft gerückt. Mit der zunehmenden Bedrohung durch Extremwetter-Ereignisse und der Klimakrise insgesamt ist es notwendig, schnell und konsequent zu handeln. Wir können uns eine lineare Art des Wirtschaftens, die auf Ausbeutung und Verschwendung basiert, schlichtweg nicht mehr leisten. Digitale Technologien können dabei helfen, die Nachhaltigkeitsziele des Pariser Abkommens zu erreichen und die Krise somit zu verlangsamen. Dieses Buch zeigt, wie die beiden Themen konsequent zusammen gedacht werden können.

Zusammenfassend kann Nachhaltigkeit als eine Form des Handelns verstanden werden, das gegenwärtigen und zukünftigen Generationen vergleichbare oder bessere Lebensbedingungen sichern soll, indem das dazu notwendige Gut sorgsame Anwendung findet und entsprechend geschützt wird.

1.1.3 Big Data

Ganz allgemein kann Big Data übersetzt werden mit *großer Datenmenge*. Der Begriff wird aber über die reinen Volumina von Daten hinaus gefasst und beschreibt vielmehr den Umgang mit den Datenmengen. Dabei werden neue Methoden und Technologien synergetisch genutzt, damit neue Erkenntnisse gewonnen werden können. Big Data endet aber nicht bei der Auswertung, sondern bezieht auch die Visualisierung mit ein.

Der wissenschaftliche Dienst des Bundestages schreibt Daten grundsätzlich drei Merkmale zu: *Volumen*, dies ist eine rein quantitative Beschreibung für die enormen Datenmengen, die stetig wachsen. Die *Geschwindigkeit*, mit der Daten verschickt werden, ist das

nächste Charakteristikum. Mit der zunehmenden Vernetzung einzelner Maschinen, aber auch dem zunehmenden Zugang zum (mobilen) Datenverkehr, sind Daten alltäglich und meist in Echtzeit zugänglich. Die letzte Eigenschaft ist die *Variation* in der Art wie Daten auftreten können, beispielsweise als Bild-, Video- oder Musikdateien (Bundestag 2013).

Die Datenmenge, die global verfügbar ist, steigt stetig. Gleichzeitig nimmt die Qualität der Daten selbst zu, was dazu führt, dass maschinelle Verfahren immer bessere Resultate liefern können. Insbesondere der Zugang zum Internet und eine schnelle Datenanbindung befördern diese Entwicklung: Daten werden schneller gesammelt, geteilt und ausgewertet. Big Data schafft es, enorme Datenmengen zu analysieren und daraus neue Erkenntnisse zu offenbaren: Seien es das bessere Erkennen von Krankheitsmustern, die Qualität von Produkten zu steigern oder aber auch das Konsumverhalten von Menschen zu verstehen und die Werbung dahingehend zu optimieren (Cukier/Mayer-Schönberger 2013).

Es ist diese verbesserte Echtzeitanalyse großer Datenmengen, die die Anwendung von KI-Lösungen befördert. Das anschließende Unterkapitel geht näher darauf ein, was eine Künstliche Intelligenz (KI) ist und leisten kann. An dieser Stelle geht es vor allem darum, zu verstehen, dass die Analyse von großen Datenmengen ein Anwendungsfeld einer KI sein kann, da diese schneller aus den Daten lernt und Muster erkennen kann. Big Data an sich bedarf nicht zwingend einer KI-Lösung. Im allgemeinen Gebrauch sind diese aber oft eng miteinander verknüpft und bedingen sich gegenseitig. Während eine KI bei der Auswertung helfen kann, benötigt sie zeitlich enorme Datenmengen, die ausgewertet werden können (Wirtz 2022).

Zukünftig wird Big Data, mit allen Soft-, Hardware und Dienstleistungen, stark wachsen. Prognosen gehen aktuell von einem Wachstum von über 10 % aus, was einen Umsatz im Jahr 2018 von 103 Milliarden US-Dollar bedeutet (Kobiellus 2018). Besonders mit dem Aufkommen der **Industrie 4.0** im Zuge des Ausbaus des 5G-Netzes nimmt die auszuwertende Datenmenge enorm zu. Hier wird es unerlässlich, dass die Daten in einer Cloud (sogenanntes **Cloud Computing**) bereitgehalten werden und somit in einer dezentralen Infrastruktur.

Das folgende Unterkapitel betrachtet die Künstliche Intelligenz mit ihren Anwendungsfeldern und zeigt auf, was diese leisten kann in Bezug auf die Nachhaltigkeit.

1.1.4 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz ([KI], engl. artificial intelligence [AI]), erweist sich als ein Begriff, der sich definitorisch schwer fassen lässt. Dies liegt zum einen an der fehlenden, detaillierten Definition von Intelligenz und zum anderen am Facettenreichtum des Schlagwortes im allgemeinen Sprachgebrauch selbst. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass eine Künstliche Intelligenz in der Lage ist, menschliche Entscheidungen zu simulieren, sodass es nicht möglich ist, einen Unterschied zwischen der Interaktion mit einem Menschen oder mit einer Maschine zu erkennen. Dies kann durch den sogenannten *Turing Test* erfolgen.

Der Turing Test

1950 definierte Alan M. Turing in seinem Aufsatz »*Computing Machinery and Intelligence*« Intelligenz als die Reaktion eines intelligenten Wesens auf eine ihm zufällig gestellte Frage. Sollte eine künstlich geschaffene Intelligenz diesen Test bestehen, kann von einem intelligenten System gesprochen werden (einer sogenannten *Starken Intelligenz*) (Turing 1950) – die Frage ist nur: Wäre eine KI, die den Turing Test besteht, nicht auch in der Lage, den Test absichtlich nicht zu bestehen?

