




Titel: Nachhaltige IT und ihr Potenzial für die Gestaltung der Arbeitswelt

Josephine Hofmann · Claudia Ricci 

Eingegangen: 19. April 2023 / Angenommen: 14. Juni 2023 / Online publiziert: 31. Juli 2023
© Der/die Autor(en) 2023

Zusammenfassung Nachhaltigkeit und Digitalisierung sind zwei der größten Herausforderungen, mit denen Gesellschaft, Politik und Industrie heute schon und in den nächsten Jahren verstärkt konfrontiert sein werden. Die Krisen der letzten wenigen Jahre, insbesondere die Corona-, die Ukraine- und die Energiekrise, haben dies sehr plastisch vor Augen geführt. Der vorliegende Beitrag skizziert die wesentlichen Begrifflichkeiten, Rahmenbedingungen und stellt das Junktim von Digitalisierung und Nachhaltigkeit in Form der „Doppelten Transformation“ auf Basis einer Metaanalyse vor. Schwerpunktmäßige Betrachtung unseres Beitrages ist das Potenzial der doppelten Transformation für die Gestaltung einer hybriden Arbeitswelt.

Dabei werden zwei Perspektiven auf das Zusammenspiel von Digitalisierung und Nachhaltigkeit dargestellt: Einerseits wird die Rolle der Digitalisierung als Enabler einer nachhaltigen Entwicklung beleuchtet, insbesondere mit Blick auf die Umsetzung digitaler Lösungen für eine nachhaltigere Arbeitswelt; im Kern Effekte von Homeoffice, Videokonferenzen und Stimulationsansätzen zur Förderung nachhaltigkeitsorientierten Arbeitsverhaltens. Andererseits zeigen wir in unserem Beitrag Ansätze und Beispiele aus der Literatur und aus der Praxis, wie IT sozial- und umweltgerecht gestaltet werden kann.

Schlüsselwörter Nachhaltigkeit · Digitalisierung · Doppelte Transformation · Hybride Arbeitswelt

Josephine Hofmann · ✉ Claudia Ricci
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart, Deutschland
E-Mail: claudia.ricci@iao.fraunhofer.de

Sustainable IT and its Potential for Shaping the Work Environment

Abstract Sustainability and Digitalization are two of the greatest challenges that society, politics and the industry are currently facing and will be increasingly confronted with in the coming years. The crises of the last few years, especially the corona-, the Ukraine- and the energy crisis, have demonstrated this very vividly. This article outlines the essential terminology as well as the framework for the combination of digitalization and sustainability in the form of a “twin transformation” based on a meta-analysis. The main focus of our contribution is the potential of the twin transformation in designing hybrid working environments.

Two perspectives on the interplay between digitalization and sustainability are presented: On the one hand, we examine the role of digitalization as an enabler of sustainable development, particularly with regard to the implementation of digital solutions for a more sustainable working environment; in essence, the effects of working from home, video conferencing and nudging to promote sustainability-oriented working behavior. On the other hand, in our contribution we show approaches and examples from the literature and from the practice of how IT can be designed in a socially and environmentally responsible way.

Keywords Sustainability · Digitalization · Twin Transformation · Hybrid working environment

1 Nachhaltige IT – Problemaufriss

Nachhaltige Entwicklung und Digitalisierung sind zwei der größten Herausforderungen, mit denen Gesellschaft, Politik und Industrie heute schon und in den nächsten Jahren verstärkt konfrontiert sein werden. Diese zwei Entwicklungstrends laufen zwar parallel, haben aber viele Anknüpfungspunkte zueinander und werden zum Teil auch als widersprüchliche Entwicklungen wahrgenommen (Schmalzried und Ritzrau 2022; Barth et al. 2023).

Digitalisierung braucht Strom, und die fortschreitende Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft induziert im Zweifel erst einmal wachsenden Strombedarf. Streaming-Dienste, Rechenzentren und Kryptowährungen: allen diesen Technologien wurde ein enormer Energiehunger in der prozessualen Umsetzung konstatiert (Lange et al. 2020; Schmalzried und Ritzrau 2022). In der allerjüngsten Vergangenheit wird über den immensen Rechner- und damit verbundenen Ressourceneinsatz von KI-Systemen wie Chat GPT berichtet. Andererseits kann IT in vielen Bereichen auch zu einem rationelleren und ressourcensparenden Umgang z. B. mit der Ressource Wasser oder Düngung z. B. in der Landwirtschaft führen; oder zu einer reduzierten Pendler- und Geschäftsreisemobilität im Arbeitsalltag. Auf der anderen Seite steht der enorme Verbrauch an seltenen Erden, der z. B. für Chip oder Akku-Produktion erforderlich ist, und die zweifelhaften Methoden für deren Entsorgung bzw. Recycling (Rohde et al. 2021). Auch der Umgang mit Datenschutz und Datensicherheit sind weitere der kritischen Aspekte, die in der Gestaltung einer ökologisch und sozial nachhaltige Digitalisierung zu berücksichtigen sind.

Experten zufolge wird der Energie- und Ressourcenbedarf der IT-Branche trotz Effizienzfortschritten in den nächsten Jahren steigen: verantwortlich dafür sind die steigende Anzahl der IT-Geräte, der Ausbau von Netzen und Rechenzentren sowie die immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen. Der kombinierte Effekt aus Digitalisierung und Effizienzsteigerung ist schwierig vorherzusagen, da mehrere Faktoren und gegenseitige Entwicklungen eine Rolle spielen. Man spricht von sogenannten Rebound-Effekten: genauso wie größere, mehrspurige Straßen oft zu mehr anstatt zu weniger Verkehr in die Städte führen, kann die Nutzungsintensität von Geräten und Netzen als Folge einer höheren Effizienz steigen, was eine Nullbilanz im Sinne einer Energieeinsparung ergibt (Windeck und Wölbest 2020).

Der vorliegende Beitrag stellt das Zusammenspiel von IT und Nachhaltigkeit im Überblick dar. Hierfür wird zuerst die Entwicklung und das heutige Verständnis des Begriffs Nachhaltigkeit dargestellt, gefolgt von einer Übersicht der Standards und Vorgehensweise zur Bilanzierung der Nachhaltigkeitsleistung. Darauf folgt ein Exkurs zur aktuellen Diskussion um die sogenannte „doppelte Transformation“, den Ansatz, der Digitalisierung und Nachhaltigkeit als synergetische Gestaltungsansätze beschreibt. Dieses im englischen als „twin transformation“ bezeichnetes Konzept, die auch stark durch den europäischen „Green Deal“ befeuert wird, kommt derzeit in den wissenschaftlichen Studien an, befindet sich aber erst in den Anfängen gesicherter empirischer Evidenz. Danach folgt die Darstellung einzelner beispielhafter Wirkungen von IT als Enabler einer nachhaltigen Entwicklung mit einem besonderen Fokus auf mögliche Einsatzbereiche rund um die Arbeitswelt. Der Beitrag schließt mit einer Betrachtung dazu, welche Herausforderungen und Fragen in Bezug auf eine nachhaltige Gestaltung der IT-Infrastruktur noch offen sind.

Der Beitrag stellt insgesamt eine Aktualisierung des im HMD-Heft erschienenen Artikels „IT und Digitalisierung“ aus dem Jahr 2020 dar und verarbeitet bestmöglich neueste Erkenntnisse im Überlappungsbereich von IT und Nachhaltigkeit.

2 Nachhaltigkeit: Definition und Bilanzierung

2.1 Definition und Modelle der Nachhaltigkeit

Das Nachhaltigkeitsprinzip wurde vor mehr als drei von dem Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz (1645–1714) als Lösung für die damals in Europa herrschende „Holznot“ erfunden. Die allererste Definition von Nachhaltigkeit lautete: „In einem Wald soll nur so viel abgeholzt werden, wie der Wald in absehbarer Zeit auf natürliche Weise regenerieren kann“ (von Carlowitz 1713).

Das Verständnis von Nachhaltigkeit hat sich seitdem kontinuierlich erweitert und weiterentwickelt (Grunwald und Kopfmüller 2022; Caradonna 2014; Todorov und Marinova 2011). Im Jahr 1972 haben Meadows et al. ihre Leitidee der Nachhaltigkeit im Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ formuliert (Meadows et al. 1982). Die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung hat im Jahr 1987 die nachhaltige Entwicklung als eine Entwicklung definiert, die „den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden,

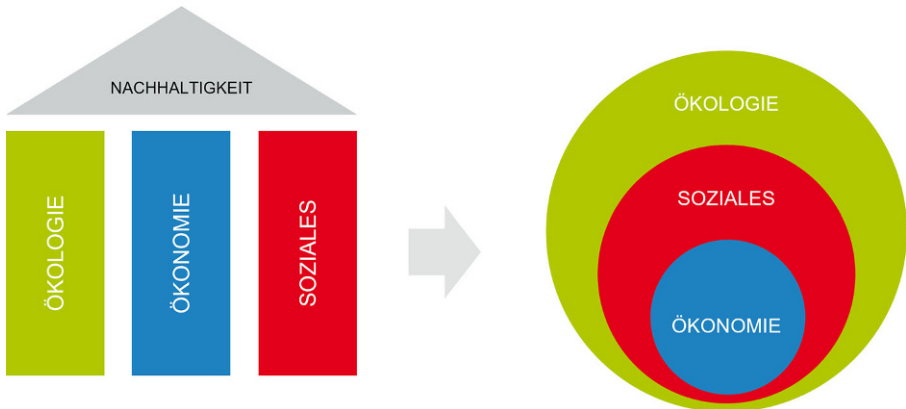


Abb. 1 „Drei-Säulen-Modell“ und „Drei-Kreise-Modells“. (Eigene Darstellung angelehnt an Enquete-Kommission (1998) und Senge et al. (2010))

ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Brundtland, 1987).

