

Sustainable Development Goals, Citizen Science und digitale Technologien: Eine Literaturstudie

FRANZISKA OHDE, BIANKA ZUREK UND BIRGIT BLÄTTEL-MINK
GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN 2023

Ohde, Franziska; Zurek, Bianka; Blättel-Mink, Birgit (2023): Sustainable Development Goals, Citizen Science und digitale Technologien: Eine Literaturstudie.

Diese Literaturstudie wurde erarbeitet im Rahmen des Projekts “Nachhaltige Intelligenz – Intelligente Nachhaltigkeit“, gefördert durch das hessische Zentrum für Verantwortungsbewusste Digitalisierung (Zevedi).

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Die Sustainable Development Goals	3
2.1 <i>Synergien und Zielkonflikte der SDGs</i>	5
2.2.1 <i>Die Priorisierung von Zielkonflikten</i>	7
2.2 <i>Die Rolle von Technik und Technologien beim Erreichen der SDGs</i>	9
3. Sustainable Development Goals und Citizen Science	11
3.1 <i>Monitoring und Reporting der SDGs durch Citizen Science</i>	13
3.2 <i>Förderung der SDGs durch Citizen Science</i>	16
3.3 <i>Entwicklung von Lösungen durch Citizen Science</i>	18
3.4 <i>Citizen Science und SDG-Policy Empfehlungen</i>	20
3.5 <i>Citizen Science und digitale Technologien</i>	21
4. SDGs, Citizen Science und digitale Technologien	25
4.1 <i>Chancen von Citizen Science, Digitalisierung und KI um Nachhaltigkeit zu erreichen</i>	25
4.2 <i>Risiken digitaler Technologien für nachhaltige Entwicklung</i>	26
4.3 <i>Bearbeitung von Zielkonflikten durch Citizen Science, Digitalisierung und KI</i>	29
5. Fazit	33
Literaturverzeichnis	35

1. Einleitung

Transforming Our World – mit dieser Zielsetzung verfolgen die Vereinten Nationen in der Agenda 2030 ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeitsziele auf globaler Ebene. Die darin enthaltenen *Sustainable Development Goals* (SDGs) umfassen ambitionierte Ziele, die auf nationalstaatlicher Ebene umgesetzt werden sollen. Die Agenda 2030 steht somit im Zusammenhang mit einer Reihe von Richtlinien und Empfehlungen in denen Klimarahmenkonventionen wie das Pariser Klimaschutzabkommen beschlossen werden (z.B. die UN Climate Change Conferences (COPs)). Die SDGs wie auch die Klimarahmenkonventionen zielen darauf ab dem Klimawandel und seinen für die Menschheit bedrohlichen Folgen (IPCC 2021; Rockström et al. 2009) entgegenzuwirken. Für Deutschland gilt, dass in der Bevölkerung und in der Öffentlichkeit insgesamt ein hohes Umweltbewusstsein besteht (Stieß et al. 2022). Andererseits herrscht vor allem in der Politik Uneinigkeit darüber, inwiefern bisherige Ansätze der ökologischen Modernisierung ausreichend sind, um die SDGs zu erreichen oder ob tiefgreifendere Ansätze wie eine sozial-ökologische Transformation notwendig sind (Bergius/Buseth 2019; Brand 2017; Sachin/Rajesh 2022; Wolters 2022).¹ Damit tut sich Deutschland insgesamt schwer, die SDGs in ihrer integrativen Absicht, die über Effizienzstrategien hinausgeht, umzusetzen.

Parallel dazu führen Fortschritte in den Informations- und Kommunikationstechnologien dazu, den Alltag und damit auch die sozialen Praktiken vieler Menschen zu verändern. Diese Entwicklungen ebneten auch den Weg für die Ausbreitung und Etablierung der sogenannten Künstlichen Intelligenz (KI), die „in der Tradition von Automatisierungs-Technologien [steht] bei der menschliche Arbeit von Maschinen übernommen wird“ (Humm et al. 2021: 13). Im Gegensatz zu physischen Tätigkeiten, die im Rahmen der industriellen Revolution abgenommen oder erleichtert wurden, trägt KI zur Automatisierung kognitiver Tätigkeiten bei (ebd.).²

Ähnlich wie es beim Intelligenz-Begriff der Fall ist, fehlt bis heute eine einheitliche Definition von KI (WBGU 2019: 76).³ Zunächst kann diese verstanden werden als

„Sammelbegriff für diejenigen Technologien und ihre Anwendungen, die durch digitale Methoden auf der Grundlage potentiell sehr großer und heterogener Datensätze in einem komplexen und die menschlichen Intelligenz gleichsam nachahmenden maschinellen Verarbeitungsprozess ein Ergebnis ermittelt, das gegebenenfalls automatisiert zur Anwendung gebracht wird“ (Datenethikkommission 2018: 1).

Wesentlich für das Funktionieren dieser Technologien sind Algorithmen, also

¹ (Great)Transformation beschreibt in Anlehnung an Karl Polanyi (1944) einen grundlegenden gesellschaftlichen Wandel. Ein solcher Wandel erfordert „tiefgreifende Änderungen in Produktionsprozessen, Infrastrukturen und Lebensstilen“ im „Ausmaß einer neuen industriellen Revolution“ (ebd.: 29f), wenn es darum gehen soll, planetarische Grenzen (Rockström et al. 2009) bzw. „Grenzen des Erdsystems“ (WBGU 2011: 87) nicht zu überschreiten.

² Ein aktuelles Beispiel ist ChatGPT (<https://openai.com>), der Prototyp eines KI-basierten Chatbots. Dieser produziert anhand von Stichworten unterschiedliche Texte wie Aufsätze, Gedichte oder Geschichten.

³ Eine Abgrenzung zu menschlicher Intelligenz findet sich bei Victoria N. Alexander (2021).

„Rechenverfahren in Computersystemen, die eingehende Daten verarbeiten und wiederum Daten als Ergebnis produzieren.“ (Datenethikkommission der Bundesregierung 2019: 62).

Wenn mehrere Algorithmen zusammenarbeiten, handelt es sich um einen komplexen Prozess, der von sogenannten algorithmischen Systemen ausgeführt wird. Algorithmische Systeme werden zumeist für die Lösung konkreter Probleme programmiert (ebd.).

Darauf aufbauend entwickelte sich ab den 1990er Jahren das sogenannte Maschinelle Lernen (ML), wodurch u.a. statistische Methoden in algorithmische Systeme integriert wurden. Dadurch lassen sich sehr große Datenmengen (Big Data) verarbeiten (WBGU 2019: 77). Eine zusätzliche Erweiterung findet sich in den sogenannten Deep Learning-Prozessen bei denen eine „Klassifikation von Datenmustern mittels einer Vielzahl von Schichten künstlicher neuronaler Netze“ (Marcus 2018: 3 in WBGU 2019) durch statistische Verfahren erfolgt.

Mit der Anwendung von Künstlicher Intelligenz bzw. algorithmischer Systeme werden große Hoffnungen verbunden, die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, z.B. in Unternehmen oder im Hinblick auf die Erfordernisse einer nachhaltigen urbanen Mobilität (Jacob 2019; Kocagöz 2020). KI wird also einerseits genutzt, um Nachhaltigkeitsziele (*AI for Sustainability*) zu erreichen. Die nachhaltige Gestaltung von KI selbst (*Sustainable AI*) bildet einen weiteren Schwerpunkt (van Wynsberghe 2021). Dabei kommt es hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeit zu Herausforderungen wie einem erhöhten Energie- und Ressourcenverbrauch (Henderson et al. 2020). Ein Risiko für soziale Nachhaltigkeit besteht, wenn KI mit Verzerrungseffekten (Bias) einhergeht, die zur Diskriminierung führen (Beblo et al. 2021: 89, 100). Transdisziplinäre und partizipative Forschungsansätze wie Citizen Science sollen dazu beitragen, solche Formen der Diskriminierung bzw. der Nicht-Nachhaltigkeit zu verhindern (siehe z.B. Bonn et al. 2016).

Ausgehend von den Effekten des Klimawandels und globaler Nachhaltigkeitsziele als zentralem gesellschaftlichen Problem, widmet sich die Literaturstudie der Frage, inwieweit digitale Technologien, insbesondere in der Form algorithmischer Systeme, mitunter als Teil von Citizen Science, dazu beitragen (können) globale Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Gegenstand dieser Literaturstudie ist damit das Verhältnis von Nachhaltigkeit (SDGs), Citizen Science und digitalen Technologien.

Die Recherche begann im Suchportal der Universitätsbibliothek der Goethe Universität Frankfurt am Main sowie in Google Scholar. Danach folgte eine Ausweitung der Suche nach dem Schneeballprinzip, indem mehrmals zitierte Studien und jene, die für die Beantwortung der Fragestellung besonders relevant erschienen, aufgenommen wurden. Dabei ergaben sich z.B. *Synergies und Trade-Offs von SDGs* als weiterer relevante Stichpunkt der Recherche. Neben den Literaturverzeichnissen der einschlägigen Studien bot die Plattform „<https://www.connectedpapers.com>“ einen weiteren Anlaufpunkt, um die Recherche auszuweiten. Aufgrund dieses Vorgehens erhebt diese Literaturstudie keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern die Methode ist vielmehr darauf ausgerichtet das bisher wenig beforschte Verhältnis zwischen globalen Nachhaltigkeitszielen (SDGs), partizipativen Verfahren (Citizen Science) und Digitalisierung beziehungsweise KI nachzugehen.

Die Annäherung an die Forschungsfrage beginnt mit einem Einblick in die SDGs und dem ihnen zugrundeliegenden Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Im Zuge der Einführung der SDGs entstanden die sogenannten SDG Interaction Studies, die Synergien und Zielkonflikte zwischen den SDGs thematisieren (2.1). Sie liefern zentrale Erkenntnisse zum Fortschreiten und über Rückschritte beim Erreichen der Nachhaltigkeitsziele. Anschließend wird deutlich, inwieweit digitale Technologien in der Agenda 2030 bereits zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele vorgesehen sind (2.2). Weiterführend geht es um die vielseitigen Facetten von Citizen Science (3) und die damit einhergehenden Chancen zur Förderung der SDGs. Hierzu zählt zum Beispiel, wenn Bürger:innen Daten für das Monitoring und Reporting der SDGs sammeln (3.1), die SDGs durch Citizen Science Forschung gefördert werden (3.2), Citizen Scientists Lösungen für wissenschaftliche und gesellschaftliche Probleme entwickeln (3.3) und sich Bürger:innen verstärkt in die Politik einbringen (3.4). Im Anschluss daran folgt ein Einblick in die Anwendungsbereiche digitaler Technologien in Citizen Science (3.5). Nach diesen Einführungen in die Themenfelder globaler Nachhaltigkeitsziele, Citizen Science und digitaler Technologien befassen wir uns in Kapitel 4 mit den Chancen dieser Ansätze (4.1) sowie mit bestehenden (globalen) Herausforderungen (4.2), wie diese aktuell bearbeitet werden und welche Ansatzpunkte bestehen um Zielkonflikten durch digitale Technologien entgegenzuwirken (4.3.). Im Fazit wird sodann der Versuch unternommen, die aufgeworfenen Fragen gebündelt zu beantworten. Zudem werden weiterhin offene Fragen identifiziert.

2. Die Sustainable Development Goals

Bei den 17 Zielen nachhaltiger Entwicklung, die auch unter dem Begriff *Sustainable Development Goals (SDGs)* bekannt sind, handelt es sich in erster Linie um Policy-Maßnahmen, die in globalen, nationalen, lokalen und regionalen Kontexten umgesetzt werden sollen. Sie lösten im Jahr 2015 die Millennium Development Goals (MDGs) ab und wurden im Rahmen der Agenda 2030 (UN General Assembly 2015) veröffentlicht. Die SDGs umfassen 169 Unterziele und 240 Indikatoren⁴ anhand derer eine Konkretisierung und Messung des Fortschritts der Agenda 2030 erfolgt. Die SDGs sind ein zentrales normatives und politisches Leitbild im Diskurs um nachhaltige Entwicklung, das für die sogenannten entwickelten und sich entwickelnden Länder anzuwenden ist (ebd.: 3).

Das normative Leitbild *der nachhaltigen Entwicklung*, wie es sich in den SDGs findet, ist, ganz in der anthropozentrischen Tradition der UN-Debatten insgesamt, auf die „Lebenssituation der heutigen Generation“ wie auch „die Lebenschancen zukünftiger Generationen“ ausgerichtet, die es nicht zu gefährden gilt (Grunwald/Kopfmüller 2022: 11). Beides soll dadurch erreicht werden, dass „soziale, wirtschaftliche und natürliche Grundlagen erhalten“ werden (ebd.). Nachhaltige Entwicklung umfasst somit einen komplexen Gestaltungsanspruch, der die Menschen als „Weltgesellschaft“ betrifft (ebd.: 16). Aus Perspektive der Nachhaltigkeitsforschung und Umweltsoziologie ist an den SDGs zudem bemerkenswert, dass

⁴ Die Angaben zu den Indikatoren variieren mitunter. Die Angabe der 240 Indikatoren ist hier: https://sdg-indikatoren.de/facts_agenda/ veröffentlicht. (Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

ökonomische, soziale und ökologische Ziele dabei integrativ verstanden werden und somit als unteilbar gelten und sich gegenseitig die Waage halten sollen (UN General Assembly 2015: 3).

Die Umsetzung dieser Nachhaltigkeitsziele ist aufgrund der „Vielfalt und Konfliktrichtigkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen“ ein komplexes Unterfangen, denn zum einen existieren „Ungewissheit und Unvollständigkeit des Wissens über die komplexen natürlichen und gesellschaftlichen Systeme und ihre Wechselwirkungen“ (Grunwald/Kopfmüller 2022: 16). Hinzu kommen teils unvereinbare Interessen und Bewertungen, die zu einer Begrenztheit der Steuerungsfähigkeit nachhaltiger Entwicklung führen. Zudem sind entsprechende Prozesse von einer Dualität begleitet, die sich aus den Ansprüchen einerseits des Erhalts natürlicher Ressourcen für zukünftige Generationen und andererseits durch heutige Entwicklungsziele ergibt, was gesellschaftliche Kontroversen und politische Konflikte hervorruft (ebd.: 12ff).

Vor dem Hintergrund der bestehenden Mehrfachkrisen (Bader et al. 2011) und deren Bearbeitung haben sich Strategien der sogenannten *ökologischen Modernisierung* als „ein größtenteils akzeptiertes Muster der Krisenbearbeitung herausgebildet“ (Brand/Görg 2002: 21). Mit dem Begriff der ökologischen Modernisierung beschreiben Christoph Görg und Ulrich Brand, dass zwar ein Wandel hin zu ökologischer Produktion und Konsumption stattfindet; allerdings werden dominierende Politikformen und der (kapitalistische) Markt dabei so wahrgenommen, dass sie ausreichende Möglichkeiten für gesellschaftlichen Wandel bzw. Modernisierung bieten, um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen (Brand 2010: 144f.) Brand und Görg (2002) argumentieren, dass sich jene Strategien ökologischer Modernisierung durchsetzen, die dazu beitragen „betriebswirtschaftliche Kosten [zu] senken [...] oder ein neues Absatzfeld für neue Technologien etc. eröffnen“ (Brand/Görg 2002: 21). Dabei wird eine Dominanz der ökonomischen Dimension deutlich, wenn soziale und ökologische Ziele zugunsten der „Kapital- und Standortkonkurrenz“ und auch zugunsten des Sicherheitsdiskurses untergeordnet werden, was globale Herrschaftsstrategien aufrechterhält. In der Folge wird die ursprüngliche Zielsetzung verkürzt (ebd.: 28).