Eingeschränkte Variationen einer solchen starken Intelligenz existieren für spezifische Gebiete, wie zum Beispiel medizinische Diagnosen oder das Schachspielen. In diesem Kontext wird von einer *schwachen Intelligenz* gesprochen, da dieses nur in spezifische Anwendungsfelder entsprechende Ergebnisse liefert. Insgesamt wird heute der Begriff viel weiter gefasst, als es auch Turing tat, der seinen Test hauptsächlich auf die sprachliche Interaktion inhaltlicher Art bezog (Marr 2018; Turing 1950).

Maschinelles Lernen und Deep Learning

Es ist wichtig zu verstehen, dass unter einer KI im heutigen Sprachgebrauch meist die Anwendung von maschinellem Lernen gemeint ist. Maschinelles Lernen wird oft Synonym zu *Deep Learning* verwendet. Es dient allerdings als Oberbegriff für das gesamte Fachgebiet (Lee 2019). Maschinelles Lernen beschreibt den Rechenvorgang, der bei der Auswertung von Informationen und großen Datenbergen zum Tragen kommt. Ein anderer Begriff, der oft gleichbedeutend zu KI verwendet wird, ist Big Data. Jedoch ist die Auswertung und Kombination von Daten noch kein Anlass, von einer Intelligenz zu sprechen, sondern vielmehr von einer Effizienz (Heil 2021).

Deep Learning ist somit eine schwache KI, die Datenmengen aus bestimmten Bereichen analysiert und darin versteckte Muster erkennt. Diese Art der Anwendung ist noch weit von einer starken KI entfernt.

Bis 2012 hinein konkurrierten zwei verschiedene Ansätze des Deep Learnings miteinander. Während der eine Ansatz ein regelbasiertes Lernen zugrunde legt – das heißt, dass Anwendungen bestimmten logischen Regeln folgen, die zuvor definiert wurden. Der gegensätzliche Ansatz versuchte, ein menschliches Gehirn nachzuahmen. Diesen digitalen neuronalen Netzen werden keine Regeln gegeben. Die Modelle werden mit sehr vielen Beispielen gespeist, sodass die KI in den Daten selbst Muster identifizieren kann und sich somit selbst stetig verbessert. Im Jahr 2012 erzielten Wissenschaftler*innen fundamentale Durchbrüche bei der Entwicklung neuronaler Netze, sodass diese Art der KI-Entwicklung sich als zentraler Ansatz etablierte (Lee 2019).

Anwendungsfelder von KI

Wie bereits angedeutet existieren in der Entwicklung von künstlicher Intelligenz verschiedene Anwendungsfelder, von denen im Folgenden einige exemplarisch skizziert werden:

KI als Suche in einem Problemraum

Zur Lösungsfindung in einem Problemumfeld ist Künstliche Intelligenz heutzutage ein wichtiges Werkzeug. Durch das Beschreiben der Welt kann aufgrund einer Wissensverknüpfung ermöglicht werden, schnell Lösungen ausfindig zu machen. Lernende Systeme sind für die Verbesserung einer solchen Suche nach Lösungen unablässig und verbessern zunehmend die Grundlage, auf der Entscheidungen getroffen werden können. Ein Beispiel für ein solches Anwendungsfeld wäre die Qualitätskontrolle von Werkstücken in Produktionsprozessen oder die Unterstützung bei der Identifizierung von Krankheiten im medizinischen Kontext. Der Künstlichen Intelligenz werden dabei gesammelte Datenpakete zur Verfügung gestellt und durch das maschinelle Lernen Erkenntnisse und Muster in diesen Datenpaketen erkannt. Mithilfe solcher KI können Prozesse in Unternehmen automatisierter ablaufen und deren Fehleranfälligkeit reduziert werden. Eine solche Anwendung sollte stets als Ergänzung der menschlichen Entscheidung und nicht als Ersatz verstanden werden – die KI sollte dem Menschen im Entscheidungsprozess als eine weitere Meinung dienen und nicht die volle Entscheidungsmacht haben.

Verhaltensbasierte KI

Im Gegensatz zu dem zuvor beschriebenen System versucht das System der verhaltensbasierten KI, anhand von Verhalten und Wahrnehmung zu verstehen und zu lernen. Dies kann auch als Kybernetik beschrieben werden und findet meist im Kontext von Robotik Anwendung.

Konnektionismus und KI

Aus der Kybernetik ist das Feld der künstlichen neuronalen Netze hervorgegangen, das sich mit der Erkennung von Mustern und deren Ähnlichkeiten befasst. Wie bereits eingangs vorgestellt werden durch diese assoziative Berechnungsart bessere Ergebnisse aktuell erzielt als durch den regelbasierten Ansatz. Als Beispiele können wieder die Qualitätskontrolle oder auch die Identifizierung von Krankheitsbildern in der Medizin genannt werden. In beiden Fällen werden enorm große Datenberge – Stichwort: Big Data – analysiert und so ausgewertet, dass sie nützlich für Menschen und Unternehmen sind. Aufgrund der Schnelligkeit, in der eine Künstliche Intelligenz Berechnungen durchführen kann, können in diesen Datenbergen Korrelationen aufgezeigt werden, die sonst nicht ersichtlich gewesen wären. Ein weiterer Anwendungsfall ist die *predictive Maintaining*. Dieser beschreibt eine vorausschauende Planung und Entwicklung von Produkten oder anderen Gegenständen.