Das weitverbreitete Nachhaltigkeitsmodell, das unter dem Namen „Drei-Säulen-Modell“ (Ökologie, Ökonomie und Soziales) bekannt ist und von der Enquete-Kommission im Jahr 1998 (Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestags 1998) entwickelt wurde, ist zwar noch aktuell, wird jedoch zunehmend in der Ausprägung eines „Drei-Kreise-Modells“ verstanden (Abb. 1) und eingesetzt, um zu signalisieren, dass die drei Nachhaltigkeitsbereiche nicht nur gleich wichtig sind, sondern in einer gegenseitigen Wechselwirkung stehen, wobei ein zukunftsfähiges und langfristig erfolgreiches Wirtschaftssystem (ökonomische Nachhaltigkeit) nur innerhalb einer sozialgerechten Gesellschaft möglich ist (soziale Nachhaltigkeit), die wiederum für ihre Existenz, ökologisch gesunde Ökosysteme braucht (ökologische Nachhaltigkeit) (Senge et al. 2010).

Angesichts der globalen ökologischen und sozialen Herausforderungen, mit denen unsere Gesellschaft konfrontiert ist, u. a. der Klimawandel, aber auch die Bedrohung der Biosphäre, die Versauerung der Ozeane, der Wandel in der Landnutzung, sowie die soziale Ungleichheit, haben die Vereinten Nationen im Jahr 2015 17 Nachhaltigkeitsziele definiert (Sustainable Development Goals oder „SDGs“), die das moderne Verständnis von Nachhaltigkeit erweitern und prägen. Die 17 Ziele, auch bekannt unter dem Namen Agenda 2030, richten sich an die Politik, die Zivilgesellschaft, die Wissenschaft, aber auch an Unternehmen und zeigen sowohl übergreifende Stoßrichtungen als auch konkrete Ziele und Maßnahmen, um unsere Gesellschaft und Wirtschaft ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltig zu gestalten (Mio et al. 2020).

Weitere gängige Modelle rund um das Nachhaltigkeitskonzept sind die bereits länger verwendeten Begrifflichkeiten CSR, die für Corporate Social Responsibility steht und die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen im Sinne eines nachhaltigen Wirtschaftens beschreibt, sowie ESG, wobei die drei Buchstaben drei nachhaltigkeitsbezogene Verantwortungsbereiche von Unternehmen beschreiben und für

Environment, Social und Governance stehen (Park et al. 2023). Letztlich geht es um den Gleichklang wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Ziele und Interessen, die einerseits miteinander konkurrieren, andererseits in ihrem synergetischen Wechselspiel betrachtet werden können.

2.2 Nachhaltigkeitsbilanzierung und -berichterstattung

Für die Bilanzierung und Berichterstattung der betrieblichen Nachhaltigkeitsleistung existieren mittlerweile mehrere Richtlinien und Standards, u. a. die Global Reporting Initiative (GRI), das UN Global Compact, die Gemeinwohlökonomie, das Umweltmanagementsystem EMAS sowie die ISO-Normen 14001 und 26000. Reportingvorgaben und -methoden haben eine kaum zu unterschätzende Bedeutung, da sie z. B. unternehmerisches Handeln auf vergleichbare Art und Weise darstellen, die erzielten Erfolge besser einschätzbar machen und damit nicht zuletzt auch für Metaziele wie Arbeitgeberattraktivität oder Kreditwürdigkeit stehen bzw. diese messbar und damit kommunizierbar machen.

International am meisten verbreitet und anerkannt sind die GRI-Richtlinien zur Nachhaltigkeitsberichterstattung. Diese beinhalten eine Liste quantitativer und qualitativer Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators – KPIs) aus den Bereichen ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Verantwortung, die die Unternehmen nutzen können, um z. B. in einem Nachhaltigkeitsbericht über Nachhaltigkeitsziele und Maßnahmen zu berichten und diese gleichzeitig über längere Zeiträume hinweg zu verfolgen. Der GRI-Leitfaden beschreibt darüber hinaus einige Prozesse und Strukturen zur Verankerung der Nachhaltigkeit im Unternehmen, wie z. B. die Wesentlichkeitsanalyse, ein Instrument zur Stakeholdereinbeziehung und Maßnahmenpriorisierung (Global Reporting Initiative 2023).

Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (DNK) ist u. a. an diesen GRI-Richtlinien angelehnt und bietet dank seiner einfachen Anwendbarkeit vor allem für klein- und mittelständische Unternehmen einen guten Einstieg in die Nachhaltigkeitsberichterstattung.

Für die konkrete Bilanzierung von Treibhausgasemissionen können sich Unternehmen an dem Greenhouse Gas Protocol und der ISO-Norm 14064 orientieren.

Neben Richtlinien und Standards für die freiwillige Bilanzierung und Berichterstattung sind zurzeit vor allem auf EU-Ebene auch regulative Entwicklungen zu beobachten, von denen ein relevanter Anteil der deutschen Unternehmen bereits heute bzw. in der nächsten Zukunft betroffen sein werden.

Denn mit dem European Green Deal will Europa die Weichen setzen, um das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Zur Zielerreichung sollen verschiedene politische Instrumente beitragen, u. a. die EU-Taxonomie, die Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR) und die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD).

Die EU-Taxonomie ist ein Klassifizierungsinstrument, das Kriterien beinhaltet, um bestimmte Geschäftstätigkeiten von einer Nachhaltigkeitsperspektive zu bewerten. Anhand dieses Regelwerks sollen Investoren einschätzen können, inwieweit Unternehmen, die für eine Investition in Frage kommen, einen positiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten (Kamprath 2022).

Die SFDR verpflichtet Finanzunternehmen zu einer transparenten Berichterstattung darüber, inwiefern sie Nachhaltigkeitsfaktoren in den Entscheidungsprozess für ihre Finanzprodukte mitberücksichtigen und welche Auswirkungen ihre Finanzprodukte auf eine nachhaltige Entwicklung haben (Edinger-Schons et al. 2023; FFE 2023).

Die CSRD sieht vor, dass Unternehmen ihre Nachhaltigkeitsleistung in ihrer Geschäftsberichterstattung integral behandeln. Damit wird der Nachhaltigkeitsbericht prüfpflichtig. Zunächst sollen die Nachhaltigkeitsinformationen mit begrenzter Sicherheit (limited assurance) geprüft werden. Die Richtlinie trat am 5. Januar 2023 auf EU-Ebene in Kraft und muss innerhalb von 18 Monaten in allen EU-Mitgliedsstaaten in nationales Recht überführt werden. Davon betroffen sind alle an der Börse gelistete Unternehmen sowie Unternehmen, die mind. zwei der drei folgenden Merkmale erfüllen: (1) mehr als 250 Mitarbeiter*innen, (2) mehr als 20 Mio. € Bilanzsumme, (3) mehr als 40 Mio. € Umsatz (Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex 2023).

3 Kopplung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Doppelte Transformation als vielversprechender Ansatz

3.1 Grundidee

Relativ neu ist die begriffliche und konzeptionelle Kopplung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit im Begriff der „doppelten Transformation“ bzw. der „twin transformation“. Sie geht von einer grundsätzlich zielkongruenten Wirkung von Digitalisierung und Nachhaltigkeitsanstrengungen aus (Gomez-Trujillo und Gonzalez-Perez 2021; Ortega-Gras et al. 2021). Digitalisierung wird dabei konzeptionell als Mittel zum Zweck interpretiert, als Enabler, um eine umfassende und schnellere Ausrichtung aller Lebensbereiche am Ziel der Nachhaltigkeit zu ermöglichen.

Eine Forschungsstudie des Fraunhofer IAO im Auftrag der Bertelsmann-Stiftung hat untersucht, inwieweit diese doppelte Transformation bereits in der wissenschaftlichen Literatur aufgenommen und aufbereitet wird und ob dort auch der Frage nachgegangen wird, ob durch die zunehmende Verbreitung moderner Organisationskonzepte diese synergetische Kopplung verstärkt wird, inwiefern die Digitalisierung z. B. flexiblere und nachhaltigere Arbeitsprozesse unterstützt und damit auch eine Stärkung des nachhaltigkeitsbezogenen Mindsets von Mitarbeitenden und Führungskräften mit sich bringt; oder inwieweit eine partizipationsorientierte Kultur nachhaltige Verhaltensformen fördert und dazu beiträgt, Nachhaltigkeit konsistenter in Unternehmensstrategien, Produktausrichtungen und organisatorischen Vorgaben umzusetzen. Dazu gehört auch die Annahme, dass im Rahmen der Suche gerade junge Mitarbeitende nach „Purpose“ und erfüllenden Aufgaben im Berufsalltag suchen, diese Themen von ihnen als wichtig erachtet werden und damit auch zu einem Kriterium für Arbeitgeberattraktivität werden. Dies wiederum könnte in einem Arbeitnehmermarkt mit wachsendem Fachkräftemangel den Anreiz für Unternehmen bestärken, diese Fragestellungen wirklich grundständiger und im besten Sinne nachhaltiger anzugehen (Hofmann et al. 2023).