Es stellt sich also die Frage, ob das Ziel der nachhaltigen Entwicklung auf eine ökologische Modernisierung im obigen Sinne verkürzt bleibt oder der Anspruch einer grundlegenden Transformation, wie er in der Agenda 2030 durch den Anspruch *Transforming our World* festgehalten ist, erfüllt wird (vgl. UN General Assembly 2015: 1,3). Im (nicht nur deutschsprachigen) Postwachstumdiskurs wird in Abgrenzung zu den dominanten Perspektiven der nachhaltigen Entwicklung und der ökologischen Modernisierung das normative Konzept einer *sozial-ökologischen Transformation* bevorzugt. Denn es ermöglicht „die Grenzen der weiterhin dominanten umweltpolitischen Perspektive einer »ökologischen Modernisierung« des Kapitalismus aufzuzeigen“ und „den Umfang der notwendigen Veränderungen zu verdeutlichen, die mit »ein bisschen mehr Öko« nicht erreichbar sind“ (Brand/Schickert 2019: 169).

An solche grundsätzlichen Fragen schließen Debatten um *Effizienz, Konsistenz und Suffizienz* an. Oliver Stengel (2011) setzt mithilfe dieser drei Nachhaltigkeitsstrategien an der These an, dass die Produktionslogik und das Konsumniveau kapitalistischer Wirtschaftsweisen der industrialisierten Länder als Treiber der ökologischen Krise bestimmt werden können. Stengel betont dabei die Bedeutung der Suffizienzstrategie, die „sich um einen genügsamen,

umweltverträglichen Verbrauch von Energie und Materie durch eine geringe Nachfrage ressourcenintensiver Güter und Dienstleistungen [bemüht]“ (ebd.: 140). Mit der Idee des freiwilligen Verzichts stellt sich Suffizienz gegen Wirtschaftswachstum. Die Effizienzstrategie, die mit ihrer Idee des Einsparens von ökologischen Ressourcen durch technische Weiterentwicklungen, und die Konsistenzstrategie, die durch technologische Innovationsprozesse auf die Wiederverwertbarkeit von Ressourcen setzt, arbeiten hingegen, so Stengel, zu Gunsten der Steigerung des Wirtschaftswachstums. Eine ähnliche Kritik verfolgen Brand und Görg (2002) bezüglich der sich eher durchsetzenden Strategien ökologischer Modernisierung. Trotz zentraler Kritikpunkte an den SDGs, zu denen beispielsweise die „Verwässerung“ ihrer Indikatoren und die Orientierung an Wirtschaftswachstum gehört (Gasper et al. 2019), gelten die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung durch ihre globale Tragweite als normativer *Game Changer* der nachhaltigen Entwicklung (Fukuda-Parr/Muchhala 2020: 9). In diesem Zusammenhang bilden die SDG Interaction Studies (Bennich et al. 2020) eine Grundlage, um Synergien und Zielkonflikte innerhalb und zwischen den SDGs in den Blick zu nehmen. Anhand der SDG-Interaktionen lässt sich letztendlich nachvollziehen, inwieweit durch die SDGs eine grundlegende Transformation angestoßen wird oder ob mit den SDGs das Paradigma der ökologischen Modernisierung fortgeführt wird.

2.1 Synergien und Zielkonflikte der SDGs

Ein erster Schritt in Richtung Transformation ist dadurch getan, dass die Agenda 2030 die globalen Ziele nachhaltiger Entwicklung entsprechend eines *integrativen Nachhaltigkeitsverständnisses* definiert. Integrative Nachhaltigkeitsansätze gehen von einem „dimensionenübergreifenden Charakter“ aus; wonach sich die „vielfältigen Verflechtungen zwischen den Dimensionen“ in „Nachhaltigkeitserwägungen nicht getrennt in den Dimensionen vornehmen“ lassen (Grunwald/Kopfmüller 2022: 91). Stattdessen sind Probleme bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen und Handlungsstrategien integrativ zu untersuchen (ebd., Kopfmüller 2001), wodurch Zielkonflikte und Priorisierungen vermieden werden sollen.⁵ Dabei baut der integrative Ansatz auf einer Kritik auf, die im Zusammenhang mit mehrdimensionalen Ansätzen entstanden ist. Wird das Zusammenspiel sozialer, ökologischer und ökonomischer Dimensionen nicht berücksichtigt, verbleiben im Fall von Konflikten zwischen Nachhaltigkeitszielen ausschließlich die Optionen Kompromisse zu finden oder Prioritäten zu setzen (vgl. Grunwald/Kopfmüller 2022: 91).

Bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Erreichen der SDGs wird ganz besonders darauf geachtet, wie sich die umzusetzenden Ziele positiv beeinflussen können, damit die Verflechtungen der SDGs und der integrative Charakter der Ziele verwirklicht werden. Somit sind Synergien zwischen den SDGs von großer Bedeutung und stehen im Fokus ihrer Umsetzung. Synergien entstehen, wenn beim Erreichen eines SDGs oder SDG-Unterziels positive Effekte für ein weiteres SDG-(Unterziel) erreicht werden. Beispielsweise finden sich

⁵ Hierzu ist auch nötig, disziplinäre Grenzen in der Wissenschaft zu überwinden, unterschiedliche Wirtschaftssektoren wie Mobilität, Energie und Landwirtschaft integrativ zu betrachten, Perspektiven gesellschaftlicher Akteure und interkulturelle Dimensionen von Nachhaltigkeit einzubeziehen und all dies anhand eines theoriegeleiteten Vorgehens (vgl. Grunwald/Kopfmüller 2022: 83).

zwischen SDG 4 (Hochwertige Bildung) und SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) Synergien, wenn eine verbesserte Bildung, die Aspekte formalen und informellen Lernens berücksichtigt, dazu beiträgt, Wissen über Nachhaltigkeit und Handlungsoptionen zu verbreiten, um durch nachhaltigeren Konsum den Klimawandel zu verlangsamen

Die sogenannten *SDG Interaction Studies* (Bennich et al. 2020) beschäftigen sich mit den Fragen, wie SDG-Interaktionen konzeptualisiert und anhand welcher Datenquellen und Analysemethoden sie untersucht werden können. Die Methoden der Wahl sind in der Regel quantitativ. Ein zweites zentrales Themenfeld dieser Forschungsrichtung umfasst Policy-Fragen, beispielsweise wenn es bei der gesamtgesellschaftlichen Umsetzung der SDGs zu spezifischen Herausforderungen kommt (ebd.: 12). Solche Herausforderungen entstehen u.a. dadurch, dass die erfolgreiche Umsetzung der SDGs von lokalen und regionalen Kontexten abhängt, die durch eine globale Analyse zu ergänzen ist, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten (vgl. Hegre et al. 2020: 3). Ein weiteres Forschungsfeld ist die Kontextualisierung von SDG-Interaktionen. So ist die geografische Ebene auch für die Bewertung der SDG-Umsetzung von zentraler Bedeutung, weil kontextspezifische sozial-ökologische Dynamiken Einfluss darauf haben, ob Synergien zwischen den SDGs möglich sind. Als weiterer Bereich ist die Policy-Priorisierung zu nennen – da die SDGs bis 2030 erreicht werden sollen und das Zeitfenster immer kleiner wird, gehen viele Nationalstaaten dazu über, bestimmte SDGs zu priorisieren. Mitunter wird zuvor analysiert, welche SDGs einen größtmöglichen positiven Effekt für einen Staat versprechen (vgl. für Brasilien Oliveira et al. 2019). Weiterhin stehen nationale Regierungen vor der Herausforderung die Perspektiven verschiedener Stakeholder:innen einzubeziehen. Einen letzten Schwerpunkt der SDG-Interaktionsforschung stellen das Monitoring und die Auswertung u.a. der integrativen Perspektive dar (Bennich et al. 2020: 8).

Obwohl der Großteil der Interaktionen zwischen und innerhalb der SDGs einen positiven Effekt hat, also Synergien mit sich bringt, bestehen vielfältige Zielkonflikte (trade-offs). Damit ist gemeint, dass manche SDGs in einem antagonistischen Verhältnis zueinander stehen (Fonseca et al. 2020: 11). Das Erreichen bestimmter SDGs bedeutet dann, dass es nicht möglich sein wird, bestimmte andere SDGs zu erreichen (Lusseau/Mancini 2019). Als Beispiel wird von Anne Warchold et al. (2020) der Zielkonflikt zwischen der Reduktion von Armut und der Reduktion des materiellen Fußabdrucks bzw. des Indikators 12.2.1 „Rohstoff-Fußabdruck pro Kopf und Rohstoff-Fußabdruck im Verhältnis zum BIP“ angeführt, denn beides lasse sich nicht gleichzeitig erreichen. Hinzu kommen methodische Herausforderungen, denn Armut sowie der materielle Fußabdruck können nicht mittels der gleichen Methoden errechnet und verglichen werden (Grunwald/Kopfmüller 2022: 83). Dies gilt zum Beispiel für „die von einer Siedlung verursachten CO₂-Emissionen, der [...] Wasserentnahme für die Landwirtschaft, die [...] Möglichkeiten der Partizipation oder die Einkommensverteilung“ (ebd.). Prajal Pradhan et al. (2017) argumentieren, dass es tiefere Veränderungen braucht, um die strukturellen Hindernisse zu überwinden, die anhand der Zielkonflikte deutlich werden. Hier kann das hegemoniale Wachstumspostulat kapitalistischer Gesellschaften genannt werden, welches sich ökologische und soziale Dimensionen der Nachhaltigkeit unterordnet (vgl. auch Abschnitt 2.2).

Exkurs: Um die Komplexität von Zielkonflikten nachzuvollziehen bietet sich eine vertiefende Auseinandersetzung mit SDG 12 (nachhaltige Produktion und nachhaltiger Konsum) an. Für SDG 12 sind die meisten Interaktionen mit anderen SDGs nachgewiesen (Scharlemann et al. 2020). Gleichzeitig ist das SDG 12 eines der einflussreichsten SDGs (Lecina 2020; Türkeli 2020) und somit zentral für den Erfolg der Agenda 2030. Allerdings entwickelt sich die Umsetzung dieses SDGs negativ (Hegre et al. 2020). Hinzu kommt, dass SDG 12 nur selten von Nationalstaaten priorisiert wird (Forestier/Kim 2020). Im Rahmen der Studien bezüglich Policy relevanter Konflikte zeigen Forschungsergebnisse, dass SDG 12 (z.B. im Cluster mit SDG 10 und 13) die meisten Zielkonflikte mit anderen SDGs aufweist (Pradhan et al. 2017). Craig W. Hutton et al. (2018) zeigen für die Produktionsseite einen Zielkonflikt zwischen traditionellen und progressiven Anbauweisen in der Landwirtschaft (ebd.: 7). Zudem werden Bio-Produkte vorwiegend im Globalen Süden produziert, die Produkte aber überwiegend im Globalen Norden konsumiert (OECD 2016, Willer et al. 2022). Dies widerspricht den Unterzielen 12.2 (nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen) und 12.7 (in der öffentlichen Beschaffung nachhaltige Verfahren fördern). Zudem werden Suffizienz-Strategien in Ländern des Globalen Nordens nicht ernsthaft umgesetzt, da sie das Wirtschaftswachstum hemmen (Lecina 2020: 290f.) und somit nur schwer mit SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) zu vereinbaren sind.

2.2.1 Die Priorisierung von Zielkonflikten

Die Priorisierung der SDGs auf nationaler Ebene geht mit einer Hierarchisierung der Nachhaltigkeitsziele einher (vgl. Bennich et al. 2020: 6). Alternativen zur Priorisierung oder die Frage, ob durch eine Priorisierung von SDGs der integrative Nachhaltigkeitsanspruch gewahrt bleiben kann, sind kaum zu finden. Die Komplexität des Problems wird daran deutlich, dass Wechselwirkungen zwischen Synergien und Zielkonflikten auftreten können. So bringen zum Beispiel die oben erwähnten Synergien zwischen Bildung (SDG4) und nachhaltigem Konsum (SDG12) auch Widersprüche mit sich, denn ein hohes Umweltbewusstsein führt „nicht zwangsläufig zu nachhaltigem Konsum, und ein niedriges Umweltbewusstsein schließt nachhaltigen Konsum nicht per se aus“ (Blättel-Mink 2010).

David Lusseau und Francesca Mancini (2019) empfehlen Priorisierungen der SDGs entsprechend der Einkommen verschiedener Länder vorzunehmen.⁶ Grundlage hierfür ist eine Netzwerkanalyse anhand von Daten der Weltbank, die ergab, dass in Ländern mit geringem Einkommen deutlich weniger bis keine Zielkonflikte zwischen den SDGs auftreten. Lusseau und Mancinis Analyse zufolge könnten alle 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung in Ländern mit geringem Einkommen ohne besondere Zielkonflikte umgesetzt werden.⁷ Eine Schlussfolgerung, die qualitativ zu validieren ist – für jedes einzelne Land.

⁶ Der Weltbank folgend unterscheiden sie: „low, lower-middle, upper-middle, and high [income countries] based on GNI/capita“ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/378833-how-are-the-income-group-thresholds-determined> (Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

⁷ Als Grundlage der Berechnung nutzen sie den von der Weltbank vorgeschlagenen Indikator „Gross National Income“ (GNI). Zuvor wurde das „Gross National Product“ (GNP) als Rechengrundlage genutzt; s.

Die Priorisierung der SDGs in Relation zum Einkommen verschiedener Nationalstaaten thematisieren auch Oana Forestier und Rakhyun E. Kim (2020). Sie fanden heraus, dass 16 der 19 von ihnen analysierten Länder ein oder mehrere SDGs priorisieren (durchschnittlich 4,7 SDGs pro Land). SDG 1 (keine Armut) und 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) werden vom Großteil der Länder priorisiert (10 von 19 Ländern), diese SDGs können sich gegenseitig bedingen und unterstützen. SDG 1 priorisieren die Länder unabhängig davon, zu welcher Einkommensgruppe sie gehören. SDG 8 wird vor allem von Ländern mit hohem Einkommen priorisiert, was sich in die Erkenntnis einreicht, dass wohlhabende Länder ökonomische Ziele vor Umweltzielen priorisieren. Keines der Länder mit niedrigem oder mittlerem Einkommen priorisiert SDG 12, ein Drittel der Länder mit hohem Einkommen tun dies. SDG 5 (Geschlechtergleichheit) und 10 (weniger Ungleichheit) werden in Ländern mit niedrigem Einkommen wenig priorisiert; in jenen Ländern mit hohem Einkommen dagegen viel. Länder mit hohem Einkommen priorisieren zudem mehr SDGs als Länder mit niedrigem oder mittlerem Einkommen (ebd.:1271-1273).