Mit Hilfe der KI und anderen digitalen Technologien (zum Beispiel einem digitalen Zwilling) können vor der eigentlichen Produktion diverse Variationen des Produktes simuliert werden und somit mögliche Verschleißteile frühzeitig ersetzt und eine Rezyklierbarkeit am Ende der Nutzungsphase verbessert werden.

Künstliche Intelligenz und Nachhaltigkeit

Die Anwendungsmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz begrenzen sich nicht nur auf unternehmerische Perspektiven, sondern gestalten auch nachhaltige Prozesse. Nachfolgend sind einige Beispiele genannt, die sowohl die ökologische als auch die soziale Nachhaltigkeit betreffen.

- *Rainforest Connection* hat eine App, basierend auf Googles TensorFlow, entwickelt, die Teile des Regenwalds auf illegale Rodung überwachen kann. In Echtzeit werden Umgebungsgeräusche analysiert und bei Bedarf Alarm gegeben. Diese sogenannten *Guardian-Geräte* werden durch Solarpanels mit Strom versorgt.
- *DeepMind* ist eine selbstlernende KI, die in Kooperation von Google und dem US Department of Veterans Affairs entwickelt wird. Mit ihrer Hilfe können zum Beispiel Verschlechterungen des Patientenzustandes rechtzeitig erkannt und umgehend entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Die Daten verbessern somit die Vorbeugung von Krankheiten. Daneben gibt es auch weitere Anwendungsfelder, in denen Deep Learning Anwendung findet.
- *AI for good* ist eine Initiative verschiedener Akteure, die Künstliche Intelligenz nutzen, um einen positiven Einfluss für Mensch und Natur zu kreieren. Eine Studie von Microsoft, die technischer Partner der Initiative sind, und der Unternehmensberatung PwC, im Auftrag des Weltwirtschaftsforums zeigt zudem, dass Künstliche Intelligenz in sechs dringlichen Handlungsfeldern zukünftig hilfreich sein kann (Herweijer et al. 2020):
 1. Klimawandel: zum Beispiel intelligente Mobilitätslösungen, smarte Städte
 2. Biologische Vielfalt und Artenschutz: zum Beispiel Schutz natürlicher Lebensräume, invasive Seuchenbekämpfung
 3. Gesunde Meere: zum Beispiel nachhaltige Fischerei, Senkung der Meeresverschmutzung
 4. Gewässerschutz: zum Beispiel effizienter Wasserverbrauch, angemessene Sanitärversorgung
 5. Luftreinhaltung: Überwachung der Luftqualität, saubere Kraftstoffe

6. Unwetter- und Katastrophenvorsorge: zum Beispiel Frühwarnsysteme, widerstandsfähige Infrastruktur

Diese Handlungsfelder werden unter anderem auch in der Initiative *AI for good* adressiert.

Status-quo der KI-Forschung

Abschließend zu diesem Unterkapitel wollen wir kurz einen Blick auf die aktuelle Forschung und nächsten Entwicklungen richten. Grundsätzlich befindet sich die KI-Forschung aktuell in zwei Übergängen. Kai-Fu Lee, früherer Google-China-CEO und KI-Experte, benennt es: »vom Zeitalter der Entdeckung zum Zeitalter der Implementierung und vom Zeitalter des Expertentums zum Zeitalter der Daten« (Lee 2019: 28). Viele Errungenschaften der jüngsten Vergangenheit sind häufig nur Anwendungen der vorherigen Durchbrüche, wie es das Deep Learning war, so Lee. Aktuell befinden wir uns an der Schwelle, dass KI-Anwendungen in viele alltägliche Bereiche eindringen und sich dort etablieren. In dieser Phase ist der Zugang zu KI-Anwendung nicht einzelnen Forschenden vorbehalten, wie es im Zeitalter der Entdeckung der Fall war, sondern einer breiten Masse an Personen und Organisationen. Dadurch können immer mehr Daten durch Deep-Learning-Anwendungen analysiert werden und die Qualität aufgrund der Datendichte gesteigert werden. Hier sind die stetig steigende Rechenleistung und die Ausbildung von Algorithmen-Entwickler*innen zwei Aspekte, die diese Entwicklung befördern (Lee 2019).

1.2 Verortung in der Transformation

Nachhaltigkeit und Digitalisierung zählen zu den großen Megatrends unserer Zeit und können – zusammen gedacht – ökologische, soziale und ökonomische Vorteile für die Gesellschaft und Unternehmen schaffen. Digitalisierung ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Volkswirtschaften, muss allerdings konsequent an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichtet werden. So können ökologische Leitplanken möglichst gewahrt und negative soziale Folgen geringgehalten werden.

Bisher haben Studien, bei der Begleitung der **doppelten Transformation**, sich auf Unternehmen im Allgemeinen oder aber auf Industriebetriebe und die Industrie 4.0 fokussiert. Dieses Desiderat haben die *nachhaltig.digital-Monitore* geschlossen (Quaing/Fink 2021; Rüter/Fink 2020). Die beiden bisher veröffentlichten Studien benennen sehr klar die Hemmnisse in der Umsetzung und die Potenziale, die einer nachhaltigen Digitalisierung durch KMU zugeschrieben werden. Dabei sind es vor allem soziale und ökologische Gründe, die elementar für Unternehmen sind. Doch die genaue Entwicklung zwischen den beiden Erhebungen wurde bisher nicht eingehend betrachtet. Dies soll in diesem Beitrag erfolgen. Zentral ist in diesem Kapitel die Veränderung, die Entscheider*innen in KMU

zu dem Themenspektrum der **doppelten Transformation** wahrnehmen. An dieser Stelle möchten wir an die beiden erschienenen und zukünftig erscheinenden Studien verweisen, wo die Ergebnisse tiefergehend diskutiert wurden und nachvollzogen werden können.