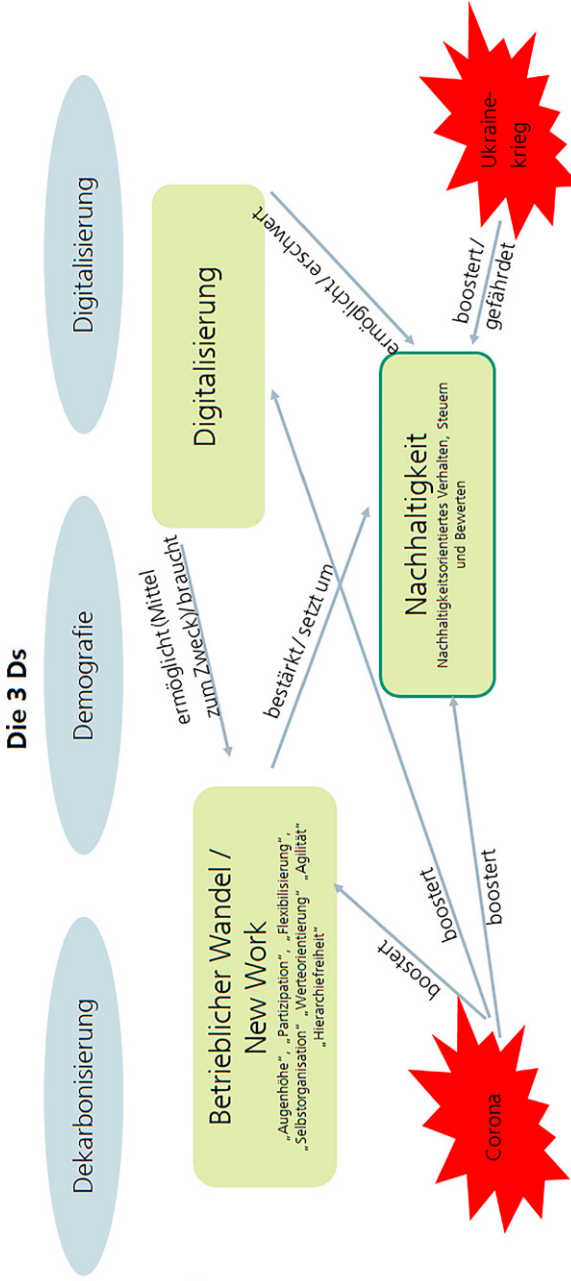


Abb. 2 Potenzielle Wirkbeziehungen zwischen Digitalisierung, Nachhaltigkeit und betrieblichem Wandel (Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an Hofmann et al. (2023))

Damit werden in dieser Synopse drei Betrachtungsobjekte in ihrer potenziellen Beziehung untereinander untersucht. Abb. 2 zeigt die skizzierten möglichen Wirkbeziehungen.

3.1.1 Quellen der Metastudie: Studien, Blogbeiträge und Podcastfolgen

Zu den drei Hauptquellenarten gehörten neben wissenschaftlichen Studien, auch Blogs und Podcast. Das Thema ist sehr aktuell und hat besonders in den letzten beiden Jahren, gerade während der Corona-Pandemie, immer mehr an Aufmerksamkeit gewonnen. Aus diesem Grund wurden für diese Metastudie als weitere Quellen Blogs und Podcasts gewählt, da diese näher am aktuellen Tagesgeschehen anknüpfen und meist noch am selben Tag veröffentlicht werden können, wohingegen Studien bis zu deren Veröffentlichung meist länger zurückliegen. Die drei Quellenarten wurden also bewusst gewählt, um die Aktualität und die Bandbreite des Themas aufzuzeigen und zudem auch Quellen zu nutzen, die in der Perzeption gerade der jüngeren Generationen auch eine wachsende Bedeutung haben.

3.1.2 Umsetzungsstand der doppelten Transformation auf Basis einer wissenschaftlichen Metastudie

Obwohl das Thema Doppelte Transformation ein sehr aktuelles ist und somit ein langwieriger Veröffentlichungsprozess eine limitierte Anzahl an öffentlich zugänglichen Studien erwarten lässt, konnte bei den Veröffentlichungen der letzten Jahre eine zunehmende Dynamik für das Thema entdeckt werden.

Der WBGU-Bericht „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ aus dem Jahr 2019 veranschaulicht zum Beispiel anhand ausgewählter Beispiele Stand, Perspektiven und Herausforderungen der Digitalisierung im Dienst der Nachhaltigkeitstransfor-

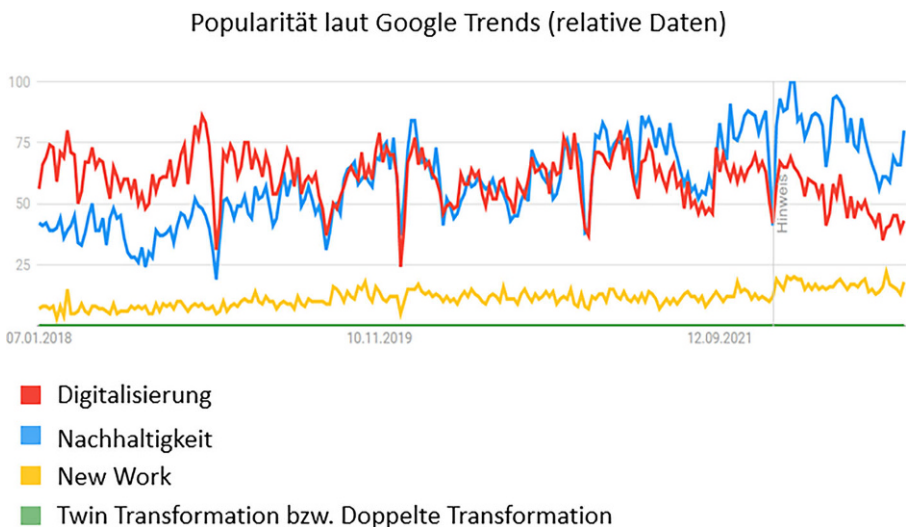


Abb. 3 Dynamik der Themen über Google. (Quelle: Google Trends zitiert in Hofmann et al. 2023)

mation in einer Reihe verschiedener Lebens- und Wirtschaftsbereiche, z. B. in der Landwirtschaft, in der Bildung, in der Stadtgestaltung, in der Industrie und im Handel (Messner et al. 2019).

Laut Google Scholar nahm die Anzahl an Veröffentlichungen zum Zusammenspiel von Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Zeitraum der letzten fünf Jahre stetig zu. Auffallend dabei ist, dass viele Studien in den letzten zwei Jahren, welche vorwiegend von der Corona-Pandemie geprägt wurden, veröffentlicht wurden. Im Veröffentlichungszeitraum 2017 bis 2022 ist via Google Scholar zu Doppelte Transformation ungefähr 111 Ergebnisse zu finden. Allein 56 hiervon wurden im Zeitraum 2020 bis 2022 veröffentlicht.

Quantitative Daten zu der Popularität der oben aufgelisteten Themenbegriffe konnten auch über Google Trends ausgemacht werden (vgl. Abb. 3). Digitalisierung und Nachhaltigkeit werden getrennt deutlich häufiger gesucht wie die übrigen Themenbegriffe. Während die Begriffe „Digitalisierung“ und „Nachhaltigkeit“ bereits in den letzten Jahren große Popularität erlangten und sich in der höchsten Popularität zeitweise abgewechselt haben, spielt „New Work“ eine klar untergeordnete Rolle. „Twin Transition“ bzw. „Doppelte Transformation“ ist in dieser Vergleichsdarstellung gar nicht erst existent.

Thematische Überschneidungen konnten hauptsächlich bei Nachhaltigkeit und Digitalisierung entdeckt werden. Allerdings ist dabei zu beachten, dass hierbei beide Themen meist nur parallel betrachtet werden. Diese Veröffentlichungen umfassen zudem meist die augenscheinlich zuerst erkennbaren Überschneidungen der beiden Großthemen wie Energieeffizienz durch Digitalisierung oder Industrie 4.0. Pandemiebedingt konnten auch viele Überschneidungen zu New Work und Digitalisierung gefunden werden, welche vielfach auf mobile Arbeitsformen wie Homeoffice zurückzuführen sind. Im Gegensatz dazu wird New Work nur in geringem Umfang im direkten Konnex mit Nachhaltigkeit behandelt. Das Zusammenspiel von allen drei Großthemen findet einen geringen Platz in den Veröffentlichungen der Untersuchung.

3.2 Wechselwirkungen von Digitalisierung, Nachhaltigkeit und betrieblichem Wandel in der aktuellen Diskussion

Der Dreiklang von Digitalisierung, Nachhaltigkeit und betrieblichem Wandel ist als belastbarer Wirkungszusammenhang also noch wenig in wissenschaftlichen Studien erforscht. Dennoch deuten genannte positiv begleitende Rahmenbedingungen insbesondere in Form unternehmenskultureller Rahmenbedingungen darauf hin, dass eine moderne Unternehmenskultur im Sinne partizipativer und transparenzbezogener Elemente Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der Umsetzung zumindest erleichtert.