Exkurs: Wie bereits Debatten um das *Gross Domestic Product* (GDP), also das Bruttoinlandsprodukt (BIP) zeigen, ist das nationale Einkommen, wie es in diesen Studien als Referenz herangezogen wird, wenig hilfreich, wenn ein komplexitätsangemessener Blick auf Einkommensunterschiede und Ungleichheit geworfen wird. Es braucht alternative Indikatoren zu jenen, die auf das nationale Einkommen und Unterschiede zwischen den Ländern fokussieren, wenn Ungleichheiten sowie soziale und ökologische Ziele einbezogen werden sollen. Denn das BIP (Kubiszewski et al. 2013) fokussiert ausschließlich auf Produktion und Konsum und kann somit dem integrativen Nachhaltigkeitsansatz der SDGs nicht gerecht werden. So erhöhen Ölkatastrophen aufgrund der Kosten für Aufräumarbeiten und Sanierungsmaßnahmen das BIP (Costanza et al. 2004). Wenn hingegen das Gemüse aus dem Garten einer Subsistenzwirtschaft zum Kochen verwendet wird, trägt dies im Gegensatz dazu, wenn Gemüse aus dem Supermarkt verkocht wird, nicht zur Erhöhung des BIP bei (vgl. ebd.). Es deutet sich an, dass zur Berechnung von Einkommen, Ungleichheit und im Zusammenhang mit Zielkonflikten weitere Indikatoren erforderlich sind, um die Komplexität dieser Prozesse zu fassen. Hierfür werden u.a. der *Genuine Progress Indikator* (ebd.) oder der *Gini-Koeffizient* (für die Anwendung auf die SDGs siehe z.B. Smith/Rey 2018) vorgeschlagen. Auf dieser Grundlage wird es möglich, nationale und regionale Ungleichheiten zu erfassen, um die Fortschritte von Entwicklungsprogrammen nachzuverfolgen und Policy-Maßnahmen anzupassen. Hierzu bietet sich außerdem die Verwendung einer *Spatial Decomposition* des Gini-Koeffizienten an, die in Kombination mit der *Moran I-Methode* umgesetzt werden kann (ebd.).

Wie die Priorisierung der SDGs auf nationaler Ebene erfolgt, ohne dass Einkommen und Einkommensungleichheiten den zentralen Referenzrahmen bilden, zeigt eine Studie von Agatha Oliveira et al. (2019). Um SDGs für Brasilien zu priorisieren, thematisieren sie anstatt der Zielkonflikte gesellschaftliche Konflikte wie zum Beispiel die Korruption oder das Abbrennen des Regenwaldes trotz gesetzlichen Verbots (ebd. 23f.). Anhand von Mixed-

<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/378832-what-is-the-world-bank-atlas-method>
(Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

Methods identifizieren sie die SDGs mit dem höchsten Synergie-Potential für Brasilien. Hierfür arbeiten Oliveira und Kolleg:innen mit den SDG-Unterzielen. Im Rahmen von SDG 12 sind dabei die Unterziele 12.3⁸ sowie 12.8⁹ von zentraler Bedeutung.

Durch eine Priorisierung der SDGs können global grundlegende Zielkonflikte umgangen werden. Dadurch wird fraglich, ob das „existentielle Problem“ des Klimawandels und die damit einhergehende Bedrohung der Grundlagen menschlicher Vergesellschaftung (Scheffer 2022) auf diese Art effektiv angegangen werden. Die Priorisierungen und Zielkonflikte erscheinen als Herausforderung bei der Umsetzung der SDGs. Die ursprüngliche Fragestellung danach, inwieweit digitale Technologien dazu beitragen (können) globale Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, lässt sich anhand dieser Erkenntnisse erweitern: Inwiefern tragen digitale Technologien dazu bei, die Zielkonflikte der SDGs zu bearbeiten?

2.2 Die Rolle von Technik und Technologien beim Erreichen der SDGs

Im Rahmen der SDGs wird das Potential von Technik und Technologien aufgegriffen, um verschiedene Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. So enthalten die meisten SDGs Unterziele, die eine Verbreitung, Modernisierung und Entwicklung von Technik und Technologien erfordern. Eine Durchsicht der SDGs zeigt, dass wenig bis gar nicht konkretisiert wird, inwiefern Digitalisierung und mittlerweile auch die sogenannte Künstliche Intelligenz (KI) dabei bedeutsam sind. Zwar werden Anwendungsbereiche wie zum Beispiel „handelsbezogene technische Hilfe“ (SDG 8.a) oder „Meerestechnologie“ (SDG 14.a) benannt, was jedoch wenig über die Funktionsweisen der verwendeten Technik und Technologien aussagt und diese höchstens erahnen lässt. Lediglich in den SDGs 4.b¹⁰, 5.c¹¹ und 9.c¹² wird konkretisiert, dass der Zugang zu Informations- und Kommunikationstechnologien verbessert werden soll. Werden die jeweiligen Unterziele erreicht, so ist eine zunehmende Nutzung digitaler Technologien aufgrund von Zielen wie Technologieentwicklung, -kapazitätsausbau und -modernisierung (vgl. SDGs 2.5, 7.b., 8.2, 9.b, 17.7) zu erwarten. Auch auf EU-Ebene nehmen Auseinandersetzungen über die Verbindung zwischen Nachhaltigkeitszielen und digitalen Technologien zu.¹³

⁸ SDG 12.3: „Bis 2030 die weltweite Nahrungsmittelverschwendung pro Kopf aus Einzelhandels- und Verbraucherebene halbieren und die entlang der Produktions- und Lieferkette entstehenden Nahrungsmittelverluste einschließlich Nachernteverlusten verringern.“, <https://sdg-indikatoren.de/12/>

⁹ SDG 12.8: „Bis 2030 sicherstellen, dass die Menschen überall über einschlägige Informationen und das Bewusstsein für nachhaltige Entwicklung und eine Lebensweise in Harmonie mit der Natur verfügen“

¹⁰ Bis 2020 weltweit die Zahl der verfügbaren Stipendien für Entwicklungsländer, insbesondere für die am wenigsten entwickelten Länder, die kleinen Inselentwicklungsländer und die afrikanischen Länder, zum Besuch einer Hochschule, einschließlich zur Berufsbildung und zu Informations- und Kommunikationstechnik-, Technik, Ingenieurs- und Wissenschaftsprogrammen, in entwickelten Ländern und in anderen Entwicklungsländern wesentlich erhöhen

¹¹ Eine solide Politik und durchsetzbare Rechtsvorschriften zur Förderung der Gleichstellung der Geschlechter und der Selbstbestimmung aller Frauen und Mädchen auf allen Ebenen beschließen und verstärken

¹² Den Zugang zur Informations- und Kommunikationstechnologie erheblich erweitern sowie anstreben, in den am wenigsten entwickelten Ländern bis 2020 einen allgemeinen und erschwinglichen Zugang zum Internet bereitzustellen

¹³ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2020/12/17/digitalisation-for-the-benefit-of-the-environment-council-approves-conclusions/>, zuletzt eingesehen am 20.12.2022

Eine Durchsicht der technikbezogenen SDGs ergibt, dass Technologien ausschließlich als Enabler (Ermöglicher) beim Erreichen ökonomischer, sozialer und ökologischer Ziele verstanden werden. Auch die von der UN geförderten Ansätze *AI for Good* und *AI for SDGs* (Floridi et al. 2018; Vinuesa et al. 2020) entsprechen einer technioptimistischen Enabler Perspektive (vgl. Sætra 2021: 16).¹⁴ Technologische Modernisierung und Innovationen sollen beispielsweise dazu beitragen Wachstum und Produktivitätssteigerung zu generieren (vgl. SDG 8.2)¹⁵, um folglich ökonomische Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und ergänzend internationalen Handel zu fördern um dadurch Armut zu reduzieren (UN General Assembly 2015: 29)¹⁶. Die Priorisierung ökonomischer Ziele war ebenfalls in den Aushandlungsprozessen der SDGs von besonderer Bedeutung (Gasper et al. 2019). Dies steht im Zusammenhang mit der Effizienz- und Innovationsorientierung bei der Umsetzung bestimmter SDGs und der daraus zu erwartenden Rebound-Effekte. Wie die Arbeit von Tilman Santarius (2015) zeigt, gehen Effizienzsteigerungen allerdings nicht selbstverständlich mit Energie- und Ressourceneinsparungen einher, im Gegenteil (ebd.: 39, 48f.). Die Zunahme (effizienter) Technologien kann Rebound-Effekte verstärken und auch die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch erschweren, weil „der zunehmende Einsatz und die Optimierung von Technologien eine zentrale Triebkraft hinter dem Wachstum der Wirtschaft darstellen“ (ebd.: 283).

In der Verbindung von Technik, Technologie und ökologischen Nachhaltigkeitszielen anhand der SDGs 9.4¹⁷ und 12.a¹⁸ wird das Ziel gesetzt, umweltverträgliche Technologien und Industrieprozesse zu entwickeln (SDG 9.4) und es wird davon ausgegangen, dass eine Steigerung technologischer Kapazitäten zu einem „Übergang zu nachhaltigeren Konsum- und Produktionsmustern“ (SDG 12.a) beiträgt, wobei nicht definiert ist, was als umweltverträglich gilt. Aus Perspektive der sozialen Nachhaltigkeitsziele fällt auf, dass beim Voranbringen von Technik und Technologien insbesondere die sogenannten Entwicklungsländer unterstützt werden sollen. Hier deuten sich zweierlei (Ziel-)Konflikte an. Zum einen existiert ein asymmetrisches Verhältnis zwischen jenen Ländern, in denen technologische Entwicklung maßgeblich vorangetrieben wird und den sogenannten Entwicklungsländern, die bei der Implementierung von Technik und Technologien zu unterstützen sind. Die sogenannten Entwicklungsländer werden zumeist als hilfe- und unterstützungsbedürftig dargestellt, wenn es um Technologieentwicklung, -modernisierung und Verbreitung in unterschiedlichen Bereichen

¹⁴ Dabei sind positive wie negative Auswirkungen von KI auf die SDGs festzustellen (Vinuesa et al. 2020). Henrik Skaug Sætra (2021) merkt dazu an, dass der mehrdimensionale Impact von KI auf die SDGs zu untersuchen ist, um die Qualität besonders der negativen Auswirkungen in soziotechnischen Systemen realistisch einzuschätzen und angemessen zu reflektieren, wenn manche Gruppen oder Nationalstaaten stärker von KI profitieren als andere (ebd.: 16)

¹⁵ Eine höhere wirtschaftliche Produktivität durch Diversifizierung, technologische Modernisierung und Innovation erreichen, einschließlich durch Konzentration auf mit hoher Wertschöpfung verbundene und arbeitsintensive Sektoren

¹⁶ „International trade is an engine for inclusive economic growth and poverty reduction, and contributes to the promotion of sustainable development.“ (UN General Assembly 2015)

¹⁷ Bis 2030 die Infrastruktur modernisieren und die Industrien nachrüsten, um sie nachhaltig zu machen, mit effizienterem Ressourceneinsatz und unter vermehrter Nutzung sauberer und umweltverträglicher Technologien und Industrieprozesse, wobei alle Länder Maßnahmen entsprechend ihren jeweiligen Kapazitäten ergreifen

¹⁸ Die Entwicklungsländer bei der Stärkung ihrer wissenschaftlichen und technologischen Kapazitäten im Hinblick auf den Übergang zu nachhaltigeren Konsum- und Produktionsmustern unterstützen

und Sektoren wie „einheimische“ Technologieentwicklung (SDG 9.b), dem Kapazitätsaufbau von Wasserwiederaufbereitungs- und -wiederverwertungsanlagen (SDG 6.a), den Energiesektor (SDG 7.b), Industriesektoren (SDG 7.b), den Handel (SDG 8.a), umweltverträgliche Industrieprozesse (SDG 9.4) oder die Baubranche (SDG 11.c) geht. Inwiefern die lokalen Gemeinschaften in den sogenannten Entwicklungsländern bei der Anwendung und Entwicklung von Technik und Technologien einbezogen werden sollten, wird nicht thematisiert. Lediglich in den SDGs 14.a („Weitergabe von Meerestechnologien“), 17.16. („Austausch von Technologien und finanziellen Ressourcen zum Erreichen von Nachhaltigkeitszielen“) und 17.17. („Erarbeitung eines globalen Mechanismus zur Technologieförderung“) scheint diesen Ländern zumindest sprachlich auf Augenhöhe begegnet zu werden. Ein Empowerment der jeweiligen Länder ohne Hilfe und Unterstützung anderer Länder, scheint nicht angestrebt zu werden. Die Durchsicht der SDGs mit Technikbezug deutet somit an, dass (neo-)koloniale Strukturen durch den starken Technik- und Technologiefokus fortgeführt werden (könnten) (vgl. auch Abschnitt 4.2).

Angesichts dieser Ergebnisse liegt die Schlussfolgerung nahe, dass aus Perspektive ökologischer Nachhaltigkeitsziele ein Zielkonflikt mit ökonomischen Wachstums- und Nachhaltigkeitszielen besteht. Die Entwicklung, Modernisierung und der Kapazitätsausbau von Technik und (digitalen) Technologien sowie algorithmischen Systemen erfordert den zunehmenden Abbau und die Verarbeitung von endlichen Ressourcen (vgl. Henderson et al. 2020). Zudem könnten weitere Zielkonflikte auftreten, wenn diskriminierten oder vulnerablen Gruppen wie z.B. Frauen aufgrund bestehender sozialer Hierarchien oder zugunsten ökologischer Ziele der Zugang zu Technologien verwehrt oder nur verlangsamt ermöglicht würde (vgl. SDG 5.c).

3. Sustainable Development Goals und Citizen Science

Wie das vorige Kapitel zeigt, bestehen neben den Synergien zwischen den meisten SDGs auch Zielkonflikte, die zwar seltener auftreten, aber dennoch so grundlegend sind, dass sie den integrativen Nachhaltigkeitsansatz der Agenda 2030 bisher nicht erfüllen. Ein vielversprechender Ansatz um die angedeuteten Zielkonflikte zu bearbeiten, findet sich im Rahmen partizipativer Methoden wie *Citizen Science*. Dabei werden Bürger:innen in zumeist lösungsorientierte Forschungsprozesse eingebunden. Citizen Science wird von der Politik unterstützt und gefördert¹⁹ und wird auch mit den SDGs verbunden, deren erfolgreiche Umsetzung ein großes öffentliches Engagement erfordert (West/Pateman 2017).