Stichprobenbeschreibung

Die Daten wurden mithilfe von Telefoninterviews (CATI) durch ein unabhängiges Forschungsinstitut erhoben und haben in beiden Kohorten jeweils 500 Entscheider*innen in KMU befragt. Die jeweiligen befragten Personen setzen sich disproportional aus drei Unternehmensgrößen zusammen: Kleinstunternehmen (bis 9 Mitarbeitende), kleine Unternehmen (bis 49 Mitarbeitende) und mittleren Unternehmen (50 bis 499 Mitarbeitenden und bis zu 50 Millionen Euro Jahresumsatz) (Quaing/Fink 2021: 10). Die disproportionalen Gruppierung stellt sicher, dass alle Unternehmensgrößen gleichmäßig repräsentiert sind, was beispielsweise die reale Unterrepräsentation von Kleinstunternehmen in der deutschen Wirtschaft ausgleicht (Statistisches Bundesamt 2022). Die Erhebung weist ein 6-prozentiges Fehlerintervall bei einem Konfidenzniveau von 99 % auf, welches sich in einem 90-%-Konfidenzniveau auf ein 4-prozentiges reduziert. Für die Berechnung wurden rund 2,5 Millionen kleine und mittlere Unternehmen als Basiswert angenommen (Statistisches Bundesamt 2022).

Die Variation zwischen den beiden Kohorten zeigt die Tabelle. Wesentlicher Unterschied zwischen den Erhebungen ist, dass in der zweiten Kohorte etwas stärker Unternehmen mit einem geringeren Umsatz und Betriebe aus dem Osten repräsentiert sind im Vergleich zur Vorherigen.

	Kohorte 2020	Kohorte 2021	Entwicklung von 2020 zu 2021
Kleinstunternehmen (bis 9 Mitarbeitende)	39 %	40 %	+ 1 %
Kleine Unternehmen (bis 49 Mitarbeitende)	39 %	40 %	+ 1 %
Mittlere Unternehmen (49 bis 499 Mitarbeitende)	22 %	20 %	- 2 %
Bis 2 Mio. Euro Jahresumsatz	75 %	84 %	+ 9 %
Bis 10 Mio. Euro Jahresumsatz	14 %	13 %	- 1 %
Bis 50 Mio. Euro Jahresumsatz	12 %	3 %	- 9 %
Süden (BY, BW)	34 %	35 %	+ 1 %
Westen (NW, HE, RP, SL)	42 %	31 %	- 9 %
Norden (NI, SH, HH, HB)	11 %	14 %	+ 3 %
Osten (BB, BE, TH, SN, ST, MV)	12 %	20 %	+ 8 %

Tabelle 1: Vergleich der Kohorten (eigene Darstellung)

Für die Interpretation der Daten ist ein Verständnis für die regionalen Besonderheiten wichtig. Zunächst ist für das Gelingen einer digitalen Transformation ein verfügbarer Breitbandanschluss (> 100 Mbit/s) entscheidend für Unternehmen – es ist das Rückgrat der Digitalisierung. Eine hohe Bandbreite stellt sicher, dass Daten adäquat verarbeitet werden können. Hier zeigen sich in den Regionen deutliche Unterschiede: Während im städtischen Raum eine Verfügbarkeit von 96,4 % vorliegt, ist diese in ländlichen Regionen bei lediglich 68,8 % (BMDV 2021). Gerade in den vergangenen pandemischen Jahren, unter anderem mit der Verlagerung der Arbeit in das häusliche Umfeld, wurde dieses insbesondere auf dem Land zu einer kritischen Größe. Rund jedes zweite Unternehmen sah sich in den vergangenen Jahren mit einem Digitalisierungsdruck konfrontiert (Telekom 2021). Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen wird dies zu einem unternehmerischen Risiko, wenn entsprechende Anschlüsse schlichtweg nicht verfügbar sind. Im Vergleich der beiden Kohorten zeigt sich, dass der Breitbandausbau zwar keine kritischen Einflüsse auf die Innovationskraft als solches hat, jedoch ist es eine grundlegende Barriere, die neben der grundsätzlichen Finanzierung von Transformationsprozessen, Unternehmen vor Herausforderungen stellt. Das Kapitel geht nicht näher auf die letzten beiden Hürden ein, sondern schaut tiefer in die Unternehmen selbst: Welche Barrieren existieren darüber hinaus und was hindert die Betriebe daran, die Digitalisierung konsequent an ökologischen und sozialen Faktoren auszurichten?

1.2.1 Digitalisierungsgrad der Unternehmen

Beide Erhebungen haben zunächst die Selbsteinschätzung zum eigenen **Digitalisierungsgrad** der kleinen und mittleren Unternehmen erfasst: Sehen sie sich selbst als fortschrittlich oder eher rückschrittlich im Vergleich der gesamten Unternehmen. Die Pandemie hat unter anderem dazu geführt, dass kleine und mittlere Unternehmen ihren eigenen **Digitalisierungsgrad** geringer wahrnehmen.