Die doppelte Transformation als Zielschnittmenge von Digitalisierung und Nachhaltigkeit gewinnt als Thema insbesondere in den schnelllebigen, populärwissenschaftlichen Quellen deutlich an Bedeutung (Hofmann et al. 2023.). Die Krisen der letzten wenigen Jahre zeigen jedoch auch deutlich die Vulnerabilität unserer digitalen Infrastrukturen und offenbaren massive potenzielle Schwachstellen. Erkennbar ist: Digitalisierung wird als zunehmender Enabler auch von Nachhaltigkeit

identifiziert und als solche genutzt. Dabei spielen unternehmerische, intergenerationale Gesamtverantwortlichkeit genauso eine treibende Rolle wie die Notwendigkeit, sich mit Blick auf die Präferenzen der heranwachsenden, rarer werdenden Nachwuchskräfte ein deutlicheres Profil zu geben. Hier ist also der Beitrag zur Arbeitgeberattraktivität wichtig, genauso wie kundenseitige Forderungen. Fragen der unternehmensindividuellen Ressourceneinsparung werden eher nachrangig diskutiert. Unternehmensstrukturelle Eigenschaften wie Größe und Eignerstrukturen zeigen differenzierte Effekte auf die Enge des Zusammenhangs. Die mit dem neuen Organisations- und Arbeitsformen assoziierten Handlungsmaximen wie Partizipation, vorbildliches Führungsverhalten und Mitsprachemöglichkeiten werden zumindest als förderliche Rahmenbedingungen bestätigt, ohne dass der „Dreiklang“ selbst prominent als Wirkungszusammenhang beschrieben wird.

Beim Motiv für die Doppelte Transformation wird erkenntlich, dass Unternehmen sich dem Wandel primär aufgrund von äußeren Gegebenheiten annehmen, also z. B. Berichts- und Rechenschaftspflichten, wie sie in Abschn. 2.2 beschrieben werden. Intrinsische Motive hin zu einer nachhaltigen und digitalen Organisation lassen sich zwar finden, doch die Bedeutung von Kundenanforderungen, Arbeitsmarkt und politischen Rahmenbedingungen werden im exzerpierten Material entscheidend häufiger genannt (Hofmann et al. 2023).

Durch die Untersuchung des Informationsmaterials ergibt sich das Bild, dass Digitalisierung nicht blind anzuwenden ist oder als ultimative Lösung für das Problem Nachhaltigkeit betrachtet werden darf. Ganz im Gegenteil wird bei kritischer Betrachtung nachvollziehbarer Weise deutlich, dass Digitalisierung ebenfalls zum Brandbeschleuniger werden kann, der das dreidimensionale Problem der Nachhaltigkeit zusätzlich verstärkt. Das heisst: der positive Wirkungszusammenhang ist kein Automatismus, sondern muß bewusst gestaltet werden. Ein bewusster Umgang mit Digitalisierung und dessen Einsatzmöglichkeiten ist Voraussetzung für eine verantwortungsvollen Handhabe. Deutlich wird, dass das hierfür notwendige Mindset innerhalb einer Organisation einer entsprechenden Unternehmenskultur bedarf und nicht durch eine einzelne Stelle wie der einer Nachhaltigkeitsbeauftragten alleine umgesetzt werden kann. Führung steht hierbei ebenso zentral in der Verantwortung und wird als wichtiges Vorbild der gelebten nachhaltigkeitsorientierten Kultur im Unternehmen betrachtet.

Durch die Neuheit des Themas ist die Datenlage für die postulierte doppelte Transformation aktuell noch beschränkt. Ebenfalls trägt dazu der englische Begriff „Twin Transition“ bei, da für diesen noch keine eindeutige und anerkannte Definition vorhanden ist. Hinzu kommt, dass die Wortneuschöpfung „Doppelte Transformation“ noch nicht direkt mit Nachhaltigkeit und Digitalisierung assoziiert wird, sondern in den meisten Studien lediglich zwei parallel verlaufende Trends beschreibt, was wiederum die Datenlage dieser Metastudie erneut eingegrenzt hat. Dies zeigt, dass die Ergebnisse dieser Metastudie mit Bedacht zu bewerten sind. Gleichzeitig konnte mit der Studie herausgearbeitet werden, dass diesem wichtigen Thema in Zukunft eine weitaus größere Forschungsintensität und damit auch empirische Datenbasis zuteilwerden muss.

4 IT als Enabler nachhaltiger Lösungen: Ansätze und Beispiele aus der Arbeitswissenschaft

Der Einsatz von Informationstechnologien kann zur nachhaltigen Entwicklung in verschiedenen Wirtschaftssektoren beitragen, in der Landwirtschaft wie in der Industrie, in der Mobilität wie im Energiesektor, und vielen anderen. Im Folgenden fokussieren wir uns auf den Beitrag der IT in der Gestaltung von nachhaltigen Formen der Arbeit und der Zusammenarbeit und nutzen dabei unter anderem auch aktuelle Arbeiten des Fraunhofer IAO. Gerne verweisen wir an dieser Stelle auch zurück auf den Einführungsbeitrag der Autor*innen im HMD-Heft IT und Nachhaltigkeit vom Februar 2021 (Hofmann et al. 2021), der andere Anwendungsbeispiele ins Zentrum der Betrachtung gerückt hatte.

Die Flexibilisierung und Digitalisierung der Arbeitsformen, die spätestens seit der Corona-Pandemie in die breitflächige Umsetzung gekommen sind, bringen deutliche Nachhaltigkeitseffekte mit sich, sowohl im Sinne einer Klimawirkung (Reduktion/Zunahme von THG-Emissionen) als auch unter dem Gesichtspunkt einer sozial und wirtschaftlich nachhaltigen Entwicklung. Diese werden im Folgenden detaillierter dargestellt.

Um die genannten Nachhaltigkeitseffekte in ihrem vollen Potenzial zu realisieren ist es wichtig, die Rolle des menschlichen Verhaltens mit zu berücksichtigen und dieses entsprechend zu steuern. Wie das gelingen kann, erläutern wir im Abschn. 4.3.

4.1 Örtliche Flexibilisierung der Arbeit und ihr Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit

Mit Blick auf die ökologische Nachhaltigkeit und insbesondere auf das Thema Klimaschutz, lassen sich verschiedene Klimaeffekte identifizieren, die sich aus hybriden Arbeitsmodellen ergeben, also solchen Arbeitsformen, die Arbeit im Büro mit Arbeit von anderen Orten aus, in der Regel das Homeoffice, kombinieren. Diese Klimaeffekte resultieren aus mindestens drei Gestaltungsformen hybrider Arbeit:

- Mobiles Arbeiten, insbesondere in seiner Ausprägung als Homeoffice¹
- Ersatz von Geschäftsreisen durch Videokonferenzen
- Reduzierung von Büroflächen durch Desk Sharing

Im Folgenden wird auf die Klimaeffekte der drei genannten Gestaltungsformen näher eingegangen.

¹ Neben Homeoffice hat sich in den letzten Jahren in Deutschland auch eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung von Pendelwegen verbreitet, nämlich dezentrale Bürostrukturen, insbesondere in Form von Coworking Spaces. Die Klimaeffekte, die aus einer verstärkten Nutzung von Coworking Spaces resultieren, werden in diesem Beitrag nicht weiter behandelt, da diese Form mobiler Arbeit noch relativ weniger verbreitet als Homeoffice ist.

4.1.1 Klimateffekte vom Homeoffice

Studien aus den vorpandemischen Jahren zeigen: ca. 30 Mio. t CO₂ werden jedes Jahr durch den Pendlerverkehr in Deutschland ausgestoßen. Das entspricht ca. 20% des Gesamtausstoßes aus dem Verkehrssektor. Der Großteil (93%) der verkehrsbedingten Emissionen auf Pendelwegen sind auf Fahrten mit dem Pkw zurückzuführen (BMDV 2018).

Dieses Bild dürfte sich durch die Erfahrung aus drei Jahren Pandemie geändert haben. Aktuelle Studien schätzen die Homeoffice-Quote für Deutschland aktuell bei 23–36% und perspektivisch sogar bei 43–56% aller Erwerbstätigen (Alipour et al. 2020, 2021).

Durch vermehrtes Homeoffice ergeben sich sowohl kurzfristige als auch langfristige Klimateffekte, die emissionsmindernd oder emissionserhöhend wirken können. Die folgende Abbildung detailliert diese Wirkungsrichtungen (s. Abb. 4).

Durch die entfallenden Pendelwege ergibt sich kurzfristig eine Reduktion der THG-Emissionen. Auch die Tatsache, dass weniger Menschen auf der Straße unterwegs sind und damit das Stauaufkommen insgesamt reduziert wird, kann sich positiv auf die Klimabilanz auswirken.

Wie groß diese Emissionsreduktion ist, hängt unter anderem mit sogenannten Zusatzwegen zusammen, d. h. zusätzliche Fahrten für Aktivitäten, die man ansonsten auf dem Weg zur Arbeit oder nach Hause erledigt hätte, z. B. Einkaufen. Nach MID – Mobilität in Deutschland – (2018) werden 30% der Arbeitswege mit anderen Aktivitäten kombiniert. Durch Zusatzwege verringert sich entsprechend das Reduktionspotential, das aus Homeoffice resultiert. Auch können zusätzliche Freizeitaktivitäten, die durch eine geringere Pendelzeit möglich sind, einen Teil der Emissionsreduktionen konterkarieren (Lambrech et al. 2021).

Langfristig kann ein vermehrtes Homeoffice zudem auch dazu führen, dass Arbeitnehmer sich für eine neue, vom Arbeitsort weiter entfernten Wohnlage entscheiden, sodass sie zwar seltener zur Arbeit fahren, dafür aber längere Pendelstrecken zurücklegen. Bei längeren Pendeldistanzen werden im Durchschnitt CO₂-intensivere Transportmittel genutzt (insbesondere PKW), was sich wiederum negativ auf die Klimabilanz auswirkt.