Partizipative Forschung oder explizit Citizen Science sind in der Agenda 2030 nicht vorgesehen. Wenn es dort um die Belange von Bürger:innen geht, so stehen vor allem Auswirkungen von Naturkatastrophen, Klimawandel und die Erschöpfung natürlicher Rohstoffe auf gesellschaftliche Zusammenhänge sowie Toleranz für Diversität und globale Solidarität im Fokus (UN General Assembly 2015: 5, 10, 11, 31). Darüber hinaus haben

¹⁹ Ein Beispiel hierfür ist der Koalitionsvertrag der Deutschen Bundesregierung für die Wahlperiode 2021-2025 (2021)

Bürger:innen und ihre Interessenvertretungen im Vorlauf- und Aushandlungsprozess zu den SDGs eine zentrale Rolle gespielt:

„*The goals and targets are the result of over two years of intensive public consultation and engagement with civil society and other stakeholders around the world, which paid particular attention to the voices of the poorest and most vulnerable*“ (UN General Assembly 2015: 3).²⁰

Eine Verbindung zwischen Citizen Science und SDGs zeigen mehrere Studien hinsichtlich des Monitorings und der Förderung der SDGs auf. Zudem entstehen erste Rahmenprogramme, um eine stärkere Einbindung von Citizen Science in Politik-Zyklen zu integrieren, die nach ersten Studien zu einer besseren Umsetzung der Agenda 2030 führen können (Shulla et al. 2020). Die Digitalisierung ist dabei von zentraler Bedeutung, weil im Rahmen digitaler Transformation neue Möglichkeiten der Datenerhebung und -auswertung entstehen (vgl. Fritz et al. 2019).

Die hier skizzierten Punkte werden im Folgenden weiter ausgeführt, um zu erörtern, inwieweit Citizen Science und deren digitalisierte Umsetzung zum Erreichen der SDGs eingesetzt wird. Während ähnliche Verfahren aus der transdisziplinären Forschung eine repräsentationsbasierte Einbindung von Stakeholder:innen anstreben, die einer methodengeleiteten Auswahl relevanter Gruppen folgt (Bergmann et al. 2012), so handelt es sich bei Citizen Science um einen *Community Based Approach*, der davon ausgeht, dass jede Person einen relevanten Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung beisteuern kann (Pettibone et al. 2018).

Citizen Science hat zum Ziel, Bürger:innen an der wissenschaftlichen Forschung zu beteiligen und greift dabei auf ihre Expertise zurück (vgl. Bonn et al. 2016). Die partizipative Forschung mit Bürger:innen eröffnet wichtige Einblicke in ihre Lebenswelten und ermöglicht auf quantitativer Ebene umfassende Forschungen mit großen Datensätzen oder auf qualitativer Ebene Datenerhebung in Bereichen zu denen Wissenschaftler:innen teilweise keinen Zugang haben (ebd.: 19). Die Bürgerwissenschaftler:innen bzw. Citizen Scientists können also erstens einen Beitrag zur Datenerhebung und teilweise auch -auswertung leisten, meistens indem sie Beobachtungen im öffentlichen Raum durchführen und dokumentieren (*Contributory*).²¹ Diese Form von Citizen Science wird auch im Kontext der SDGs angewandt, um die Quantifizierung bestimmter Phänomene (z.B. Lebensmittelverluste und -verschwendung entlang von Lieferketten) zu ermöglichen (vgl. Pateman et al. 2020: 8–11). Bei diesem besteuernden oder *Contributory*-Ansatz spielen digitale Technologien eine zentrale Rolle. Anwendungen, die unter dem Stichwort der Künstlichen Intelligenz (KI) zusammengefasst werden, wie das Machine Learning, kommen zur Anwendung. Zum Beispiel trainieren Citizen Scientists die

²⁰ Zugleich äußern beteiligte Stakeholder:innen aus der Zivilgesellschaft Kritik an den Ergebnissen dieser Aushandlungsprozesse. Sie argumentieren insbesondere, dass die Aussagekraft der mitunter hart verhandelten Unterziele sich in den Indikatoren nicht wiederfindet (vgl. Gabizon 2016) oder dass industrielle Interessen mitunter nicht mit Zielen nachhaltiger Produktion und nachhaltigen Konsums vereinbar sind, wodurch letztendlich ebenfalls eine Abschwächung der SDGs erfolgt ist (vgl. Gasper et al. 2019).

²¹ Zum Beispiel die Erfassung des Gesundheitszustandes von Bäumen: <https://www.buergerschaffenwissen.de/projekt/mainstadtbaum-frankfurt-wie-geht-es-den-baeumen>, (Zuletzt abgerufen am 30.01.2023)

sogenannten selbstlernenden Algorithmen, damit diese Inhalte auf Fotos erkennen und kategorisieren.²²

Eine zweite Möglichkeit Citizen Science umzusetzen, besteht darin, Forschungsvorhaben in *Co-Creation* oder *kollaborativ* mit Citizen Scientists zu entwickeln. Diese Vorgehensweise fördert ein tiefgreifendes Verständnis in der wissenschaftlichen Forschung sowie bei den Citizen Scientists. Es ist vorteilhaft bei der Suche und Implementierung von Lösungen (besonders in lokalen Kontexten) und fördert die Teilnahmemotivation im Vergleich zu Contributory-Ansätzen (Asingizwe et al. 2020: 21; Pateman et al. 2020).

Bei der Konzeptualisierung entsprechender Projekte bieten das Grünbuch Citizen Science sowie die zehn Citizen Science Prinzipien grundlegende Orientierung (Bonn et al. 2016; ECSA 2015). Ergänzend kann auf Erfahrungen aus transdisziplinären Projekten aufgebaut werden. Dies gilt besonders bei *Co-Production* von Forschungsprojekten sowie der *Co-Dissemination*, also der kollaborativen Umsetzung von Problemlösungen (Pettibone et al. 2018). Des Weiteren wird Citizen Science auch als Teil von *Open Science* verstanden (Hecker et al. 2018, 2019). Der Begriff Open Science bezeichnet transparentes und zugängliches Wissen, das kollaborativ in Netzwerken entwickelt und geteilt wird. Die Relevanz dieser Forschungsrichtung erkennen zentrale regierungsnahе und politische Institutionen an. Hierzu zählen die europäische Kommission, das europäische Parlament, die Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), die Vereinten Nationen und die Weltbank (Vicente-Saez/Martinez-Fuentes 2018).

Während Citizen Scientists zunächst in naturwissenschaftlichen Disziplinen wie Ornithologie, Paleontologie, Astronomie oder Atmosphärenwissenschaften Daten erhoben, weitet sich der Anwendungsbereich auf andere Forschungsbereiche aus. In der Botanik und Herpetologie (Amphibienforschung) entstanden erfolgreiche Projekte (Bonney et al. 2009). Mittlerweile finden sich Citizen Science Projekte ebenfalls in der Medizin (Asingizwe et al. 2020), im Bereich nachhaltige Landwirtschaft (Ebitu et al. 2021) und in den Sozialwissenschaften (Franzen/Hilbrich 2015; Tauginienè et al. 2020). Neben der wissenschaftlichen Forschung trägt Citizen Science auch dazu bei, Gemeinschaften (Communities) zu empowern, sowie Bildung und soziale Teilhabe von Bürger:innen zu stärken. Zudem wird Citizen Science ausgeweitet auf verantwortungsbewusste und transparente Regierungsführung (Governance) (Shulla et al. 2020) und eine Sensibilisierung öffentlicher Bediensteter für bestimmte Themen (Ballerini/Bergh 2021).

3.1 Monitoring und Reporting der SDGs durch Citizen Science

Die häufigste Verbindung zwischen den SDGs und Citizen Science entsteht entlang der Frage, wie Citizen Science zum *Monitoring* der SDGs beitragen kann. Wie Raymond Saner et al. (2019) ausführen, wird der Monitoring-Begriff insgesamt jedoch uneinheitlich genutzt. Es kommt zu einer Zusammenführung der Begriffe Monitoring und Reporting (ebd.: 483f.). Auf

²² Zum Beispiel: FIUME – _Flood Monitoring: <https://lab.citizenscience.ch/de/project/153> oder Snake Identification: <https://lab.citizenscience.ch/de/project/83>, Flood Finder: <https://lab.citizenscience.ch/de/project/407> (Zuletzt abgerufen 30.01.2023)

globaler Ebene ist das Reporting und Monitoring der SDGs nicht standardisiert, sodass entsprechende Prozesse bestimmten Stakeholder:innen wie den *National Statistic Offices* (NSOs), Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) und Unternehmen überlassen bleiben (Fritz et al. 2019). Zudem sind für das Monitoring und Reporting der SDGs eine hohe Datenqualität, aktuelle und zugängliche Daten erforderlich, die jedoch nicht immer verfügbar sind (Sprinks et al. 2021).

Die verschiedenen Citizen Science-Formate (Contributory, kollaborativ) können bei der Datenerhebung für das Reporting und Monitoring hilfreich sein: Beispielsweise, indem Bürger:innen Daten zu den unterschiedlichen SDG-Indikatoren erheben. So können Datenlücken der offiziellen Statistik gefüllt und die Daten der NSOs validiert werden (Fritz et al. 2019). Auf globaler Ebene können besonders beisteuernde (Contributory) Citizen Science Projekte das Ziel des Reportings oder Monitorings unterstützen. Auf nationaler und regionaler Ebene bieten sich Projekte an, bei denen Bürgerwissenschaftlicher:innen entweder kollaborativ beteiligt oder durch die *Co-Creation* von Forschungsprojekten eingebunden sind, um beispielsweise lokale Probleme zu identifizieren (West/Pateman 2017). Insbesondere kollaborative und Co-Creation-Forschungen könnten dazu beitragen, dass durch den Einbezug von Bürger:innen lokale Zielkonflikte sichtbar und bearbeitbar werden (vgl. Schneider et al. 2019, und weiterführend Abschnitt 4.3).²³

Wenn Citizen Science herangezogen wird, um das Monitoring und Reporting der SDGs zu unterstützen, so gilt es zunächst ein Format zu finden, um die von NSOs und Bürger:innen gesammelten Daten zusammenzuführen. Erst dann können umfassende Erkenntnisse zu Fort- und Rückschritten der jeweiligen SDG-Indikatoren entstehen (Ballerini/Bergh 2021). Ein Anknüpfungspunkt um NSO und Citizen Science-Daten zu verbinden bestünde darin gemeinsame Dimensionen zwischen „traditionellen“, also statistischen Daten und Daten aus Citizen Science Projekten zu identifizieren. Nach Steffen Fritz et al. (2019: 924ff.) bieten räumliche, zeitliche, thematische, prozessuale Dimensionen sowie das Daten Management dafür eine Grundlage.

Das Monitoring der SDG-Indikatoren unterstützt Citizen Science bereits für die Indikatoren

- 9.1.1 (Anteil der ländlichen Bevölkerung, der höchstens 2km von einer ganzjährig befahrbaren Straße entfernt lebt),
- 14.1.1 (Küsteneutrophierungsindex und Konzentration von Plastikmüll),
- 15.5.1 (Waldfläche im Verhältnis zur gesamten Landfläche),
- 15.1.2 (Von Schutzgebieten erfasster Anteil, der für biologische Vielfalt der Land- und Süßwasserökosysteme bedeutsamen Gebiete, nach Art des Ökosystems),
- 15.4.1 (Von Schutzgebieten erfasster Anteil, der für die biologische Vielfalt bedeutsamen Gebieten in den Bergen).

Prognosen ergeben, dass Citizen Science zum Monitoring von insgesamt 76 SDG-Indikatoren verwendet werden können (Fraisl et al. 2020: 1740). Bezüglich SDG 4 (Bildung), SDG 10 (weniger Ungleichheit) und SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) sehen Dilek Fraisl

²³ In diesem Zusammenhang bietet die Verbindung von SDGs und Citizen Science in Monitoring-Prozessen die Gelegenheit einer Erneuerung des „Environmental Monitoring“ an, wobei auch die häufig vernachlässigten ländlichen Gegenden von Bedeutung sind (Ferrari et al. 2021).

et al. (2020) die folgenden Unterziele und Indikatoren als Anknüpfungspunkte für das Monitoring:

- 4.2.1 (Schulabschlussquote in Grundschule, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II),
- 4.a (Bildungseinrichtungen bauen und ausbauen, die kinder-, behinderten- und geschlechtergerecht sind und eine sichere, gewaltfreie, inklusive und effektive Lernumgebung für alle bieten),
- 10.3 (Chancengleichheit gewährleisten und Ungleichheit der Ergebnisse reduzieren, namentlich durch die Abschaffung diskriminierender Gesetze, Politiken und Praktiken und die Förderung geeigneter gesetzgeberischer, politischer und sonstiger Maßnahmen in dieser Hinsicht),
- 12.1 (Den Zehnjahres-Programmrahmen für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster umsetzen, wobei alle Länder, an der Spitze die entwickelten Länder, Maßnahmen ergreifen, unter Berücksichtigung des Entwicklungsstands und der Kapazitäten der Entwicklungsländer),
- 12.2 (Bis 2030 die nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen erreichen),
- 12.3 (Bis 2030 die weltweite Nahrungsmittelverschwendung pro Kopf auf Einzelhandels- und Verbraucherebene halbieren und die entlang der Produktions- und Lieferkette entstehenden Nahrungsmittelverluste einschließlich Nachernteverlusten verringern),
- 12.5 (Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich verringern),
- 12.6 (Die Unternehmen, insbesondere große und transnationale Unternehmen, dazu ermutigen, nachhaltige Verfahren einzuführen und in ihre Berichterstattung Nachhaltigkeitsinformationen aufzunehmen) und
- 12.7 (In der öffentlichen Beschaffung nachhaltige Verfahren fördern, im Einklang mit den nationalen Politiken und Prioritäten).

Ein erster Schnittpunkt zwischen den SDGs und Citizen Science besteht also darin, dass Daten aus Citizen Science Projekten zum Reporting und Monitoring der SDGs beitragen, wodurch Fort- und Rückschritte anhand der jeweiligen SDG Indikatoren sichtbar werden (Fritz et al. 2019; Queiruga-Dios et al. 2020: 4).

James Sprinks et al. (2021) unternahmen den Versuch eines *Impact Assessments* von Citizen Science auf das Erreichen der SDGs. Anhand einer Befragung von Citizen Science-Projekt-Koordinator:innen fanden sie heraus, dass erstens der Einfluss von Citizen Science auf die SDGs am einfachsten abzuschätzen ist, wenn das Thema eines Projekts in direkter Relation zu den SDG-Indikatoren steht. Ein zweiter Ansatz, den Impact von Citizen Science Forschung auf die SDGs festzustellen, besteht darin Citizen Science Forschung mit anderen wissenschaftlichen Methoden zu vergleichen. Wenn dabei unterschiedliche Citizen Science Projekte miteinander verglichen werden, schätzen die Koordinator:innen dies jedoch kritisch ein. Unterschiedliche Ansätze der Citizen Science Forschung sollen nicht gegeneinander ausgespielt werden. Ein dritter Aspekt umfasst, die Evaluation im Sinne einer

Folgenabschätzung zwischen Citizen Science und den SDGs auszubauen. Dabei soll auf bestehende Techniken der Folgeabschätzung aufgebaut werden (ebd.: 12).