Während in der Kohorte 2020 noch 43 % der befragten Unternehmen sich selbst einen hohen bis sehr hohen **Digitalisierungsgrad** zuschrieben, sind es 2021 nur noch 32 %. Insbesondere Kleinstunternehmen haben sich vor der Pandemie selbst noch den höchsten **Digitalisierungsgrad** attestiert im Vergleich der drei Unternehmensgrößen: 18 % gaben an, einen sehr hohen Grad zu haben, während dies nur 5 % (kleine Unternehmen) und 6 % (mittlere Unternehmen) so sahen (Quaing/Fink 2021).

Diese Verschiebung kann durch zwei Aspekte begründet sein. Zum einen variieren die Stichproben hinsichtlich der regionalen und Branchenverteilung. Sowohl in Branchen als auch in den Regionen können weitere Gründe dazu führen, dass der **Digitalisierungsgrad** unterschiedlich wahrgenommen wird und somit in den Kohorten divergieren. Da der Unterschied mit 11 % signifikant ist, ist ein zweiter möglicher Grund eine Verschiebung des Referenzpunktes, hin zu einem **Neuen Normal** (nach Wood 1918 und Esser 2019). Die Verschiebung bewirkt, dass Unternehmen in der Branche oder in ihrem direkten Umfeld eine Diskrepanz zu dem eigenen Digitalisierungsstatus erleben, und so bewerten Unternehmen ihren zuvor hoch eingeschätzten **Digitalisierungsgrad** nun geringer (Jäger/Dieckmann 2018).

1.2.2 Barrieren bei der Anwendung von digitalen Technologien

Bevor auf die konkret eingesetzten Technologien in KMU eingegangen wird, geht es zunächst darum, was Menschen benötigen, damit digitale Technologien adäquat genutzt werden können.

Schnell offenbaren sich verschiedenste Spannungsfelder im sozialen Kontext, wenn es um die Integrierung digitaler Technologien in den betrieblichen Ablauf geht. Eines dieser Spannungsfelder ist, ob technologische Innovationen dazu genutzt werden, den Gewinn von Unternehmen, oder aber das gesamtgesellschaftliche Wohl zu steigern, beispielsweise im Sinne eines **Zeitwohlstandes** (Rosa et al. 2013). Dieses Spannungsfeld ist kein neues, sondern offenbart sich bereits in der ersten und darauffolgenden Industriellenrevolution (Industrie 1.0, die Einführung der Dampfmaschine). Schon 1867, kurz vor der Einführung der Fließbandarbeit und somit dem Beginn der zweiten Industriellen Revolution, wies Marx in dem ersten Band des Kapitals auf die Möglichkeit hin, dass Technologien dazu genutzt werden sollen, dass es der Allgemeinheit diene und nicht der reinen Kapitalvermehrung (Marx 1867) ². Neben diesem sozialen Spannungsfeld ist ein schnell

auftretendes ökologisches Spannungsfeld der **Rebound-Effekt**. Während auf der einen Seite Ressourcen effizienter genutzt werden können und für die Produktion somit insgesamt weniger Ressourcen (beziehungsweise Rohstoffe) benötigt werden, wird diese Einsparung genutzt, um den Output zu erhöhen.

Wie können aber digitale Technologien eingeführt werden, sodass negative Folgen antizipiert und nach Möglichkeit gemindert werden können? Es gibt grundsätzlich drei Aspekte, die in Transformationsprozessen berücksichtigt werden können und Menschen dabei unterstützen digitale Technologien nutzen zu können und zu wollen. Bitte beachten Sie aber, dass jede Umsetzung immer ein individueller Prozess ist und die folgenden Punkte keine Garanten für ein Gelingen sein müssen.

1. *Kultur des Vertrauens schaffen*

Unternehmen und Arbeitgebende müssen eine Kultur des gegenseitigen Vertrauens schaffen. Dies beinhaltet nicht nur eine offene Kultur, sondern auch ein Management, das vorbildlich vorangeht und der Nutzung neuer Technologien offen gegenübersteht. Mit Vertrauen können unter anderem auch Ängste der Mitarbeitenden vor einem drohenden Arbeitsplatzverlust gemindert werden. Das Management kann außerdem darauf achten, dass in der Kommunikation die übergreifende Strategie berücksichtigt wird, so kann der Sinn der Maßnahmen für die Mitarbeitenden besser erfasst werden, was zusätzlich Vertrauen spendet (Cisco 2018). Es ist außerdem unerlässlich, dass die Umgestaltung von Arbeitsprozessen durch digitale Technologien eine entsprechend hohe interne Priorisierung erhält und alle Mitarbeitenden dadurch die Relevanz erfahren. Insgesamt gaben 44 % der befragten Entscheider*innen im Monitor 2021 an, dass die interne Priorisierung ein Problem bei der Umsetzung sei (Quaing/Fink 2021). Hier kommt die angesprochene Vorbildfunktion des Managements zum Tragen, die unerlässlich ist.