Durch die Arbeit im Homeoffice, ergibt sich darüber hinaus ein zusätzlicher Energieverbrauch, der vor allem aus der Heizung der Räumlichkeiten resultiert (Acerini et al. 2021). Dies ist wiederum vom Energieträger und Heizungsverhalten im Homeoffice abhängig. Langfristig spielt eine mögliche Ausweitung privater Wohnflächen, aufgrund der für das Homeoffice benötigten Räumlichkeiten, auch noch eine Rolle und könnte ebenfalls zu einer Emissionserhöhung führen (Lambrech et al. 2021).

Andererseits kann eine höhere Homeoffice-Quote langfristig zu einer Reduktion von gewerblichen Büroflächen führen, was wiederum ein Einsparungspotential mit sich bringt (s. Absatz: Reduzierung von Büroflächen durch Desk Sharing).

Weitere Effekte, die kurzfristig eine Rolle spielen können sind der zusätzlicher Energieverbrauch durch die Herstellung der zusätzlichen Homeoffice-Ausstattung, ein veränderter Energieverbrauch durch die Verpflegung (Essen in der Kantine vs. Kochen zu Hause) sowie ein unterschiedliches Mülltrennverhalten im Homeoffice und im Büro. Diese beiden letzten Effekte sind jedoch schwierig zu quantifizieren

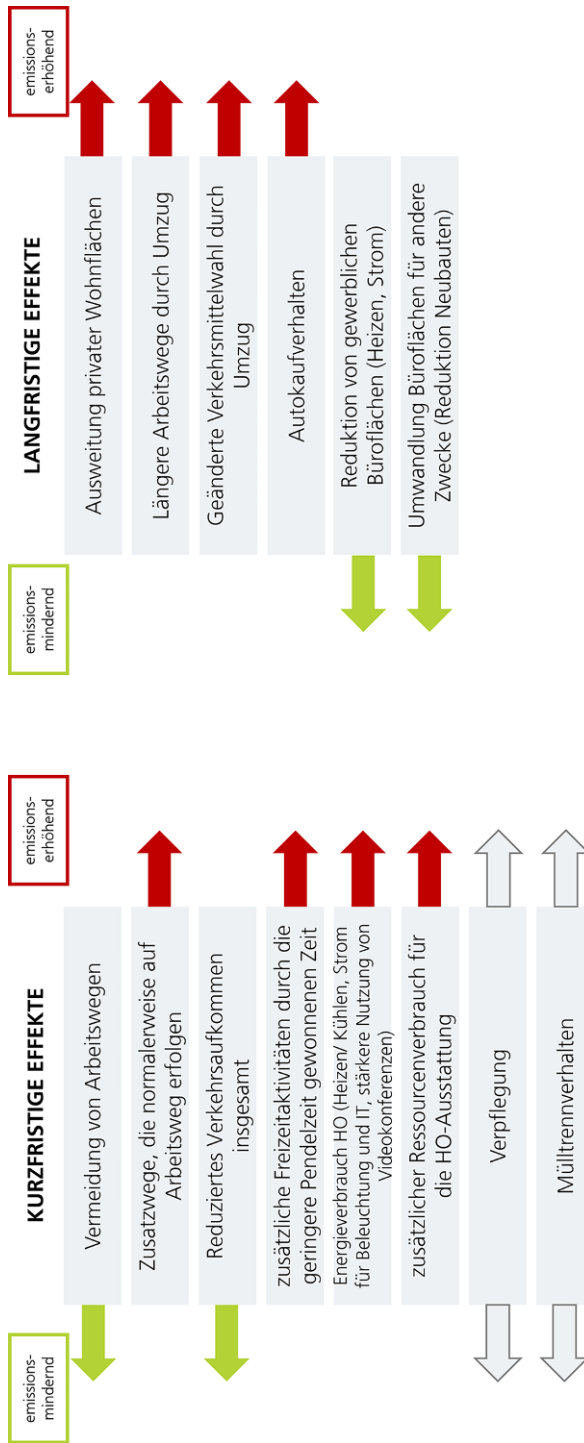


Abb. 4 Kurz- und langfristige Effekte von Homeoffice. (Quelle: Fraunhofer IAO; angelehnt an Lambrecht et al. 2021)

und werden in den meisten Studien nicht berücksichtigt (Lash 2021; Ökoinstitut 2022).

Langfristig kann ein verändertes Autokaufverhalten (durch einen kleineren Anreiz ein effizienteres Auto zu kaufen, wenn man selten fährt) sowie die Umwandlung von Büroflächen für andere Zwecke (Vermeidung von Neubauten) jeweils negativ oder positiv auf die Klimabilanz wirken.

Tab. 1 im Anhang zeigt eine Übersicht aktueller Studien, die sich mit der Quantifizierung des Einsparpotentials aus dem Homeoffice unter Berücksichtigung einiger der oben genannten Effekte beschäftigen. Aus den Berechnungen der in der Tabelle genannten Studien ergibt sich auf Gesamtgesellschaftsebene ein Gesamteinsparungspotential durch das Homeoffice. Dieses beträgt in Deutschland bis zu 12,2 Mio. t THG-Emissionen pro Jahr (Acerini et al. 2021).

4.1.2 Ersatz von Geschäftsreisen durch Videokonferenzen

In den Jahren unmittelbar vor der Pandemie machte der Reiseverkehr 50 % der Personenverkehrsleistung der Inländer in Deutschland aus. Davon waren ca. 20 % Geschäftsreisen. Geschäftliche Reisen trugen mit 26,9 Mio. t CO₂e pro Jahr zu ca. 23 % der jährlichen Reiseverkehrsemissionen der Deutschen bei (Lambrecht et al. 2021).

Die Corona-Pandemie hat einige Reisegewohnheiten zwar zumindest temporär, zum Teil auch nachhaltig verändert. Aktuelle Zahlen des Zahlungsanbieters AirPlus zeigen jedoch, dass es v. a. bei Flugbuchungen im Jahr 2022 wieder eine deutliche Zunahme gab. So lag das Abrechnungsvolumen bei AirPlus im Juni 2022 in Deutschland nur noch um rund 10 % unter dem Niveau vom Juni 2019 (AirPlus 2022).

Digitale Lösungen rund um Videoconferencing, ermöglichen grundsätzlich eine Reduzierung der Anzahl an Geschäftsreisen und können durch die entfallenden THG-Emissionen positiv zum Klimaschutz beitragen. Lambrecht et al. (2021) berechnen zum Beispiel je nach Szenario ein jährliches Einsparungspotential von 5,4 Mio. t CO₂e (20 % Reduktion der Geschäftsreisen, für alle Verkehrsmittel gleichermaßen) bis 10,8 Mio. t CO₂e (40 % Reduktion der Geschäftsreisen, für alle Verkehrsmittel gleichermaßen).

Ob das Einsparungspotential im Einzelfall ausgeschöpft werden kann, ist einerseits von Distanz und Verkehrsmittel abhängig, andererseits vom Energieverbrauch, der aus der Videokonferenz resultiert.

Laut Schramm (2020) verursacht eine vierstündige Videokonferenz 0,18 kg CO₂ (Notebook) und 0,27 kg CO₂ (PC) (jeweils pro Person, auf die Nutzung bezogen, ohne Herstellung der Geräte). Verglichen mit einer Geschäftsreise von Berlin nach Stuttgart (An- und Abreise per Flugzeug, insgesamt 236 kg CO₂) ergibt sich somit eine CO₂ Einsparung von 99 %.

Gröger et al. (2021) berücksichtigen in der Berechnung neben den Emissionen aus der Nutzung auch die Emissionen aus der Herstellung der IT-Ausstattung. Je nach Gerätekombination verursacht eine Stunde Videokonferenz 0,055 kg CO₂ (Laptop) und 0,3 kg CO₂ (Desktop-Computer und großer Monitor) pro Person. Der Vergleich mit dem THG-Ausstoß aus verschiedenen Verkehrsmitteln zeigt: unter Klimaschutz-

gesichtspunkten ist eine Videokonferenz immer dann eine gute Alternative zu einem physischen Treffen, wenn eine Anreise nicht per Fuß oder Fahrrad erfolgen kann.

4.1.3 Reduzierung von Büroflächen durch Desk Sharing

Im Zuge eines vermehrten Homeoffice, bietet sich für Unternehmen mittel- bis langfristig die Möglichkeit an, bestehende Büroräumlichkeit hin zu mehr Desk Sharing, also geteilten Arbeitsplätzen, umzugestalten. Dies kann zu einer Reduzierung den gesamten Flächenbedarf führen und damit zu einer Emissionseinsparung.

Laut einer aktuellen Umfrage von Drees und Sommer (2022) nutzen rund ein Viertel der untersuchten Organisationen, die bereits Desksharing nutzen, eine Ratio von 1:1,4; d. h. rund sieben Arbeitsplätze für 10 Mitarbeitende. 18 % der Unternehmen stellen für zehn Mitarbeitende nur noch fünf Arbeitsplätze bereit. Die meisten Teilnehmenden erwarten eine Flächenreduktion von 21–30 %. Bei zwei von fünf Unternehmen werden die Arbeitsplätze nicht reserviert, sondern jeder sucht sich nach dem Prinzip „freie Platzwahl“ nach Ankunft im Büro einen passenden Platz. Bei 37 % wird die Platzverwaltung mit digitaler Unterstützung (Apps) organisiert. Insgesamt gehen 61 % der Befragten davon aus, dass der durchschnittliche Flächenbedarf pro Person zukünftig reduziert wird.