Das *Gender Impact Assessment* (GIA) (Spitzner et al. 2020) könnte hierfür eine Orientierung bieten, besonders hinsichtlich SDG 5 (Geschlechtergleichheit). Meike Spitzner und Kolleg:innen erarbeiteten anhand des GIA, wie die lange als geschlechtsneutral betrachtete Klimapolitik synergetisch mit normativen Zielen der Geschlechtergerechtigkeit in Verbindung steht. Auf der Grundlage eines umfassenden Literaturreviews entwickelten sie eine Arbeitshilfe zur klimapolitischen Gleichstellungsprüfung und gleichstellungsorientierten Folgenabschätzung. Ob sich ein derartiges Impact Assessment zu den Auswirkungen von Citizen Science auf die SDGs übertragen ließe, ist bisher nicht erforscht. Dabei wäre auch zu prüfen, welche Anschlussmöglichkeiten an das Reporting und Monitoring der SDGs bestehen. Neben dem Monitoring und Reporting über die SDGs trägt Citizen Science auch konkreter zur Förderung der Ziele für nachhaltige Entwicklung bei, wie im folgenden Abschnitt ausgeführt wird.

3.2 Förderung der SDGs durch Citizen Science

Für die Förderung der SDGs erscheinen kollaborative Citizen Science besonders geeignet, weil sie die Beteiligten dazu motivieren die Nachhaltigkeitsziele in die Praxis umzusetzen. Dies zeigt ein Forschungsprojekt des Stockholm Environment Institute (SEI): Gemeinsam mit professionellen Wissenschaftler:innen identifizierten Citizen Scientists im Aida Flüchtlingscamp in der palästinensischen West Bank Abfall als größtes ökologisches Problem in der Region (West/Pateman 2017). Der vorhandene Müll wurde nicht regelmäßig eingesammelt und landete ohne Recycling auf der Deponie. Erhoben wurden der Umfang und Inhalt des Abfalls, der von den lokalen Haushalten generiert wurde. Die Bewohner:innen können diese Daten nun nutzen, um Geschäftsmodelle für Recycling, Kompostierung und Wiederverwendung aufzubauen. Citizen Science erhöht somit die Wahrscheinlichkeit belastbare Daten zu generieren, die einen direkten Nutzen für die Gemeinschaft haben und zudem zum Erreichen des SDGs 12.5²⁴ beitragen (ebd.).

Nicht jede Citizen Science Forschung nimmt explizit Bezug auf die SDGs, obwohl viele dieser Forschungen implizit zur Förderung der SDGs beitragen. So zum Beispiel eine Studie zur Kontrolle von Malaria in Ruanda (Asingizwe et al. 2020), die das Erreichen des SDG 3.3²⁵ unterstützt. Eine Begleitevaluation dieser Studie zeigt dabei die hohe Relevanz motivationaler Faktoren für die Teilnahme an Citizen Science Forschung (z.B. Curtis 2015; Lotfian et al. 2020). Ursache hierfür ist, dass die Beteiligung an der Forschung in der Freizeit und unentgeltlich erfolgt. Wie Domina Asingzwe et al. (2020) weiter zeigen sind kollaborative Prozesse besonders geeignet, um eine hohe Motivation zu generieren. Kollaborative oder Co-

²⁴ Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich verringern

²⁵ SDG 3.3: „Bis 2030 die Aids-, Tuberkulose- und Malariaepidemien und die vernachlässigten Tropenkrankheiten beseitigen und Hepatitis, durch Wasser übertragene Krankheiten und andere übertragbare Krankheiten bekämpfen“

Creation-Forschungsdesigns beziehen Bürger:innen zu wesentlichen Fragen im Forschungsprozess ein, wodurch die Bürgerwissenschaftler:innen selbst von den Projektergebnissen profitieren können (ebd.: 21).

Zu den motivationalen Faktoren zählt außerdem, dass die Beteiligung an der Forschung zentral geleitet ist durch Neugier und den Wunsch etwas Neues zu lernen sowie um Anderen, zum Beispiel Wissenschaftler:innen und Nachbar:innen, zu helfen. Die Motivation steht dabei auch mit kontextspezifischen Faktoren im Zusammenhang.²⁶ Eine langfristige Beteiligung entsteht durch die Möglichkeit Neues zu lernen, den Wissenschaftler:innen zu helfen in ausreichendem Maße Daten zu sammeln, durch erste Ergebnisse und die leichte Bedienbarkeit der benötigten Werkzeuge.²⁷ Zu den zentralen Motivationsfaktoren zählt außerdem, dass die Nützlichkeit des Projekts erkannt und erlebt wird. Auch die Erwartung, weitere Informationen zu erhalten, sobald das Projekt abgeschlossen ist, wirkt motivierend. Ein weiteres Ergebnis der Studie ist, dass durch die Kommunikation der ersten Zwischenergebnisse bei den Beteiligten Verhaltensänderungen auftraten, die das Erreichen der SDGs begünstigen.²⁸ Die beteiligten Bürger:innen erwarten eine Anerkennung ihrer Tätigkeiten, die nicht notwendigerweise materiell sein muss. Besonders wichtig sind Feedback-Möglichkeiten (z.B. per SMS), regelmäßige Besuche, Workshops und Erstattung von Fahrtkosten, um an Citizen Science-Workshops teilzunehmen (ebd.: 11).

Einige Motivationsfaktoren variieren entlang der Kategorien Alter und Geschlecht (Asingizwe et al. 2020: 19 ff.). Neugier und der Wunsch etwas Neues zu lernen, fanden sich vor allem bei jüngeren Teilnehmer:innen, während Ältere stärker motiviert waren etwas gegen ein bestimmtes Problem (wie hier Malaria) zu unternehmen. Auch bei der Kategorie Geschlecht gab es leichte Variationen. Obwohl die meisten Faktoren gleichermaßen von Frauen und Männern als motivierend angegeben wurden, findet sich ein Unterschied darin, dass Frauen stärker durch die Nützlichkeit des Projekts, leichte Benutzungsmöglichkeit der Werkzeuge und die Möglichkeit zu lernen motiviert waren. Männer hingegen waren durch die Ankerkennung ihres Engagements stärker motiviert (ebd.: 20ff.).

Zu den demotivierenden Faktoren gehörten Unklarheiten im Anwerbungsprozess (besonders: wie Personen Interesse zur Teilnahme bekunden können), Zeitmangel, hohes Alter und die Wahrnehmung, dass jüngere Menschen und Frauen leichter für entsprechende Aktivitäten abrufbar seien (ebd.: 12f.). Allerdings gaben nur wenige Teilnehmer:innen solche Barrieren an, weshalb hierzu weitere Forschung erforderlich ist. Als Gründe für den Abbruch der Beteiligung wurden Umzüge oder Krankheiten genannt. Probleme bei der Anwendung der notwendigen Tools und die Vermutung, dass die eigenständige Optimierung der Werkzeuge gegen die Regeln wäre, kamen als demotivierende Faktoren zur Sprache. Inwieweit diese Ergebnisse generalisierbar sind, müssten weitere Studien zeigen.

²⁶ Im Falle der Malaria-Forschung motivierte die Bürgerwissenschaftler:innen auch die persönliche Erfahrung mit schweren Malariaverläufen (Asingizwe et al. 2020).

²⁷ Die ersten Zwischenergebnisse des Malaria-Projekts beliefen sich auf Karten, die Gebiete anzeigten, die besonders dicht von Mosquitos besiedelt waren. Die leichte Bedienbarkeit von Werkzeugen beläuft sich in diesem Fall auf die Mosquito-Fallen, kann aber allgemein auch IKT-Technologien umfassen (ebd.)

²⁸ Die Verhaltensänderungen wirkten sich so aus, dass letztendlich weniger Malaria-Fälle auftraten, was das Erreichen des SDG 3.3 begünstigt.

Ein weiteres Projekt mit dem Titel „AQUA“ zeigt anschaulich wie SDG-Synergien durch Citizen Science angeregt werden. Dabei nehmen Schüler:innen gemeinsam an wissenschaftlichen und kulturellen Aktivitäten teil (Queiruga-Dios et al. 2020). Auch der Bezug zu SDG 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) wird durch Wasserversorgungssysteme in den Städten aus historischer und gesellschaftlicher Perspektive mit der Schulklasse erarbeitet u.a. durch die Reflektion der Lebensumstände jener Menschen, die keinen Zugang zu Trinkwasser haben. Mit dem Bezug auf SDG 15 (Leben an Land) wird die Wasserqualität in heimischen Flüssen und deren Bedeutung für die Gesundheit und biologische Umwelt thematisiert. Themenübergreifend werden außerdem die SDGs 3 (Gesundheit und Wohlergehen) und SDG 4 (Hochwertige Bildung) durch die Reflektion der Bedeutung von Hygiene und Gesundheit aufgegriffen. Das Projekt hatte auch einen positiven Einfluss auf SDG 5 (Geschlechtergleichheit), da die Schüler:innen (entgegen ihrer unbewussten Wahrnehmung) lernten, dass Frauen genauso qualifizierte Wissenschaftler:innen sein können wie Männer (ebd.: 6). Zahlreiche weitere Studien beispielsweise über *Food Loss and Waste* (Pateman et al. 2020) oder *Seafood Sleuthing* (Warner et al. 2019) verdeutlichen die Förderung der SDGs durch Citizen Science.

3.3 Entwicklung von Lösungen durch Citizen Science

Citizen Science Forschung soll Bürger:innen zugute kommen (ECSA 2015) und ist folglich lösungsorientiert ausgerichtet. Die „Hinwendung zu problemorientierten Lösungsansätzen auf der Basis von vernetzten wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Erkenntnissen“ ist im Grünbuch Citizen Science festgehalten und soll auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene umgesetzt werden (Bonn et al. 2016: 13).

Der Beitrag von Citizen Science zu einer sozial-ökologischen Transformation findet sich zum einen auf subjektiver Ebene, wenn ökologische und soziale sowie kulturelle Forschungsergebnisse miteinander in Verbindung gebracht werden und es zu nachhaltigen Verhaltensänderungen kommt (ebd.). Dabei gilt zu beachten, dass durch kollaborative Forschung bottom-up Lösungen entwickelt werden, die in *Communities* besser aufgenommen werden, da die vor Ort bestehenden Werte z.B. in Energiesparkonzepte integriert werden können (Wuebben et al. 2020: 15). Auf gesamtgesellschaftlicher und struktureller Ebene steht häufig die Politik im Fokus (ebd., Abschnitt 3.5). Inwieweit Citizen Science zur Bearbeitung der SDG-Zielkonflikte beitragen kann, wird dann im folgenden Kapitel erörtert (vgl. Abschnitt 4.3).

Die Verwirklichung der SDGs kann durch Citizen Science positiv beeinflusst werden, wenn diese Form partizipativer Forschung Veränderungen auf subjektiver Ebene hervorruft. Verhaltensänderungen von Bürger:innen sind auch in der Nachhaltigkeitsforschung ein relevantes Thema, was zum Beispiel die aktuelle Umweltbewusstseinsstudie (Stieß et al. 2022) zeigt. Umwelt- und Klimabewusstsein sowie -handeln hängen von verschiedenen Kategorien und Indikatoren ab. Dazu gehören Geschlecht, formale Bildung, Äquivalenzeinkommen und Gelegenheitsstrukturen für Nachhaltigkeit. Gelegenheitsstrukturen sind zum Beispiel vom Wohnort abhängig, wie anhand der unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten des ÖPNV

besonders deutlich wird. All diese Faktoren haben Einfluss auf die Vielzahl von (nicht-) nachhaltigen Verhaltensweisen (ebd.). Je nach Thema ist auch zu berücksichtigen, dass bestimmte Struktur- und Differenzkategorien Einfluss auf die Beteiligung bei Citizen Science Projekten und in diesem Zusammenhang auf die Umsetzung der SDGs haben können.

Verhaltensänderungen begreifen Phillips et al. (2018 in van Noordwijk et al. 2021) als „messbare Aktionen“, die aus dem Engagement von Bürger:innen resultieren und auch außerhalb der Citizen Science Forschung auftreten können. Verhaltensänderungen können politischen Aktivismus, Beteiligung am lokalen Umweltschutz oder Lebensstilveränderung begünstigen. Sie können von kurzer Dauer in Form einzelner Aktionen sein (z.B. Vogelhäuschen aufhängen), schrittweise Einstellungsänderungen oder langfristige Verhaltensänderungen umfassen. Letzteres beispielsweise, wenn über lange Zeiträume hinweg auf (Einweg-)Plastik verzichtet wird (van Noordwijk et al. 2021: 376). Ausgehend von Prinzipien der Verhaltenspsychologie argumentieren Toos (C.G.E.) van Noordwijk et al. (2021: 383), dass Verhaltensänderungen zumeist dann erfolgen, wenn die in Citizen Science Projekten geforderte Handlung einfach ist, Spaß macht und mit sozialen Normen kompatibel ist. Beinhalten Citizen Science Projekte einen sogenannten *Call to Action* begünstigt dies ebenfalls, dass die Teilnehmenden bewährte Verhaltensroutinen ändern. Werden Verhaltensänderungen im Rahmen von Citizen Science Projekten vorgeschlagen, so sollten diese zweckdienlich und (physisch wie finanziell) zugänglich sein. Dies ist insofern relevant, als dass die SDGs ohne nachhaltige Verhaltensänderungen kaum zu erreichen sein werden. Bei Contributory-Ansätzen ist anzumerken, dass eine Massenbeteiligung sich dazu eignet neue Teilnehmende zu erreichen. Die daraus resultierenden Verhaltensänderungen bleiben allerdings oberflächlich (ebd.).

Die Erwartung von Sarah West und Rachel Pateman (2017), dass Citizen Science einen positiven Einfluss auf das Umweltbewusstsein und -verhalten hat, bestätigen Studien wie zum Beispiel von Celia Evans et al. (2005), Anne H. Toomey und Margret C. Domroese (2013) und Annett Richter et al. (2016). Sie zeigen: Besonders, wenn ein intensiver Austausch zwischen Wissenschaftler:innen und Bürger:innen (in kollaborativen und Co-Creation Verfahren) stattfindet, zeigen die Bürger:innen im Anschluss ein höheres Umweltbewusstsein. Zentral hierfür ist, dass neues Wissen angeeignet wird. Zum anderen begünstigen emotionale und persönliche Erfahrungen das höhere Umweltbewusstsein (Schleicher/Schmidt 2020). Wenn Menschen zusätzlich einen besonderen Bezug zu einem Problem vor Ort haben, sind sie eher bereit ihr Verhalten nachhaltig zu ändern (van Noordwijk et al. 2021: 383).

Miguel Ángel Queiruga-Dios und Kolleg:innen (2020: 2) sehen in der Integration von Citizen Science Projekten in die Schulbildung eine besondere Gelegenheit, um das Umweltbewusstsein und -handeln wie auch die *Scientific Literacy* in allen ihren Dimensionen zu fördern. Indem Citizen Science Forschung Wissen generiert, fördert sie auch die Scientific Literacy der beteiligten Bürger:innen (vgl. Miller 1998). Scientific Literacy erzeugt ein Verständnis für wissenschaftliche Forschungsprozesse, ermöglicht Ergebnisse nachzuvollziehen und deren Aussagekraft einzuordnen. Werden zum Beispiel Schüler:innen an Citizen Science Projekten beteiligt, so verbessert sich ihre Einstellung gegenüber wissenschaftlichen Prozessen und Situationen (ebd.). Queiruga-Dios et al. (2020: 13f.) plädieren daher für eine Integration von Citizen Science in das formelle Bildungscurriculum. So können die Schüler:innen bereits früh

für Umweltthemen sensibilisiert und zugleich motiviert werden als Akteur:innen der sozial-ökologischen Transformation ihre Lebensführung nachhaltig auszurichten. Die Einbindung von Citizen Science Forschung in das Curriculum eröffnet zudem neue Möglichkeiten für das Reporting und Monitoring der SDGs (Eizaguirre et al. 2019; Fraisl et al. 2020; UN 2019).