2. *Know-how aufbauen*

Es ist wichtig, dass alle relevanten Personen im Transformationsprozess grundlegend ein Verständnis von der jeweiligen Technologie und ihre Einsatzmöglichkeiten haben. Daher ist wichtig, dass sich Menschen zu den Themen weiterbilden oder weitergebildet werden, insbesondere für den Bereich der Technologiekompetenz (Apt et al. 2016; Cisco 2018). Ein entsprechendes Know-how ist sehr wichtig, damit der Transformationsprozess gestaltet werden kann und der Nutzen der Technologie früh erkannt wird. Gaben doch 57 % der befragten Personen im Monitor 2021 an, dass eben

2 Zur näheren Erläuterung dessen, was Marx damit meint, möchten wir neben dem Kapital Band 1 noch auf das Maschinenfragment (Marx 1983) verweisen. Gut erklärt wird dies unter anderem in dem Podcast Wohlstand für alle Folge 173 (Nymon/Schmidt 2022).

dieses Kosten-Nutzen-Verhältnis für sie unklar sei. Im Jahr vorher benannten nur 44 % dieses Hemmnis (Quaing/Fink 2021; Rüter/Fink 2020). Erst mit dem Wissen um Technologien und deren Potenziale ist es möglich, dass der Nutzen abgeschätzt wird und somit auch Kosten richtig bewertet werden können.

Weiter gaben 55 % (2020: 51 %) der befragten Personen an, dass die Qualifizierung der Mitarbeitenden eine Barriere darstelle. Hier bedarf es nicht nur der Angebote für die Weiterbildungsmaßnahmen, sondern vor allem auch eines Rahmenwerks, das Unternehmen und Akteure dabei unterstützt, diese auch durchzuführen. So führt gerade in vielen kleinen Unternehmen ein Trade-off zu hohen **Opportunitätskosten**, die mit Qualifizierungsarbeiten einhergehen (Quaing 2022). Weder Mitarbeitende noch Unternehmen oder andere Akteure dürfen mit den Herausforderungen der Transformation allein gelassen werden. Hier ist es wichtig, Angebote zu schaffen, die praxisnah das Wissen rund um die digitale Transformation vermitteln (Cisco 2018).

Neben dem Aufbau von Know-how ist es ebenso wichtig, dass vorhandenes Know-how gesichert und weitergegeben wird. Insbesondere ältere Mitarbeitende haben über die langjährige Erfahrung meist viel Prozesswissen aufgebaut, das nicht zwingend in digitalen Abläufen enthalten ist. Unternehmen müssen Angebote schaffen für eben solche Mitarbeitende, die wertschätzend sind und das Expert*innenwissen nicht still verschwindet (Warnhoff/Krzywdzinski 2018).

3. *Ganzheitliches Konzept: Transformation ungleich Projekt*

In betrieblichen Entscheidungsabläufen und Strategiebesprechung hinsichtlich der Nutzung digitaler Technologien stellen wir immer wieder fest, dass die **doppelte Transformation** oft mit einem Projekt gleichgesetzt wird und nicht als tiefgreifende Transformation verstanden wird. Abgesehen davon, dass Technologien in gewissen Zyklen sich einem Update oder Erneuerung unterziehen müssen und damit die Anforderungen an die Nutzenden sich verändern können, ist es einfach fatal, die Veränderungen zu verkennen, die das ganze Unternehmen damit beeinflussen können. Im Monitor benannten 43 %, dass ein fehlendes ganzheitliches Konzept eine Barriere darstelle (Quaing/Fink 2021).

1.2.3 Potenziale digitaler Technologien

Insgesamt sehen 70 % der kleinen und mittleren Unternehmen keine Hemmnisse für die Umsetzung nachhaltiger Aspekte. In der Kohorte des Monitors 2021 sahen vor allem mittlere Unternehmen die meisten Hemmnisse, hier gaben nur 54 % der befragten Personen an, dass sie keine Umsetzungsschwierigkeiten haben (Quaing/Fink 2021). Besonders Branchen,

deren Produktionsprozesse mit hohen Umweltbelastungen und einer sich verstärkenden (Primär-)Ressourcenknappheit verbunden sind, sehen hier die größten Probleme. Hierzu zählen beispielsweise Unternehmen des Fahrzeugbaus, der Landwirtschaft oder der Chemie- und Pharmaindustrien (Heyen 2021).

Während mittlere Unternehmen die größten Hemmnisse sehen, ist es zeitgleich diese Unternehmensgröße, die den digitalen Technologien die größten Chancen für ein Mehr an Nachhaltigkeit zusprechen – 76 %. In der gesamten KMU-Landschaft sehen knapp über die Hälfte (53 %) der Unternehmen eine Chance darin, dass digitale Technologien einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten können (Quaing/Fink 2021). Dies deckt sich auch mit anderen Studien, die vergleichbare Ergebnisse liefern (TCS 2021). Eine Bitkom-Studie (2021) hat den Effekt der Digitalisierung auf ein mögliches Netto-Einsparungspotenzial von 49 % CO₂e gegenüber dem aktuellen Wert taxiert. Insbesondere in der industriellen Fertigung, der Mobilität und dem Gebäudesektor sind die Potenziale groß (Bitkom 2021). Neben den Unternehmen haben aber auch Kommunen und Bundesländer die Möglichkeit, digitale Technologien zur Dekarbonisierung zu nutzen. Eine Studie im Auftrag des Landes Hessen hat ermittelt, dass den steigenden Emissionen (CO₂e) von Rechenzentren, die das Rückgrat der Digitalisierung sind, begegnet werden muss. Hier kann die politische Seite enormen Einfluss nehmen, beispielsweise durch die gezielte Förderung von **grünen Rechenzentren**. Mithilfe verschiedener Maßnahmen können rund 13 Millionen Tonnen CO₂e pro Jahr eingespart werden (Hintemann et al. 2021).