Ob und wie viele Emissionen durch ein vermehrtes Desk Sharing eingespart werden können, hängt nicht nur mit den Gebäudeeigenschaften (z. B. Baujahr, letzte Sanierung, Fassadeneigenschaften, Gebäude- und Heiztechnik), sondern auch mit den Eigenschaften der Arbeitsplätze, insbesondere mit deren Grundflächenbedarf und der Bürobewirtschaftung zusammen. Dabei können digitale Buchungstools den Schlüssel darstellen, um eine gleichmäßigere Auslastung zu realisieren. Digitale Technologien können also sowohl durch die Reduktion der Büroflächen als auch durch deren effiziente Nutzung zu einer Reduzierung der THG-Emissionen führen.

4.2 Flexibilisierung der Arbeit und ihr Beitrag zur sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit

Nicht nur die Umwelt und das Klima, sondern auch die soziale Nachhaltigkeit kann von der Digitalisierung der Arbeit profitieren. Eine Flexibilisierung von Arbeitszeit und -ort kann sowohl zur Förderung von Chancengleichheit und Familienfreundlichkeit (insbesondere Eltern können dadurch Beruf und Familie besser vereinbaren) als auch zur Entlastung von Ballungsräumen und zur Förderung und Wiederbelebung von ländlichen Gebieten beitragen und damit einen Beitrag in der Gestaltung eines sozialgerechten und inklusiven Wirtschaftssystems leisten (Lobeck 2017).

Bereits vor dem Ausbruch der Pandemie zeigte sich in Deutschland – auch dank neuer digitalen Arbeitsformen – ein Trend, wobei immer mehr Menschen einen Rückzug auf das Land in Abwägung zogen, z. B. um von einer höheren Lebensqualität und einer naturnahen Umgebung zu profitieren (Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung und Neuland21 2019). Eine aktuelle Umfrage des Vodafone-Instituts zeigt, dass mehr als die Hälfte der deutschen Stadtbewohner*innen (53 %) sich vorstellen können, in den nächsten ein oder zwei Jahren auf das Land zu ziehen. Die Pandemie hat die Einstellung der Deutschen zum Leben auf dem Land stark

beeinflusst: 29 % der deutschen Städter*innen sagen, dass sie wegen der Pandemie anders auf das Landleben blicken. Voraussetzung für den Umzug auf das Land ist die Bereitstellung digitaler Technologien, insb. eine gute Internetverbindung. Diese ist für 70 % der deutschen Befragten ein Muss – noch wichtiger als eine gute Gesundheitsinfrastruktur (Vodafone Institute 2021).

In Züge der Auslagerung der Arbeit von den Ballungsräumen auf das Land gewinnen dezentrale Bürostrukturen an Bedeutung. Diese lassen sich zum Beispiel in Form von Satellitenbüros und Co-Working-Spaces realisieren (Ökoinstitut 2022).

Unter Satellitenbüros versteht man Büroeinheiten abseits des Hauptsitzes eines Unternehmens. Bei Coworking-Spaces hingegen werden Arbeitsplätze und die dazugehörige Infrastruktur gegen Entgelt zur Verfügung gestellt. Anders als in Satellitenbüros, arbeiten in Coworking-Spaces Personen unterschiedlicher Berufe und Unternehmen zusammen, die entweder unabhängig voneinander ihrer Arbeit nachgehen oder gezielt zusammenarbeiten (Steinberg und Broockmann 2006; Robelski et al. 2019). Die Zahl der Coworking-Spaces in Deutschland ist in den letzten Jahren signifikant gestiegen – auch außerhalb der Ballungsgebiete (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2021).

4.3 Nachhaltigkeitsorientierte Verhaltenssteuerung und digitale Nudging-Instrumente

Eine nachhaltige Entwicklung unserer Wirtschaft und Gesellschaft erfordert langfristig neben dem technischen Fortschritt auch ein verändertes menschliches Verhalten. Aktuelle Studien untersuchen insbesondere die Rolle des menschlichen Verhaltens auf dem Weg zu einer klimaneutralen Gesellschaft. Williamson et al. (2018) zeigen, dass verhaltensbezogene Maßnahmen, u. a. im Bereich Ernährung und Mobilität, die voraussichtlichen THG-Emissionen zwischen 2020 und 2050 um 19,9–36,8 % reduzieren können. Die Internationale Energieagentur zeigt in einer Roadmap zur Erreichung des Netto-Null-Ziel im Energiesektor bis zum Jahr 2050, dass 55 % der Emissionsreduzierungen eine Mischung aus dem Einsatz von kohlenstoffarmen Technologien und der aktiven Beteiligung bzw. das Engagement von Bürgern und Verbrauchern erfordern, z. B. durch die Installation eines Solarboilers oder den Kauf eines Elektrofahrzeugs. Weitere 8 % der Emissionsreduktionen stammen aus Verhaltensänderungen und Materialeffizienzsteigerungen, die den Energiebedarf senken, z. B. weniger Flüge für geschäftliche Zwecke (iea 2021).

Es gibt unterschiedliche Gründe, warum verhaltensbezogene Maßnahmen für die Erreichung der Klimaziele notwendig sind. Zum einen können durch Verhaltensänderungen THG-Emissionen in Sektoren gesenkt werden, in denen technologische Optionen zur Emissionsreduktion Stand heute noch begrenzt und/oder teuer sind. Gleichzeitig verringern Verhaltensänderungen die THG-Emissionen aus bestehenden kohlenstoffintensiven Energieträgern und Technologien, die noch einige Jahre im Einsatz sein werden. Darüber hinaus können Verhaltensänderungen für die erhöhte Stromnachfrage, die aus dem Ausstieg aus fossilen Energieträgern resultiert, zum Teil kompensieren und damit neue erneuerbare Energiequellen entlasten (iea 2021).

Schließlich bewirken Effizienzsteigerungen oft eine Änderung der Nachfrage bzw. des Nutzungsverhaltens. Dadurch werden die möglichen Einsparungen beim Einsatz von Ressourcen nicht voll ausgeschöpft. Man spricht von sogenannten Rebound-Effekten. Ein klassisches Beispiel: Eine Glühlampe wird durch eine LED-Lampe ersetzt, dafür brennt die neue Lampe länger (häufigere Nutzung) oder es wird eine hellere Lampe eingesetzt (intensivere Nutzung). Laut UBA (2016) können Rebound-Effekte bis zu 30 % der Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen wieder zunichte machen.

Digitale Nudges können dabei helfen, das menschliche Verhalten hin zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu steuern. Hier sollen nun insbesondere Nudging-Instrumente mit digitaler Unterstützung thematisiert werden. Digital Nudging wird als die Verwendung von Elementen auf Benutzeroberflächen bezeichnet, um das Verhalten der Menschen in digitalen Entscheidungskontexten zu beeinflussen (Weinmann et al. 2016).

Die Gestaltung von Nudging-Instrumenten beruht auf verhaltensökonomischen Erkenntnissen, insb. zu den sogenannten Heuristiken. Heuristiken sind einfache „Faustregeln“ (Hutchinson und Gigerenzer 2005), die von den Menschen unbewusst genutzt werden, um kognitive Entscheidungen zu erleichtern. Wenn heuristisches Denken in komplexen Entscheidungskontexten eingesetzt wird, kann dies zu kognitiven Verzerrungen führen (Tversky und Kahneman 1974; Evans 2006). Nudges versuchen, der Verwendung von Heuristiken entweder entgegenzuwirken oder sie zu fördern, indem sie den Entscheidungskontext ändern, um das menschliche Verhalten zu beeinflussen (Weinmann et al. 2016).

Typische digitale Nudging-Instrumente im betrieblichen Nachhaltigkeitskontext umfassen u. a. Standardeinstellungen beim Drucken (zweiseitig, Ansteuerung des Fachs mit Recyclingpapier), Smart Meter oder Apps zur Visualisierung der eigenen Energieverbrauchs im Büro, Gamification-Apps, die nachhaltiges Verhalten bei der Arbeit spielerisch gestalten und z. B. mit Punkten belohnen.

5 Nachhaltigkeit in der IT: kritische Fragen und Herausforderungen

Die fortschreitende Digitalisierung unserer Gesellschaft bringt neben neuen Chancen für die nachhaltige Entwicklung auch einige Herausforderungen mit sich, die bewusst adressiert werden müssen. Diese betreffen z. B. den steigenden Energieverbrauch, der durch die Verarbeitung großer Datenmengen durch Streaming- und Datenübertragungsdienste sowie bei dem Einsatz neuer Technologien wie KI oder Blockchain, verursacht wird.

Bereits im Jahr 2015 prognostizierten Andrae und Edler (2015), dass sich der globale Strombedarf der gesamten IKT zwischen 2010 und 2030 weltweit vervierfachen würde. Bei dieser Prognose spielt der Strombedarfszuwachs der Rechenzentren sowie der Telekommunikationsnetze eine besonders wichtige Rolle mit jeweils einer Steigerung um Faktor 15 und 9. Laut Welzl et al. (2022) macht die Informations- und Kommunikationstechnik 2,1–3,9 % des globalen CO₂-Ausstoßes aus.