3.4 Citizen Science und SDG-Policy Empfehlungen

Der Einfluss von Citizen Science geht im Idealfall über die subjektive Ebene hinaus. Zum Beispiel, wenn die Ausrichtung partizipativer Forschung zur Demokratisierung beiträgt. Demokratisierende Effekte treten ein, wenn die Bürgerwissenschaftler:innen im Anschluss an ein Forschungsprojekt zu Verfechter:innen (*Advocates*) bestimmter Nachhaltigkeitsziele oder zu *Agents of Change* werden und sich auch auf (zumeist lokal-) politischer Ebene engagieren (vgl. Hajer et al. 2015; Hsu et al. 2020; van Noordwijk et al. 2021; Pateman et al. 2020). Dann kann das (neu generierte und erlernte) Wissen der Bürger:innen dazu beitragen *Policy-Maker* vom Handlungsbedarf zu bestimmten Nachhaltigkeitszielen zu überzeugen (vgl. Aoki et al. 2008). So entfaltet sich die gesellschaftliche Wirkung von Citizen Science letztendlich auch hinsichtlich der SDGs.

Der Begriff Policy gilt neben den Begriffen Polity und Politics als eine der drei Dimensionen von Politik. Policy beschreibt politische Ziele und Handlungsinitiativen, die von unterschiedlichen Gruppen oder auch Individuen angestoßen und von Regierungen, Institutionen und Unternehmen umgesetzt werden. Demnach sind die SDGs als Policy-Empfehlungen zu bezeichnen, deren Erreichen nach West und Pateman (2017) durch Citizen Science Projekte gefördert werden kann. Damit dies möglich ist, muss Citizen Science als wirksame Methode von den im Policy-Bereich verantwortlichen Einrichtungen anerkannt sein. Ob und inwiefern politische Institutionen Citizen Science bei der Entwicklung von Policy-Empfehlungen in Betracht ziehen, ermittelten Susanne Hecker et al. (2019) mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse von 43 internationalen Regierungsdokumenten. Dort wird bezüglich der Konzeptualisierung von Citizen Science herausgestellt, dass Bürger:innenwissenschaft hauptsächlich als ein Werkzeug zur Sammlung von Daten angesehen wird, welches vor allem im Bereich der Biodiversität und Umwelt zum Einsatz kommt. Demnach rückt in der Politik der beisteuernde (*Contributory*) Ansatz in den Fokus. Citizen Science wird als ein inklusiver Ansatz betrachtet, der eine Brücke zwischen akademischer Forschung, Bildung und der Zivilgesellschaft herstellt. Die Wissenschaft profitiert vor allem von der Steigerung der Datenmenge durch die ehrenamtliche Arbeit der Bürger:innen, durch die Validierung von Daten, von der gesteigerten öffentlichen Teilhabe und der Integration diverser Perspektiven (ebd.: 7). Für die beteiligten Bürger:innen ist die Erweiterung der Scientific Literacy ein besonderer Vorteil, da sie Erfahrungen in wissenschaftlichen Forschungsprozessen sammeln (ebd.: 8). Darüber hinaus bieten kollaborative Verfahren den Bürger:innen die Möglichkeit sich an der Entwicklung lokaler Lösungsansätze z.B. für Nachhaltigkeitsprobleme einzubringen (van Noordwijk et al. 2021). Die Politik profitiert ebenfalls von Citizen Science und sieht Chancen zur Verbesserung eigener Entscheidungsfindungsprozesse, sowie eine Steigerung des Wissens im Bereich politischer Probleme (*Political Literacy*). Des Weiteren nimmt die

gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz politischer Handlungsinitiativen durch die Anwendung von Citizen Science zu (Hecker et al. 2019: 8). Schließlich machen die Autor:innen auf die Herausforderungen aufmerksam, die in den Policy-Dokumenten mit Citizen Science in Verbindung gebracht werden. Zum einen müssen die Datenqualität und das Management von Citizen Science Daten überprüft werden. Außerdem ist die Organisation von Citizen Science Projekten nicht immer problemlos zu bewältigen, wie beispielsweise beim Zugang, der Kommunikation zwischen Projekten oder der Motivation (ebd.: 9, 10). Insgesamt bedarf es der Akzeptanz von Citizen Science bei den Entscheidungsträger:innen. Die Trägheit politischer Prozesse kann dabei ein Hindernis darstellen.

In einem Ansatz der Citizen *Social Sciences* (CSS) thematisieren Andrew P. Kythreotis et al. (2019) weitere Herausforderungen. Sie sehen in Citizen Social Science eine Chance, die Kollaboration zwischen Regierungen, Wissenschaftler:innen und Bürger:innen im Bereich politischer Maßnahmen gegen die Klimakrise zu stärken. Dabei definieren sie die Funktion von Citizen Social Science wie folgt: „Our proposed CSS framework makes citizens co-learners within the research process by actively enabling them to explore transformatively changing institutionalized research and policy systems“ (ebd.: 4). Citizen Scientists sollen umfangreicher, nämlich durch Co-Production und Co-Learning, beteiligt werden. Allerdings kommen bei der Implementierung von Citizen Social Science wiederum Barrieren auf, für die Kythreotis et al. (2019) einige Lösungsansätze formulieren. Zu den Barrieren gehören beispielsweise die ungleichen Machtstrukturen zwischen Regierungen, Bürger:innen und der Wissenschaft, die zu einer erfolgreichen Zusammenarbeit überwunden werden müssen. Als Lösung dafür benennen die Autor:innen, dass Klimaforschung mithilfe der Implementierung von Co-Production zwischen Regierungen, Bürger:innen, der Industrie und der Wissenschaft kollaborativer wird, mehr Reichweite erlangt und somit ungleiche Machtstrukturen bewältigbar werden. Auch im Grünbuch Citizen Science argumentieren die Autor:innen, dass die effiziente Zusammenarbeit zwischen Akteur:innen aus Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft die nachhaltige Transformation fördern kann. Für den Erfolg derartiger Citizen Science Ansätze ist die möglichst frühzeitige Beteiligung der Bürger:innen in allen Phasen der Entscheidungsprozesse relevant (Bonn et al. 2016: 20).

3.5 Citizen Science und digitale Technologien

Digitale Technologien und Künstlicher Intelligenz (KI) treten in Citizen Science vor allem in den *Contributory*-Verfahren auf, wenn große Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden. Auch aus kollaborativen und Co-Creation Prozessen sind Informations- und Kommunikationstechnologien nur schwer wegzudenken. Die Chancen und Risiken, die allgemein mit der Digitalisierung und KI einhergehen, sind auch im Zusammenhang mit Citizen Science zu finden und müssen bearbeitet und gestaltet werden, damit globale Nachhaltigkeitsziele erreicht werden können und keine neuen Zielkonflikte entstehen. Bevor es in Kapitel 4 um Chancen, Risiken und die Bearbeitung von Zielkonflikten geht, klärt dieser Abschnitt zunächst inwieweit Digitalisierung im Zusammenhang mit Citizen Science angewendet wird.

Ohne digitale Technologien wären die bereits erwähnten Contributory-Verfahren, in denen Citizen Scientists Daten beisteuern und auswerten nicht gleichermaßen oder nur mit deutlich größerem Zeitaufwand umzusetzen. Das Verfahren funktionieren nach dem Prinzip des *Crowdsourcing* (Dickel/Franzen 2015: 338). Die Verbreitung des Internets und mobiler Endgeräte spielen dabei eine zentrale Rolle (Haklay 2013; Roy et al. 2012; Suomela/Johns 2012 in ebd.), denn sie sind eine Grundvoraussetzung, dass sehr große Datenmengen (*Big Data*) erhoben werden:

„Mit Crowdsourcing wird eine Form der Arbeitsteilung beschrieben, in der ein Akteur (typischerweise eine Organisation) eine Aufgabe mithilfe digitaler Medien an eine anonyme Masse delegiert, die diese Aufgabe freiwillig erledigt. Eine Leistung, die normalerweise von Organisationsmitgliedern erbracht werden müsste, wird so ausgelagert“ (Estellés-Arolas/González-Ladrón-de-Guevara 2012; Howe 2010 in ebd.).²⁹

Da digitale Technologien diese Form der Arbeitsteilung ermöglichen, gelten sie als einer der Haupttreiber von (Contributory) Citizen Science (Hecker et al. 2019: 6). Die Contributory Forschung durch Crowdsourcing erfolgt zumeist per App. Solche Apps können auf verschiedenen Funktionsweisen basieren und zielen entweder auf Umfragen, geografische Beobachtungen, Beobachtungen anhand von im Smartphone integrierten Sensoren, Bild- oder Videoklassifizierung oder Spiele zur Datengenerierung (Lemmens et al. 2021: 464). Auch Plattformen tragen dazu bei durch Citizen Science erhobene Daten und Informationen abzubilden, Good Practice Beispiele und Werkzeugkästen bereitzustellen, relevante wissenschaftliche Ergebnisse zu sammeln und sie ermöglichen außerdem Zugang zu Informationen für verschiedene Stakeholder:innen (interessierte Bürger:innen, wissenschaftliche Institutionen, Politiker:innen und Medien) (Liu et al. 2021). Mitunter funktionieren auch für Citizen Science verwendete Apps plattformbasiert (Lemmens et al. 2021: 471, für ein Anwendungsbeispiel s. Hsu et al. 2020).

Wie in anderen gesellschaftlichen Bereichen, nimmt die Anwendung von KI und maschinellem Lernen (ML) im Zusammenhang mit Citizen Science zu. Dabei erlangt KI mithilfe statistischer Techniken die Fähigkeit zu „lernen“, also Muster zu erkennen (Ceccaroni et al. 2019: 3). KI wird dabei sogar als der einflussreichste technologische Faktor in Citizen Science beschrieben (Lemmens et al. 2021: 471).

Im Rahmen von Citizen Science Projekten besteht eine Vielzahl an Möglichkeiten für die Verbindung von künstlicher und menschlicher Intelligenz (Franzen et al. 2021). Dabei kann KI auf verschiedene Arten genutzt werden: Erstens besteht die Möglichkeit zur Unterstützung oder sogar dem Ersatz von Menschen beim Erfüllen von Aufgaben (z.B. bei der Bilderkennung, ebd.). Zweitens wird mit KI darauf hingearbeitet Einfluss auf menschliches Verhalten zu nehmen (zum Beispiel durch personalisierte Werbung oder wenn Bürger:innen durch KI motiviert werden sich als Citizen Scientists zu engagieren). Drittens kann KI dazu beitragen die

²⁹ Das bereits angedeutete Thema der Entlohnung von Citizens ist dabei von Bedeutung. Wird Crowdsourcing in der Wirtschaft betrieben, so kann es für diese Tätigkeit durchaus eine Entlohnung geben, die jedoch bei einer Ansprache von „Citizens“ in der Forschung ausbleibt (vgl. Sutter 2005 in Dickel/Franzen 2015: 338).

Erkenntnismöglichkeiten zu erhöhen, wenn digitale Technologien die Datenanalyse unterstützen und dies als Grundlage für Policy-Entwicklung und Monitoring dient (vgl. Ceccaroni et al. 2019: 4ff.).

Zu den häufigsten Anwendungsgebieten von KI in Citizen Science zählen die Unterstützung bis hin zum Ersetzen von Citizen Scientists bei der Bildauswertung durch *Computer Vision* und *Computer Hearing* als Unterbereich des maschinellen Lernens, das digitale Bilder, Videos und Audioaufzeichnungen identifiziert und klassifiziert (ebd.: 3; Lemmens et al. 2021: 471). Darüber hinaus wird an Prozessen des *Automated Reasoning* gearbeitet, bei dem KI (halb) automatisiert Empathie erlernt (Ceccaroni et al. 2019: 3). Auch die Wissensrepräsentation (*Knowledge Representation*) gehört zu den Fähigkeiten von KI, die im Bereich Citizen Science Anwendung finden. Dabei geht es darum, Informationen so zu repräsentieren, dass damit andere Computersysteme komplexe Aufgaben (Dialoge, Bewertungen) durchführen können. Der Bereich *Ontologies* umfasst alles, womit sich ein Computer Programm beschäftigen muss, um zu funktionieren. Hierzu entwickeln verschiedene Organisationen Standards, wie Daten und Metadaten aus Citizen Science dargestellt werden sollen (ebd.: 4). Auch das Verstehen natürlicher Sprachen durch Technologie (*Natural Language Processing*) schreitet im Bereich Citizen Science voran. Dabei sollen Computer so programmiert werden, dass sie menschliche Sprache verarbeiten und analysieren (ebd.).³⁰ Auch die Entwicklung von Robotern (*Robotic Systems*) fällt in den Bereich KI und kann im Rahmen von Citizen Science für Kontrollen durch sensorisches Feedback und Informationsverarbeitung verwendet werden – es kommt zur interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Ingenieurwesen und Wissenschaft, welche die mechanische, elektronische und Informationstechnik und Computerwissenschaft einschließt (ebd.).³¹ Obwohl KI menschliche Fähigkeiten in einigen Bereichen wie der Kategorisierung ersetzen kann, so gilt dennoch, dass menschliche Intuition, Vorstellung und Argumentation weiterhin in Entscheidungsprozessen gebraucht werden und nicht von KI Algorithmen des maschinellen Lernens (ML) nachgeahmt werden können (Lemmens et al. 2021: 471).

Wie in anderen Bereichen auch ist die Digitalisierung und Anwendung von KI bei der Umsetzung von Citizen Science mit Chancen und Risiken verbunden. Zu den Chancen zählt die zunehmende Zugänglichkeit von KI und zentralen ML-Prozessen, wodurch Ressourcen wie Zeit und Aufwand eingespart werden können, um einfache und komplizierte Tätigkeiten zu erledigen (Antoniou/Potsiou 2020). Lemmens et al. (2021) argumentieren zudem, dass die Effektivität in Bezug auf das Engagement der Nutzer:innen und die Nutzbarkeit von Citizen Science durch KI und ML gesteigert werden können. Das Engagement der Nutzer:innen wird gefördert je besser zum Beispiel die eingesetzten Apps funktionieren. Das bedeutet hier, dass Apps durch KI und ML reaktionsfähiger und Beiträge zur Datenerhebung und -auswertung weniger fehleranfällig werden. Die Nutzbarkeit der Projekte würde verbessert, wenn durch KI und ML auch die Datenqualität verbessert wird. Dies hätte zur Folge, dass mehr Stakeholder:innen auf die Daten zurückgreifen. Zudem werde menschliche Arbeitskraft frei,

³⁰ Dieses Verfahren könnte potentiell auch in kollaborativen Forschungen angewendet werden (vgl. Abschnitt 4.3)

³¹ Für weitere Beispiele zur Anwendung von KI im Zusammenhang mit Citizen Science siehe Lemmens et al. 2021: 471).

die sodann genutzt werden kann für Tätigkeiten, die nicht von Maschinen erledigt werden können, sondern *Human Input* erfordern (Lemmens et al. 2021: 471).