Dass so viele Potentiale den Technologien zugesprochen werden, ist positiv und spiegelt auch einen gewissen Optimismus wider. Es ist aber wichtig, etwaige Risiken eben dieser Technologien frühzeitig zu erkennen. Nur insgesamt 9 % aller befragten Entscheider*innen sehen ein solches Risiko. Dies kann schwerwiegende Folgen haben – sowohl ökologisch, sozial als auch ökonomisch. In der voranschreitenden Klimakrise (IPCC 2022) wird immer wieder darauf hingewiesen, dass die Digitalisierung nicht zu einem Brandbeschleuniger der Klimakrise werden darf (WBGU 2019). Es ist wichtig, die digitale Transformation mit Augenmaß zu gestalten. Das bedeutet konkret, im Vorfeld Überlegungen anzustellen, beispielsweise dazu, welche Daten benötigt werden oder welche Leistung die Technologie erbringen soll. Solche Fragen sind relevant, um daraufhin eine Entscheidung zu treffen, welche Technologie eingesetzt wird. Zum Teil gibt es Regularien, die zwar sozial und ökologisch positive Auswirkungen hätten, deren Einhaltung aber (noch) schwer zu prüfen ist. Hier kann als Beispiel die Vorgabe zum Datenminimalismus in der DSGVO genannt werden, die dafür sorgen soll, dass wirklich nur die wirklich benötigten Daten gesammelt werden (DSGVO Art. 5, Abs. 1c).

Die Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierung stellt Unternehmen jeder Größe vor Herausforderungen. Wobei wieder einmal fehlendes Know-how mit 62 % als eine der größten Hürden benannt wird (Quaing/Fink 2021). Dies betrifft aber nicht nur KMU, sondern

auch in der gesamten Unternehmenslandschaft geben über 55 % an, dass ihnen nötiges Know-how fehle, um Technologien dazu einzusetzen, die Nachhaltigkeitsziele (SDG) zu erreichen (TCS 2021). Daneben wünschen sich die Unternehmen vor allem Anregung durch Praxisbeispiele (63 %), Inspiration (56 %), Vernetzung und Austausch mit anderen Akteuren (55 %). Vor allem Kleinstunternehmen haben den stärksten Wunsch nach Praxisbeispielen, da so die Anwendung direkt klarer wird (Quaing/Fink 2021). Damit die Potenziale bestmöglich ausgeschöpft werden, sollten Akteure wie die Politik oder Wirtschaft(-sförderungen) die Instrumente und Maßnahmen darauf ausrichten, dass Qualifizierungsmaßnahmen, Kollaborationen und Finanzierungshilfen gegeben sind beziehungsweise angeregt werden (Heimes et al. 2020). Gerade die Innovationsförderung kann konsequenter als bisher an Klima- und Umweltkriterien ausgerichtet werden (Heyen 2021).

1.2.4 Operationalisierung einer nachhaltigen Digitalisierung

Von der Absichtsbekundung der Geschäftsführung wird eine nachhaltige Digitalisierung in Unternehmen nicht automatisch Realität. Die Monitore 2020 und 2021 haben daher genauer auf die Operationalisierung der **doppelten Transformation** in den Betrieben geschaut.

Insgesamt gaben 56 % der befragten Entscheider*innen an, dass sie die Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung behandeln. 44 % davon denken die Themen zusammen und verankern sie in der Unternehmensstruktur. Der Monitor 2021 zeigt, dass im Vergleich zur vorherigen Kohorte eine integrierte Verortung beider Themen im Unternehmen allerdings abgenommen hat (Kleinstunternehmen: -7 %, mittlere: -8 % zu 2020). Ein Grund dafür kann die unterschiedliche Zusammensetzung der Kohorten sein ³. Einzig in kleinen Unternehmen (+7 % zu 2020) nahm diese zu (Quaing/Fink 2021).

Während im Mittel 34 % der KMU ihre digitale Infrastruktur unter sozialen und ökologischen Aspekten gestalten, sind es vor allem mittlere Unternehmen, die hier mit 54 % deutlich herausragen. Eben diese mittleren Betriebe sind tendenziell mit besseren Ressourcen ausgestattet, um sich intensiver mit einer nachhaltigen Digitalisierung auseinanderzusetzen als kleinere Unternehmen.

Diese Differenz zeigt sich auch in den Daten: Wie im vorangegangenen Unterkapitel erwähnt, wünschen sich vor allem kleine Unternehmen Inspiration. Mittlere Unternehmen sehen hingegen die stärksten Potenziale darin, digitale Tools für die Nachhaltigkeit einzusetzen – nämlich 76 %. Im Gegensatz dazu sehen nur 57 % (kleine) beziehungsweise 51 % (kleinste) der Unternehmen entsprechende Chancen. Mittlere Unternehmen sind somit einen Schritt weiter und können zielgerichteter Technologien einsetzen, wobei der konkrete Einsatz dieser über alle Unternehmensgrößen hinweg bei

³ Hierfür möchten wir auf die Monitore verweisen, in deren Stichprobenbeschreibung dies genauer erläutert wird.

durchschnittlich 35 % liegt. Das heißt, bei Unternehmen mit über 50 Mitarbeitenden ist die Diskrepanz zwischen Wissen und tatsächlichem Handeln am größten. Um die Nachhaltigkeitspotenziale der Digitalisierung zu erschließen, gilt es diese Lücke zu schließen – wofür es gezielte Unterstützungsangebote für den Mittelstand und entsprechende Anwendungsbeispiele braucht (Quaing 2023; Quaing/Fink 2021).