Laut einer Studie des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Bundestag (TAB) betrug im Jahr 2020 der Stromverbrauch der Rechenzentren in Deutschland

rund 16,0 Terawattstunden pro Jahr (TWh/a), der der Telekommunikationsnetze 7,3 TWh. Für das Jahr 2030 prognostizieren die Autoren einen Energiebedarf der digitalen Infrastrukturen von 39,2 TWh/a. Im Vergleich zum Jahr 2010 entspricht dies einem Anstieg von mehr als 80 % (TAB 2022).

In der Praxis werden verschiedene Lösungsansätze diskutiert und zum Teil eingesetzt, um den Energieverbrauch durch die Informations- und Kommunikationstechnik zu reduzieren. Dazu zählen Ansätze der ressourceneffizienten Programmierung (Bitkom 2021), ressourcensparsamere Standards für das Internet (Welzl et al. 2022), die Nutzung von Abwärme aus dem Betrieb von Rechenzentren, Flüssigkeits- statt luftgekühlte Server, Gleich- statt Wechselstromversorgung von Rechenzentren sowie der Einsatz von Rechenzentren als Anbieter von Regelleistung (TAB 2022).

Neben der Frage des Energieverbrauchs spielen auch weitere Aspekte eine Rolle in der nachhaltigen und sozialgerechten Gestaltung der Digitalisierung, u. a. die oft verantwortungslosen Arbeitspraktiken beim Bezug der Rohstoffe, die für die Herstellung von IT-Geräte notwendig sind (insbesondere Mineralien und Seltene Erden, die aus Konfliktgebieten stammen) sowie die anwachsenden Abfallströme, die aus Elektronik-Altgeräten resultieren. Laut dem Global E-Waste Monitor der Vereinten Nationen wurden im Jahr 2019 53,6 Mio. Tonnen Elektroschrott produziert – durchschnittlich 7,3 kg pro Kopf. Erwartet wird eine Zunahme der Elektroschrottproduktion auf 74,7 Mio. Tonnen im Jahr 2030 und bis zum 110 Mio. Tonnen im Jahr 2050 (Baldé et al. 2022).

Die doppeldeutige Funktion bzw. Wirkung von IT auf Nachhaltigkeit bleibt ein weiterhin bestehendes Dilemma. Sie bietet smarte Lösungsansätze und wertvolle Chancen auf Ressourceneinsparungen und digitale Teilhabe, Prozessinnovationen und nachhaltige Innovationen. Ihre tatsächliche Nutzung und die Umstände der Produktion und Entsorgung ihrer hardwaretechnischen Komponenten stellt gleichzeitig große Herausforderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung. Umso wichtiger wird es, sie reflektiert, im Sinne von ziel- und wirkungsgerecht sowie mit wachem Blick auf Kollateralwirkungen zu gestalten.

Im Unternehmenskontext ist es also wichtig, jeden einzelnen für die durch die Digitalisierung verursachten Ressourcenverbräuche oder -einsparungen zu sensibilisieren. Z. B. durch eine App, die Einsparungspotenziale der Videokonferenz versus der Geschäftsreise nach Berlin direkt ausweisen kann. Auch eine nachhaltigkeitsorientierte Unternehmens- und Anreizkultur können die erfolgreiche Verankerung einer nachhaltigen, digitalen Transformation fördern. Nicht zuletzt sollen sich Unternehmen früh genug mit gesetzlichen und normativen Rahmenseetzungen rund um die doppelte Transformation auseinandersetzen, um die notwendigen Prozesse und Strukturen für deren Implementierung im unternehmerischen Kontext aufzubauen.

6 Anhang

Tab. 1 Übersicht aktueller Studien zum Einsparungspotential vom Homeoffice. (Quelle: eigene Darstellung Fraunhofer IAO)

Quelle	Annahmen	Berücksichtigte Effekte				Umzug	Reduktion Energieverbrauch Büro	Reduktion CO ₂ -Emissionen pro Jahr
		Reduktion Arbeitswege	Zusatzwege	Energieverbrauch HO	IT-Ausstattung			
NPM (2019)	18 % zusätzlich im HO (1–2 Tage pro Woche)	X	–	–	–	–	–	0,6–1,3 Mt CO ₂ -Äqu. (2030)
Schramm (2020)	Alle per Pkw, 33,7 km/Tag 25 %/50 % der 18,8 Mio. Erwerbstätigen arbeiten 1–5 Tage pro Woche im HO Verkehrsmittelmix, 33 km/Tag	X	–	–	–	–	–	Während Lockdown: 0,5–1,5 Mt CO ₂ -Äqu. in zwei Monaten → Hochrechnung auf das Jahr: 0,92–9 Mt CO ₂ -Äqu. (aktuell) 1,6–5,4 Mt CO ₂ -Äqu. (aktuell)
IZT (2020)	25 bzw. 40 % der Erwerbstätigen arbeiten 1 bzw. 2 Tage im HO Verkehrsmittelmix, 32 km/Tag	X	–	–	–	–	–	
Crow (2020)	Pkw, 30 km/Tag	X	–	X	–	–	–	Pro HO-Tag und Person: ca. 4 kg CO ₂ → Hochrechnung (12 % der Erwerbstätigen, 1–2 Tage pro Woche mehr HO): 3–6 Mt CO ₂ -Äqu 1,5 Mt CO ₂ -Äqu
Clausen und Schramm (2021)	12,9 % aller Arbeitstage im HO Streckenreduktion durch mehr HO und verändertes Modal-Split	X	X	–	–	–	–	
Carbon Trust (2021)	Für DE: 39 % der Erwerbstätigen arbeiten durchschnittlich 2,7 Tage pro Woche im HO Verkehrsmittelmix, 34 km/Tag	X	–	X	–	–	X	12,2 Mt CO ₂ -Äqu. (2022+)

Tab. 1 (Fortsetzung)

Quelle	Annahmen	Berücksichtigte Effekte				Umzug	Reduktion Energieverbrauch Büro	Reduktion CO ₂ -Emissionen pro Jahr
		Reduktion Arbeitswege	Zusatzwege	Energieverbrauch HO	IT-Ausstattung			
Lambrecht et al. (2021)	Kurzfristig: 20 % bzw. 40 % der Erwerbstätigen, die Homeoffice nutzen, durchschnittlich 3,3 Tage pro Woche im HO Langfristig: 40 % bzw. 55 % der Erwerbstätigen, die Homeoffice nutzen, durchschnittlich 3,3 Tage pro Woche im HO Verkehrsmittelmix	X	-	-	-	X	-	1,5 Mt CO ₂ -Äqu. (aktuell) 4,1 Mt CO ₂ -Äqu. (2030)
Ökoinstitut (2022)	20 % bzw. 35 % der Erwerbstätigen arbeiten 50 % der Zeit im HO	X	-	X	X	-	-	1–3,7 Mt CO ₂ -Äqu 1,4–4,5 Mt CO ₂ -Äqu – Für den Fall, dass insbesondere Fernpendler*innen verstärkt Homeoffice nutzen

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Acerini L, Bordat S, Fitzpatrick L, Jennings T, Stephens A (2021) Homeworking: An assessment of the impact of teleworking on carbon savings and the longer-term effects on infrastructure services
- AirPlus (2022) Geschäftsreise-Trends 2022. Längere Trips, weniger Inlandsflüge, neue Lieblingsziele und mehr Planungssicherheit. <https://www.airplus.com/corporate/de/media-relations/presse/pressemittellungen/2022/btm-trends-2022-08-15.html>. Zugegriffen: 29. März 2023
- Alipour J-V, Falck O, Schüller S (2020) Homeoffice während der Pandemie und die Implikationen für eine Zeit nach der Krise. *Ifo Schnellld* 73(7):30–36
- Alipour J-V, Falck O, Peichl A, Sauer S (2021) ifo Schnelldienst – Homeoffice-Potenzial weiterhin nicht ausgeschöpft. ifo Institut
- Andrae AS, Edler T (2015) On global electricity usage of communication technology: trends to 2030. *Challenges* 6(1):117–157
- Baldé CP, D’Angelo E, Luda V, Deubzer O, Kuehr R (2022) Global transboundary E-waste flows monitor 2022. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf. Zugegriffen: 29. März 2023
- Barth M, Gossen M, Lang DJ, Santarius T (2023) Sustainable digitalization—fostering the twin transformation in a transdisciplinary way. *GAIA* 32(S1):6–9
- Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung & Neuland21 (2019) Urbane Dorfer – Wie digitales Arbeiten Städte aufs Land bringen kann. <https://www.berlin-institut.org/studien-analysen/detail/urbane-doefer>. Zugegriffen: 27.03.
- Bitkom (2021) Ressourceneffiziente Programmierung. Wie Ressourcenschonung, Langlebigkeit und Nachhaltigkeit in der Softwareentwicklung berücksichtigt werden können. https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-03/210329_if_ressourceneffiziente-programmierung.pdf. Zugegriffen: 29. März 2023
- Brundtland GH (1987) Our common future. World Commission on Environment and Development, Brussels.
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2018) Mobilität in Deutschland. Ergebnisbericht, Bonn 2018. https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?__blob=publicationFile#:~:text=%CA%AF%20Im%20Jahr%202017%20wurden,zur%C3%BCckge%2D%20legt%20als%20am%20Wochenende. Zugegriffen: 29. März 2022
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg) (2021) Coworking auf dem Land. Wie es gelingt und was es dafür braucht. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), CoWorkLand eG, Netzwerk Zukunftsorte e. V., neues handeln AG, Berlin
- Caradonna JL (2014) Sustainability: A history. University Press, Oxford
- von Carlowitz HC (1713) *Sylvicultura oeconomica*. Braun, Leipzig
- Carbon Trust (2021) Homeworking report. An assessment of the impact of teleworking on carbon savings and the longer-term effects on infrastructure services. https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2021/06/CT_Homeworking-report-June-2021.pdf. Zugegriffen: 24. Juli 2023