Als nächsten großen Schritt in der Entwicklung von zukünftigen Citizen Science Apps vermuten Rob Lemmens et al. (ebd.), dass sich die Einbindung von KI und ML trainierten Modellen in Citizen Science Apps als Standard etabliert. Diese Apps können dann mit großer Genauigkeit verschiedene Optionen ableiten und vorschlagen, was unzählige Möglichkeiten beinhaltet die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Menschen und mobilen Apps zu gestalten (Lemmens et al. 2021). Somit wird deutlich, dass KI und ML zum einen als Hilfsmittel für den Menschen fungieren. Bei bestimmten Tätigkeiten beginnen KI und ML darüber hinaus die Aufgaben von Menschen zu übernehmen (Ceccaroni et al. 2019: 5, 7).

Mit diesen Chancen gehen verschiedene *Risiken der KI-Nutzung* auch in Bezug auf Citizen Science einher. Hierzu zählt insbesondere, dass KI und ML beziehungsweise die zugrundeliegenden Algorithmen als Black Boxes betrachtet werden können, denen im Programmierungsprozess bestimmte *Data Biases* eingeschrieben werden (vgl. Franzen et al. 2021). Dies führt zu einer mangelnden Transparenz in Bezug auf die Maschinentätigkeit und beim Umgang mit Nutzer:innendaten (ebd.). Die Annahme, dass die Prozesse von KI bzw. ML und Algorithmen aus einer Black Box resultiert, könnte ebenfalls dazu beitragen, dass die Fähigkeiten von KI mitunter überschätzt werden (Ceccaroni et al. 2019: 7ff.). Darüber hinaus gilt es ethische Bedenken bezüglich der Anwendung von KI in Citizen Science-Projekten zu beachten. Hierzu zählen Bereitschaftszusagen, Kommunikation mit und die adäquate Entlohnung von Citizen Scientists, wenn die von ihnen bereitgestellten Daten in kommerziellen KI-Lernprozessen weiterverwendet werden. Außerdem sollten weitere Herausforderungen wie die Vermeidung diskriminierender KI und die globale Perspektive beim Thema KI und ML-Entwicklungen auch im Zusammenhang mit Citizen Science nicht aus dem Blick verloren werden. Denn KI wird hauptsächlich durch westliche Länder bzw. durch die Länder des Globalen Norden vorangetrieben und dort werden entsprechende Technologien entwickelt. Somit ist eine Implementierung westlicher Werte in KI – auch in Zusammenhang mit Citizen Science – nicht außer Acht zu lassen (vgl. Ceccaroni et al. 2019: 8).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass Citizen Science auf verschiedene Weisen zum Erreichen der SDGs beitragen kann. So zum Beispiel durch ergänzendes Monitoring und Reporting zu den SDGs anhand von Citizen Science. Zudem begünstigen Citizen Science Verhaltensänderungen und haben das Potential die Erarbeitung von Policy Maßnahmen zu stärken. All diese Herangehensweisen tragen dazu bei, die Förderung der SDGs zu stärken. Digitalität in Citizen Science spielt besonders in Form von KI und ML eine Rolle, wenn große Datenmengen erhoben und ausgewertet werden. Aber auch Apps sind von zunehmender Bedeutung. KI-Ansätze wie das Natural Language Processing bieten perspektivisch die Möglichkeit algorithmische Systeme stärker in kollaborativen Citizen Science Forschung einzubringen. Dabei handelt es sich insgesamt um eine Herangehensweise, die Aimee van Wynsberghe (2021) als *AI for Sustainability* beschreibt.

4. SDGs, Citizen Science und digitale Technologien

Die vorangegangenen Ausführungen verdeutlichen verschiedene Zusammenhänge zwischen den SDGs, Citizen Science und digitalen Technologien. In diesem Kapitel wird vertiefend auf ihre Verbindungen eingegangen, um der Frage nach dem Beitrag digitaler Technologien zum Erreichen globaler Nachhaltigkeitsziele weiter nachzugehen. Neben konkreten Chancen (4.1) geht es um Risiken wie Rebound-Effekte oder Diskriminierung (4.2). Zudem enthalten fast alle SDG-Unterziele Referenzen auf digitale Technologien. Demnach besteht die Hoffnung, dass digitale Technologien die SDGs zu befördern vermögen. Der Umgang mit Lebensmittelverlusten entlang der Lieferketten und Lebensmittelverschwendung (SDG 12.3) ist hierfür ein Beispiel, wenn digitale Technologien dazu beitragen diese zu reduzieren (Sharma et al. 2018). Dass sich hieraus neue Zielkonflikte ergeben, erscheint als blinder Fleck. In Abschnitt 4.3 wird schließlich der Frage nachgegangen, wie digitale Technologien und Citizen Science dazu beitragen können, Zielkonflikte, vor allem angesichts der zu beobachtenden Priorisierung, der SDGs zu bearbeiten.

4.1 Chancen von Citizen Science, Digitalisierung und KI um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen

Transdisziplinäre Forschungsmethoden wie Citizen Science leisten einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der SDGs. Diese Forschungsrichtung ist normativ und lösungsorientiert ausgerichtet und kann verschiedene Stakeholder:innen wie die institutionalisierte Wissenschaft, Politik, Bürger:innen und mitunter auch Unternehmen zusammenbringen. Da bestimmte Citizen Science Verfahren auf digitale Technologien und KI zurückgreifen, finden sich Anknüpfungspunkte, die das Erreichen der SDGs fördern. Ein zentraler Aspekt dabei ist, dass Citizen Science die Datenerhebung der nationalen Statistikämter (National Statistic Offices, NSOs) zu den SDG-Indikatoren unterstützt. Dadurch leistet Citizen Science einen Beitrag zum Monitoring und Reporting der SDGs. Die nationalen Statistikämter nutzen digitale Technologien um Statistiken zu erheben (Radermacher 2020). Monitoring und Reporting mit Hilfe von Citizen Science kann die SDGs fördern. *Contributory* Citizen Science, durch die, mithilfe von digitalen Technologien und KI, große Datenmengen erhoben und ausgewertet werden können, scheint dafür besonders geeignet.

Citizen Science trägt außerdem zur Förderung der SDGs durch das Anregen nachhaltigen Engagements bei. *Kollaborative* und *Co-Creation* Forschung ermöglicht, dass insbesondere lokale und regionale (potentiell auch nationale und globale) Datenerhebungen bis hin zur Datenauswertung und Verbreitung der Ergebnisse nachhaltiges Handeln auf der individuellen Ebene befördert. Die Forschung über nachhaltige Verhaltensänderungen durch Citizen Science entspricht primär verhaltenswissenschaftlichen Forschungsansätzen. Daran gibt es Kritik:

„Behavioural theories take the individual to be the primary agent of change. He or she may be influenced by ‘social norms’ or context, but the point is that such variables are thought to act as external pressures on what people do. A language of driving factors does not capture the extent to which forms of practical knowledge, meaning and

competence are themselves forged and reproduced through the process of doing”
(Shove et al. 2012: 143f.).

Elisabeth Shove und Kolleg:innen (2012) plädieren ergänzend dafür in den Blick zu nehmen, wie (Verhaltens-)Veränderungen als das Resultat komplexer gesellschaftlicher Prozesse zu verstehen sind, über die einzelne Akteur:innen keine alleinige Kontrolle haben (ebd. 144). Dies ermöglicht ein Verständnis dafür, wie Verhaltensänderungen mit gesellschaftlichen Begebenheiten und Strukturen zusammenhängen. Zum Beispiel, wenn Bürger:innen auf gesellschaftliche Prozesse wie sie in der Politik stattfinden, einwirken. Durch ihre Forschungserfahrungen als Citizen Scientists werden die Bürgerwissenschaftler:innen mitunter zu Agents of Change (Hajer et al. 2015). Auch von Seiten der Politik besteht ein Interesse an Citizen Science, unter anderem weil die Bevölkerung politische Maßnahmen, die mit Citizen Scientists entwickelt wurden, eher akzeptiert.

4.2 Risiken digitaler Technologien für nachhaltige Entwicklung

Die SDGs wie auch Citizen Science nutzen digitale Technologien zum Erfolg – sie tauchen als Enabler auf. Die Risiken, Herausforderungen und blinde Flecken der Digitalisierung werden in der Enabler-Perspektive ausgeblendet (vgl. Ohde et al. 2023). Wenn diese keine Beachtung finden, drohen sich bestehende nicht-nachhaltige Zustände (wie ein zu hoher Energie- und Ressourcenverbrauch oder Diskriminierung) fortzusetzen. Dann würden die SDGs verfehlt. Im folgenden Abschnitt werden daher einige zentrale Risiken und Herausforderungen erörtert, die mit der Digitalisierung für das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen einhergehen. Von den Risiken sind zunächst ökologische und soziale Nachhaltigkeitsziele direkt betroffen, die sich langfristig gesehen auch auf die Wirtschaft und somit ökonomische Ziele auswirken können.

Eine erste Herausforderung betrifft die sogenannten *Rebound-Effekte* (vgl. z.B. Santarius 2015, Abschnitt 2.2). Ein Rebound-Effekt beschreibt, dass trotz beziehungsweise aufgrund zunehmender Effizienz ein erhöhter Gesamtenergieverbrauch festzustellen ist. Ein Rebound-Effekt tritt beispielsweise auf, wenn durch eine effizientere Technologie die Kosten für deren Nutzung sinken und die Technologie in der Folge häufiger genutzt wird und folglich der Energieverbrauch steigt (ebd.). Für die Nutzung von KI werden trotz aller Chancen für die Klimawandelanpassung erste Rebound-Effekte und Zielkonflikte festgestellt, die mitunter durch den sehr hohen Energieverbrauch der algorithmischen Systeme bedingt sind (Coeckelbergh 2021). Neben dem Energieverbrauch ist auch der Verbrauch von Ressourcen für die Hardware digitaler Technologien ein zentrales Thema. Die Materialität digitaler Technologien hat einen Einfluss auf ökologische Nachhaltigkeitsziele, wenn z.B. für den Kupfer- und Lithiumabbau massiv in soziale- und Ökosysteme eingegriffen wird (s. für E-Mobilität bspw. Groneweg et al. 2017; Groneweg/Reckordt 2020) und dadurch das Überschreiten des Biodiversitäts-Kippunkts näher rückt (Rockström et al. 2009) und lokale Bevölkerungen für den Abbau verdrängt werden. Um ökologische Nachhaltigkeitsziele dennoch zu erreichen, konzeptualisieren Forschende erste Ansätze digitaler Suffizienz (Colaço 2021; Santarius 2019).

Eine zweite Herausforderung bezieht sich auf das Problem von KI als Black Box und die Funktionsweisen algorithmischer Systeme: Da die Berechnungen von KI auf Modellen beruht und diese Berechnungen auf vorhandenen Daten basieren, kam es in der Vergangenheit zu diskriminierenden Vorfällen durch KI (vgl. z.B. UN Women 2013). Die Autor:innen des Gleichstellungsberichts (2021) gehen diesem Thema nach und plädieren dafür, Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft anhand eines sozio-technischen Ansatzes im Blick zu behalten (Beblo et al. 2021: 100; spezifisch z.B. Bläsing/Draude 2020). Hierzu zählt verschiedene Ursachen für Diskriminierung zu berücksichtigen:

*„[...] mangelnder Einbezug von Perspektiven und Bedarfen vielfältiger Nutzer*innen; mangelhafte und unvollständige Datensets und Modelle; fehlende Technikfolgeabschätzung, insbesondere für vulnerabel und marginalisierte Personengruppen; fehlende Kenntnisse über soziale Ungleichheiten; keine oder unzureichende Kenntnisse darüber, wie soziale Aspekte im Technischen zu adressieren sind“ (Beblo et al. 2021: 100).*

Forschungsrichtungen wie die *Critical Data Studies*, *Explainable Artificial Intelligence*, *Algorithmic Experience* (in Anlehnung an *User Experience*) und das Datenschutzrecht fordern diesbezüglich mehr „Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Fairness datengetriebener IT“ (ebd.: 102).

Drittens beginnen algorithmische Systeme in Citizen Science und darüber hinaus kognitive Arbeiten und Tätigkeiten zu übernehmen. Mit der zunehmenden Verbreitung der digitalen Transformation und von KI besteht zudem die Gefahr, dass Tätigkeiten, die zuvor von Menschen ausgeführt wurden, zunehmend obsolet werden. Technikoptimistische Perspektiven betonen, dass dadurch menschliche Arbeitskraft frei wird, die sodann für andere Tätigkeiten, die einen *Human Input* erfordern, genutzt werden kann (vgl. Lemmens et al. 2021: 471). Zwar wird deutlich, dass durch den Einsatz solcher Technologien keine Massenarbeitslosigkeit zu befürchten ist. Allerdings droht eine Steigerung der Ungleichheit, wenn ausschließlich einfachere Tätigkeiten im Niedriglohnsektor ersetzt würden (vgl. Südekum 2018). Auch wenn der Fokus stärker darauf liegen soll, dass Menschen gemeinsam mit KI arbeiten anstatt von ihr ersetzt zu werden, bliebe zum Beispiel aus einer arbeitssoziologischen Perspektive zu klären, welche Folgen sich für soziale und ökologische Nachhaltigkeit durch die zunehmende Implementierung algorithmischer Systeme in verschiedenen Branchen ergeben. Zudem wäre zu prüfen, welche Auswirkungen auf (die Motivation und) das Engagement von Bürgerwissenschaftler:innen festzustellen sind, wenn algorithmische Systeme ihre Tätigkeiten übernehmen. Zugleich besäße eine Reduzierung der (Erwerbs-)Arbeitszeit das Potential, die sozial-ökologische Transformation voranzubringen (Schor 1998). Inwieweit Digitalisierung und KI darüber hinaus zu einer sozial-ökologischen Transformation beitragen, ließe sich anhand der folgenden Fragen weiter erforschen:

- „[...] ob die Ersetzung von menschlicher Arbeit durch digitale Geräte zu einer Minderung oder – wie z.B. beim Einsatz von Pflegerobotern – zu einer Steigerung des Ressourcenverbrauchs führt,

- ob [...] die Digitalisierung die Herausbildung nachhaltiger Arbeits- und Ökonomiemodelle befördert und welche Risiken damit einhergehen. (Inwieweit können z.B. durch die Digitalisierung ermöglichte bzw. begünstigte Arbeitsmodelle einer Sharing Economy ressourcensparende Effekte realisieren, und wo bleiben sie hinter solchen Erwartungen zurück? Sind mit der Plattformökonomie auch Gefahren neuer Formen der Ausbeutung der Arbeitskräfte sowie von ökologischen Reboundeffekten verbunden?)“ und
- „Können digitale Technologien die Überwachung der Einhaltung von Arbeits- und Umweltstandards in Wertschöpfungsketten unterstützen“? (Jochum et al. 2020: 228f.).