Einsatz von Schlüsseltechnologien

Vor allem Großunternehmen (mehr als 500 Mitarbeitende) nehmen die Spitzenpositionen beim Einsatz von digitalen Technologien ein, was unter anderem mit einer besseren Ausstattung mit personellen und finanziellen Ressourcen im Vergleich zu den KMU zu erklären ist (TCS 2021). Einer Studie der Vereinten Nationen nach wird der Markt für Schlüsseltechnologien bis 2025 auf 3,2 Milliarden Dollar anwachsen. Darin sind Technologien wie KI, Cloud Computing, Big Data, Blockchain, 3D-Druck und Robotik enthalten (UNCTAD 2021).

Es sind auch gerade diese Technologien, in denen die Kluft zwischen Großunternehmen und KMU am größten wird. Während 94 % aller Großunternehmen Cloud Computing nutzen, sind es dagegen nur 46 % der KMU. Die Tabelle zeigt deutlich, wie groß die Unterschiede bei den Schlüsseltechnologien sind (Quaing/Fink 2021; TCS 2021). Es sind für die KMU die Werte der Kohorten 2020 und 2021 separat ausgewiesen, sodass hier die Entwicklung beziehungsweise auch Unterschiede der Stichprobenzusammensetzung transparent aufgezeigt werden.

Technologie	KMU (2020)	KMU (2021)	Großunternehmen
Big Data	15 %	9 %	76 %
3D-Druck	10 %	10 %	29 %
Robotik	6 %	6 %	24 %
AR/VR	14 %	15 %	30 %
Blockchain	8 %	3 %	21 %
Künstliche Intelligenz	-	6 %	21 %

Tabelle 2: Vergleich Schlüsseltechnologien, eigene Darstellung (Quaing/Fink 2021; TCS 2021)

Diese Differenz zwischen den Unternehmen gilt es in den nächsten Jahren genauer zu beobachten. Die Frage, die sich für den KMU-Bereich stellt, ist, ob es eher ein branchenspezifisches Phänomen ist, das sich durch die Branchenverteilung der befragten Unternehmen ergibt, oder kann es zu einem Problem für den gesamten Mittelstand heranwachsen? Klar ist: Verringert sich der Einsatz von Technologien, besteht nicht nur die Gefahr, sich in Abhängigkeiten von anderen Anbietenden oder Monopolstrukturen wie Plattformanbietern zu begeben, sondern auch auf Dauer abgehängt zu werden. Mittelständische Unternehmen vertun eine Chance, sich hier als (Hidden) Champions hervorzutun (Quaing/Fink 2021).

1.2.5 Spannungsfelder in Unternehmen

Abschließend möchten wir den Blick auf weitere Spannungsfelder der **doppelten Transformation** in Unternehmen hinweisen. Der Status-quo der Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit, mit allen Potenzialen und Barrieren, wurde in den vorangegangenen Unterkapitel dargestellt. Nun werden noch Trade-offs aufgezeigt, die schnell vergessen werden und denen beispielsweise durch regulatorische Vorgaben entgegengewirkt werden kann. Die Darstellung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, es sind lediglich einzelne Facetten, die uns im Arbeitsalltag immer wieder als Problem begegnen.

Eins dieser Spannungsfelder ist die Kompatibilität einzelner Lösungen. Aktuell wurden noch keine einheitlichen Standards bei der Verwendung der Technologien definiert. Das heißt, dass zum Beispiel System A nicht mit System B kompatibel ist; ein Unternehmen muss folglich alle Produkte vom Hersteller des Systems A beziehen. Das erhöht für Unternehmen die Gefahr, sich langfristig in Abhängigkeiten zu Systembetreibern zu geben. Hier ist es notwendig, bereits im Designprozess der Systeme offene Standards zu definieren. Außerdem sieht der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WGBU) in den digitalen Technologien zwar eine Chance, dass ein verändertes Wirtschaften unter Achtung der planetaren Leitplanken ermöglicht wird, weist aber gleichzeitig auf die Gefahr von **Rebound-Effekten** hin (WGBU 2019).

Ein weiteres Spannungsfeld sind **Opportunitätskosten**. Wie in Kapitel 1.2.2 schon kurz erwähnt, stehen gerade kleine Unternehmen oft vor der Entscheidung, ob Mitarbeitende einen erlösbringenden Auftrag ausführen oder aber Geld für die Fortbildung von Mitarbeitenden ausgegeben wird, damit neue Technologien genutzt werden. Neben dem Know-how ist auch ein Problem, dass für Unternehmen das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht immer klar ist.

In einer Welt, die von Nachhaltigkeit und Digitalisierung gleichermaßen geprägt wird, stehen wir vor einer doppelten Transformation. Dabei eröffnet das Verschmelzen von Nachhaltigkeit und Digitalisierung völlig neue Horizonte für Gesellschaft und Wirtschaft. Innovatives Handeln für eine gemeinsame Zukunft ist dabei die zentrale Aufgabe.

Dieses Buch ist Ihr Wegweiser in dieses faszinierende Themenfeld – von den Grundlagen bis zur praktischen Anwendung entscheidender Technologien und Konzepte. Hier werden verschiedene digitale Technologien vorgestellt, begleitet von inspirierenden Good-Practice-Beispielen. Sie zeigen, wie Unternehmen heute schon Pionierarbeit für eine grünere Zukunft leisten.

Denn in einer Welt, in der das Bewusstsein für Umwelt und soziale Verantwortung stetig wächst, sind Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung keine bloßen Schlagworte mehr. Sie sind zu entscheidenden Wettbewerbsfaktoren geworden.