- Clausen J, Schramm S (2021) Klimaschutzpotenziale der Nutzung von Videokonferenzen und Homeoffice. Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Geschäftsreisenden. CliDiTrans Werkstattbericht. Borderstep Institut, Berlin
- Crow D (2020) Working from home can save energy and reduce emissions. But how much? – Analysis. In: IEA. <https://www.iea.org/commentaries/working-from-home-can-save-energy-and-reduce-emissions-but-how-much>. Zugegriffen: 24. Juli 2023
- Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (2023) Der DNK bereitet Sie auf die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) vor. <https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/de-DE/Home/Berichtspflichten/CSRD>. Zugegriffen: 18. Apr. 2023
- Drees & Sommer (2022) Workspace Benchmark Report 2022. <https://www.dreso.com/de/workspace-benchmark-report>. Zugegriffen: 29. März 2023
- Edinger-Schons L, Kunzlmann J, Reppmann M, Putzhammer F (2023) Sustainability transformation monitor 2023. Bertelsmann Stiftung. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSU/Publikationen/GrauePublikationen/Sustainability-Transformation-Monitor_2023.pdf. Zugegriffen: 18. Apr. 2023
- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestags (Hrsg) (1998) Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlussbericht. Bundestagsdrucksache, Bd. 13/11200. Deutscher Bundestag, Bonn
- Evans JSBT (2006) The heuristic-analytic theory of reasoning: extension and evaluation. *Psychon Bull Rev* 3(13):378–395
- FFE (2023) Info: Was ist eigentlich die Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR)? <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/info-was-ist-eigentlich-die-sustainable-finance-disclosure-regulation-sfdr/>. Zugegriffen: 18. Apr. 2023
- Follmer R, Gruschwitz D (2019) Mobilität in Deutschland – MiD Kurzreport. Ausgabe 4.0. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin (www.mobilitaet-in-deutschland.de)
- Global Reporting Initiative (2023) The global leader for impact reporting. <https://www.globalreporting.org/>. Zugegriffen: 18. Apr. 2023
- Gomez-Trujillo AM, Gonzalez-Perez MA (2021) Digital transformation as a strategy to reach sustainability. *Emerald Insight*. <https://www.emerald.com/insight/2046-6099.htm>. Zugegriffen: 24. Juli 2023
- Gröger J, Liu R, Stobbe L, Druschke J, Richter N (2021) Green Cloud Computing: Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing
- Grunwald A, Kopfmüller J (2022) Nachhaltigkeit Bd. 3. Campus
- Hofmann J, Ricci C, Ansu-Holz D (2021) IT und Nachhaltigkeit – eine Einführung. *HMD eIT Nachhalt* 2021(2):6–23
- Hofmann J, Laurenzano A, Kleinewefers C, Ricci C (2023) Doppelte Transformation. Metastudie über den state-of-the-art im Auftrag der Bertelsmann-Stiftung
- Hutchinson JW, Gigerenzer G (2005) Simple heuristics and rules of thumb: Where psychologists and behavioural biologists might meet. *Behav Processes* 69(2):97–124. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2005.02.019>
- International Energy Agency (iea) (2021) Net zero by 2050 a roadmap for the global energy sector. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. Zugegriffen: 29. März 2023
- IZT (2020) Arbeiten nach Corona – Warum homeoffice gut fürs Klima ist. https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/s03091_gp_home_office_studie_08_2020_dt_fly_fin_04.pdf. Zugegriffen: 24. Juli 2023
- Kamprath M (2022) Aktueller Begriff. Die EU-Taxonomie nachhaltiger Aktivitäten. Deutscher Bundestag 2022. <https://www.bundestag.de/resource/blob/881552/1b4d4d18ed0e82de1a666c1d74f39783/EU-Taxonomie-data.pdf>. Zugegriffen: 4. Juni 2023
- Lambrecht U, Kräck J, Dünnebeil F (2021) Homeoffice und Ersatz von Dienst- und Geschäftsreisen durch Videokonferenzen-Potenziale zur Minderung der Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Corona-Krise. *ifeu paper*, Bd. 04/2021
- Lange S, Pohl J, Santarius T (2020) Digitalization and energy consumption: Does ICT reduce energy demand? *Ecol Econ* 176:106760
- Lash D (2021) Assessing the greenhouse gases emissions of home working versus commuting to an office. Centre for energy and the environment, Exeter
- Lobeck M (2017) „Digitale Zukunft auf dem Land“ Wie ländliche Regionen durch die Digitalisierung profitieren können. Bertelsmann Stiftung. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/digitale-zukunft-auf-dem-land/>. Zugegriffen: 4. Juni 2023

- Meadows D, Zahn E, Meadows D, Milling P (Hrsg) (1982) Die Grenzen des Wachstums: Bericht d. Club of Rome zur Lage d. Menschheit (364.–373. Tsd). Rowohlt
- Messner D, Schlacke S, Fromhold-Eisebith M, Grote U, Matthes E, Pittel K et al (2019) Unsere gemeinsame digitale Zukunft
- Mio C, Panfilo S, Blundo B (2020) Sustainable development goals and the strategic role of business: A systematic literature review. *Bus Strat Env* 29(8):3220–3245
- NPM (2019) NPM-AG-1-Wege-zur-Erreichung-der-Klimaziele-2030-im-Verkehrssektor.pdf. <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uplo-ads/2020/03/NPM-AG-1-Wege-zur-Erreichung-der-Klimaziele-2030-im-Verkehrssektor.pdf>. Zugegriffen: 24. Juli 2023
- Ökoinstitut (2022) Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/compan-e_Homeoffice.pdf. Zugegriffen: 29. März 2023
- Ortega-Gras JJ, Bueno-Delgado MV, Cañavate-Cruzado G, Garrido-Lova J (2021) Twin transition through the implementation of industry 4.0 technologies: Desk-research analysis and practical use cases in Europe. *Sustainability* 13(24):13601
- Park JG, Park K, Noh H, Kim YG (2023) Characterization of CSR, ESG, and corporate citizenship through a text mining-based review of literature. *Sustainability* 15(5):3892
- Robelski S, Keller H, Harth V, Mache S (2019) Coworking spaces: the better home office? A psychosocial and health-related perspective on an emerging work environment. *IJERPH* 16(13):2379
- Rohde F, Wagner J, Reinhard P, Petschow U, Meyer A, Voß M, Mollen A (2021) Nachhaltigkeitskriterien für künstliche Intelligenz Entwicklung eines Kriterien- und Indikatorensets für die Nachhaltigkeitsbewertung von KI-Systemen entlang des Lebenszyklus. Schriftenreihe des IÖW 220/21. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung. https://www.ioew.de/publikation/nachhaltigkeitskriterien_fuer_kuenstliche_intelligenz. Zugegriffen: 11. Juni 2023
- Schmalzried D, Ritzrau W (2022) Der Beitrag der IT zu mehr Nachhaltigkeit im Unternehmen. *Wirtsch Inform Manag*. <https://doi.org/10.1365/s35764-021-00377-0>
- Schramm S (2020) Effekte der COVID-19-Pandemie auf berufsbedingten Verkehr, geschäftliche Meetings, Home-Office und Klimabilanz, S 54
- Senge PM, Smith B, Kruschwitz N, Laur J, Schley S (2010) The necessary revolution: how individuals and organizations are working together to create a sustainable world. Broadway Books, New York
- Steinberg M, Broockmann J (2006) Ausarbeitung zum Thema Telearbeit. Ausarbeitung. Hochschule Bremen, Bremen. Sozialwissenschaften. <https://docplayer.org/19412236-Ausarbeitung-zum-thema-telearbeit.html>. Zugegriffen: 29. März 2023
- TAB (2022) Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung
- Todorov V, Marinova D (2011) Modelling sustainability. *Math Comput Simul* 81(7):1397–1408
- Tversky A, Kahneman D (1974) Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science* 4157(185): 1124–1131
- Umweltbundesamt (UBA) (2016) Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden? https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte_wie_koennen_sie_effektiv_begrenzt_werden_handbuch.pdf. Zugegriffen: 29. März 2023
- Vodafone Institute (2021) Digitising europe. Pulse shifting perceptions on rural living. <https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2021/08/Digitising-Europe-Pulse-V-August-2021.pdf>. Zugegriffen: 29. März 2023
- Weinmann M, Schneider C, Brocke JV (2016) Digital nudging. *Bus Inf Syst Eng* 58:433–436
- Welzl M, Alay O, Teymoori P, Islam S (2022) Reducing green house gas emissions with congestion control
- Williamson K, Satre-Meloy A, Velasco K, Green K (2018) Climate change needs behavior change: Making the case for behavioral solutions to reduce global warming. Rare: Arlington. <https://rare.org/wp-content/uploads/2019/02/2018-CCNBC-Report.pdf>. Zugegriffen: 29. März 2023
- Windeck C, Wölbest C (2020) Streamen ohne Schuldgefühle: Was Nutzer für den Klimaschutz tun können. *Ct – Magazin Für Computertechnik*, 06/2020. <https://www.heise.de/hintergrund/Streamen-ohne-Schuldgefuehle-Was-Nutzer-fuer-den-Klimaschutz-tun-koennen-4665976.html>. Zugegriffen: 24. Juli 2023