Weitere Kritik an der digitalen Transformation kommt aus der Forschung zu dekolonialer KI. Die Kritiker:innen weisen u.a. mit Bezug auf sozio-technische Ansätze darauf hin, dass die vorherrschenden post-kolonialen Machtverhältnisse durch die digitale Transformation und KI *nicht*-nachhaltig beeinflusst werden. So zum Beispiel durch Daten-Epistemologien, die Paola Ricaurte wie folgt definiert:

„Data centric epistemologies should be understood as an expression of the coloniality of power manifested as the violent imposition of ways of being, thinking, and feeling that leads to the expulsion of human beings from the social order, denies the existence of alternative worlds and epistemologies, and threatens life on Earth“ (Ricaurte 2019: 350).

Daten zentrierte Epistemologien werden hier als ein Ausdruck von Kolonialität und damit verbundenen Machtverhältnissen verstanden, die historisch gewachsene, koloniale Ausschlüsse aufrechterhalten. An das Argument der Daten-Epistemologien knüpfen Shakir Mohamed et al. (2020) mit ihrem Ansatz der algorithmischen Kolonialität an. Sie zeigen anhand zahlreicher Schauplätze der Kolonialität (*Sites of Coloniality*) benachteiligende und ausschließende Wirkungen im Zusammenhang mit algorithmischen Systemen auf. Ihnen ist wichtig klarzustellen, dass (und wie) die Schauplätze der Kolonialität von historischen Entwicklungen geprägt sind und wie die Verwendung algorithmischer Systeme in koloniale Fortschreibungen integriert ist. Bei der Betrachtung der Schauplätze der Kolonialität unterscheiden sie drei Dimensionen der Benachteiligung durch Algorithmen (ebd.: 666-670):

Dazu gehört die *Unterdrückung durch Algorithmen (Algorithmic Oppression)*, was die zahlreichen Beispiele rassistischer Diskriminierung bei der Gesichtserkennung und den vorhersagenden (Predictive) Algorithmen in Justizsystemen umfasst. Ein weiterer Punkt ist die *Ausbeutung mithilfe von Algorithmen (Algorithmic Exploitation)*, wobei institutionelle Akteur:innen und Industrien mit unethischen, profitablen Mitteln auf die Arbeitskraft von zumeist bereits marginalisierten Menschen zurückgreifen. Beispiele hierfür finden sich bei den sogenannten Ghost Workern und im Beta-Testing. Die *Aberkennung bzw. Enteignung durch Algorithmen (Algorithmic Dispossession)* manifestiert sich anhand von Machtungleichheiten, in denen ökonomisch entwickelte Länder Debatten stärker als andere Länder prägen. Dadurch entstehen Bedenken, dass lokales Wissen, kultureller Pluralismus und Forderungen nach globaler Fairness übergangen werden (vgl. Jobin et al. 2019).

Neue Abhängigkeiten entstehen außerdem im Zusammenhang mit digitalen Technologien, wenn diese in den sogenannten Entwicklungsländern dazu beitragen sollen Armut zu reduzieren. Dabei wird mitunter die Agency dieser Länder reduziert, da Technologien zumeist aus den sogenannten entwickelten Ländern und China stammen (Mohamed et al. 2020). Neben diesen Aspekten der National Policy und AI Governance schließt sich an dieser Stelle der Kreis zu den SDGs, wenn *AI for Good (AI4Good)* und *AI for Sustainable Development Goals (AI4SDGs)* angewendet werden. Während dabei betont wird, dass KI ein notwendiges Werkzeug ist, um soziale Nachhaltigkeit zu erreichen, so bleibt zugleich ungeklärt, was genau das „Gute“ ist zu dem KI beitragen soll (Green 2019).

Anhand der hier dargestellten Perspektiven auf KI wird deutlich, dass zahlreiche Herausforderungen der Techniknutzung und -gestaltung existieren. Die dargestellten Benachteiligungen widersprechen dem Ziel der Agenda 2030 die ärmsten und vulnerabelsten Menschen zu unterstützen (UN General Assembly 2015: 2).

4.3 Bearbeitung von Zielkonflikten durch Citizen Science, Digitalisierung und KI

Wie durch die Auseinandersetzung mit den Interaktionen und Zielkonflikten zwischen den SDGs deutlich wurde, beeinträchtigen grundlegende Zielkonflikte und Priorisierungen das Erreichen der SDGs. Diese Zielkonflikte gefährden den integrativen Nachhaltigkeitsansatz der Agenda 2030. Aus dieser Erkenntnis ergibt sich die weiterführende Frage, inwieweit Citizen Science und digitale Technologien dazu beitragen den Zielkonflikten entgegenzuwirken. Unsere Recherche ergibt, dass bisher keine systematischen Untersuchungen zu dieser Frage vorliegen. Daher fokussiert dieser Absatz erste Anknüpfungspunkte zur Bearbeitung der Fragestellung.

Ein Thema, das im Diskurs um Citizen Science und SDGs marginal erscheint ist das Potential partizipativer und transdisziplinärer Forschung zur Bearbeitung der Zielkonflikte beizutragen. Ergänzend zu den verbreiteten (quantitativen) Analysen über Zielkonflikte der SDGs tragen transdisziplinäre (qualitative) Studien dazu bei, Zielkonflikte der Nachhaltigkeit auf lokaler Ebene zu identifizieren. So fanden Flurina Schneider et al. (2019) im Hinblick auf den Bau eines Wasserkraftwerks einen Zielkonflikt zwischen den SDGs 2 (Kein Hunger), 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), 14 (Leben unter Wasser) und 15 (Leben am Land). Identifiziert wurden Interessen- und Wertekonflikte zwischen der zunehmenden Extraktion von Elementen aus ökologischen Systemen (zwecks Lebensmittelversorgung, Wasserverbrauch und Wachstum des Bruttoinlandsprodukts), die zur Umsetzung von SDG 2 und 8 erforderlich sind, aber negative Einflüsse auf die Umwelt haben (z.B. SDG 14, Wasserqualität und Verfügbarkeit). Werte definieren Schneider et al. (2019: 1594) (in Anlehnung an European Union 2011 in Kaiser 2015: 157) als Bezugspunkte, um Dinge als gut oder schlecht zu bewerten. Demnach sind Werte rational sowie emotional verbindlich und geben langfristige Orientierung und Motivation. Werte können durch Prinzipien operationalisiert werden, die hier als "normative Aussagen, die handlungsleitend sein sollen" zu verstehen sind (Kaiser 2015: 158). Zudem wird im Feld der Transdisziplinären Nachhaltigkeitsforschung die Frage nach der Diversität von Normen – im Feld von

Wissenschaft einerseits und in der Zivilgesellschaft andererseits – gestellt (siehe u.a. Pettibone et al. 2018).

Schneider et al. (2019) folgend, schreibt die Agenda 2030 Wissenschaftler:innen eine lange geforderte Aufgabe zu; und zwar Wissen zu generieren, das der Menschheit hilft, die in den 17 SDGs festgelegte Nachhaltigkeitsvision zu erreichen (ebd.: 1594). Dies erfordert kritisch über ethische wie auch epistemische Werte im Kontext der Nachhaltigkeitsforschung zu reflektieren. Hierbei bestehen Anknüpfungspunkte an transdisziplinäre Forschungsmethoden, insbesondere wenn gesellschaftliche Akteur:innen einbezogen werden, um die Bewertung und Werthaltigkeit von Nachhaltigkeit in spezifischen Kontexten zu erarbeiten (vgl. ebd.:1597). Citizen Science und partizipative Forschung in diesem Sinne bieten somit das Potential den Ursachen für Zielkonflikte auf lokaler und regionaler Ebene nachzugehen. Konkrete Citizen Science Verfahren zur Bestimmung und Bearbeitung von Zielkonflikten der Nachhaltigkeit müssten zunächst ausgearbeitet werden. Bisher wird die *Co-Creation* von Wissen im Zusammenhang mit den SDGs beispielsweise angewendet, um Einflüsse der Covid-19-Pandemie auf Fort- und Rückschritte beim Erreichen der SDGs festzustellen (Pradhan et al. 2021).

Damit Digitalisierung – auch bei der Anwendung partizipativer und transdisziplinärer Forschung wie Citizen Science – keine neuen Zielkonflikte hervorruft oder bestehende Zielkonflikte und gesellschaftliche Probleme verstärkt, erscheint eine Auseinandersetzung mit Lösungsansätzen für die identifizierten Risiken und Herausforderungen im Umgang mit KI aus normativer wie analytischer Perspektive zielführend.

Eine Verbindung von partizipativen Verfahren mit digitalen Technologien kann potentiell einen weiteren Beitrag zur Bearbeitung von Zielkonflikten leisten. Algorithmische Systeme könnten in Zukunft Anwendung finden, indem sie die Moderation von transdisziplinären Workshops zur Bearbeitung von Zielkonflikten der Nachhaltigkeit unterstützen oder sogar eigenständig deren Durchführung anleiten (Zahn et al. 2023). Beispielhaft wird eine Verbindung zwischen partizipativer Forschung und einem KI-basierten Collaboration Engineering Verfahren³² anhand der Leitfrage hergestellt, welches Wissen Studierende brauchen um nachhaltig zu konsumieren und welche Barrieren Studierende und Bürger:innen als hinderlich für nachhaltigen Konsum benennen. Partizipative Verfahren in Form von Citizen Science sollen zur Förderung von nachhaltigem Konsum im Globalen Norden (Beispiel: Deutschland) beitragen, um somit die Arbeitsbedingungen und auch die Lebensumstände von Arbeiter:innen in der globalen Bekleidungsindustrie zu verbessern. Wenn KI und partizipative Forschung auf diese Weise verbunden werden, entspricht dies dem Ansatz der *AI for Sustainability* (van Wynsberghe 2021).

Als größerer Trend erscheint allerdings die partizipative Gestaltung algorithmischer Systeme. Hierdurch sollen unter anderem Transparenz über verwendete Datensätze und eine Reduzierung von Diskriminierung und Benachteiligung durch algorithmische Systeme erreicht werden. Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Technik stellen sich als zentraler

³² Collaboration Engineering dient der Entwicklung wiederholbarer Kollaborationsprozesse durch die bestimmte Gruppenziele erreicht werden sollen (Leimeister 2014).

Bestandteil wissenschaftlicher Analysen im Feld der partizipativen KI-Gestaltung heraus (Beblo et al. 2021; Mohamed et al. 2020; WBGU 2019).

Der zweite Punkt, *Sustainable AI* (van Wynsberghe 2021), betrifft die nachhaltige Gestaltung von (digitalen) Technologien und entspricht dem übergeordneten Ziel des WBGU (2019), „dass die Digitalisierung in den Dienst der globalen Nachhaltigkeit gestellt werden soll“ (ebd.: 327). Allerdings: „Nur wenig manifestiert sich die Motivation der Akteure aus Wirtschaft, Gesellschaft und Politik ausdrücklich Ziele der Nachhaltigkeit (wie die SDGs) zu verfolgen, somit Digitalisierung prioritär in deren Dienst zu stellen“ (ebd.: 305).

Partizipative Forschung dient auch zur nachvollziehbareren Gestaltung von KI. Martina Franzen et al. (2021) diskutieren hierzu, inwieweit Machine Learning (ML) mit der Idee aktiver Bürger:innenschaft vereinbar ist und welche Bedingungen dazu erfüllt sein müssen. Auch Luigi Ceccaroni et al. (2019) plädieren für eine partizipative Gestaltung von Digitalisierung und KI und legen erste Kriterien hierfür fest. Zu diesen gehören erklärbare Auswahlkriterien und Regeln zu definieren, die Transparenz für die Öffentlichkeit garantieren. Dies könnte durch die Sicherstellung der öffentlichen Verfügbarkeit der Daten unterstützt werden. Zudem argumentieren sie, durch Citizen Science kann potentiell die Kohorte der KI-Nutzer:innen und Datenspender:innen vergrößert werden, was dazu beitragen soll, Diskriminierung zu verringern (ebd.: 8). Je nach thematischer Ausrichtung von Citizen Science Projekten zeigt die Evaluationsforschung für den US-amerikanischen Raum jedoch deutliche Differenzen bei der Beteiligung entlang verschiedener Differenz- und Strukturkategorien wie Geschlecht, Ethnizität, sozio-ökonomischer und sozio-kultureller Status, Ort und Bildungsstand (Paleco et al. 2021: 262). Um entsprechenden Ausschlüssen entgegenzuwirken, die Inklusivität von Citizen Science abzusichern und die Vorteile des diversitätssensiblen Lernens (Gurin et al. 1999 in Pandya 2012) zu stärken, werden mittlerweile methodologische Ansätze wie z.B. die *Quadruple Helix* von Carole Paleco und Kolleg:innen (2021) entwickelt. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass vielfältige Perspektiven in die Datenerhebung einfließen.

Zudem existieren mittlerweile eine Reihe von *Best Practice* Beispielen, die die „Gestaltung algorithmischer Systeme, Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung, Transparenz, Diversifizierung und Kontextualisierung von Datensets sowie Risikoabschätzung anwendungsorientiert umsetzen“ (Beblo et al. 2021: 102). Hierzu zählt das Open-Audit Toolkit *Aequitas* des Center for Data Science and Public Policy der University of Chicago. Es steht Machine Learning Entwickler:innen, Data Scientists und Policy-Verantwortlichen zur Verfügung. *Aequitas* soll dazu beitragen, algorithmische Entscheidungsprozesse transparent, gerecht und diskriminierungsarm umzusetzen (ebd.).³³ Weitere Beispiele sind das Open-Source Toolkit *AI 360 Fairness* von IBM³⁴, das Data-Nutrition-Projekt des Massachusetts Institute for Technology (MIT)³⁵ und die Model Cards for Model Reporting von Margaret Mitchell et al. (2019), die zusätzlich intersektionale Aspekte berücksichtigen (Beblo et al. 2021: 103).

Forschungsdisziplinen wie die *Decolonial Studies* plädieren dafür, kritische Theorien als Grundlage für eine Operationalisierung neuer Forschungskulturen im Bereich digitaler

³³ <http://www.datasciencepublicpolicy.org/our-work/tools-guides/aequitas/> (Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

³⁴ <https://ai-fairness-360.org/> (Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

³⁵ <https://datanutrition.org/> (Zuletzt eingesehen am 30.01.2023)

Technologien zu nutzen. So können gemeinsam mit der Technikforschung wertebasierte Methodologien entwickelt werden, um den inklusiven Dialog zwischen Stakeholder:innen und KI-Entwickler:innen zu fördern und die digitale Transformation zu gestalten. Es geht darum anhand von dekolonialer KI, Benachteiligungen und Schäden, die durch KI verursacht werden, vorzusehen und zu verhindern: “[...] we can establish a decolonial AI that can re-create the field of artificial intelligence in ways that strengthen its empirical basis, while anticipating and averting algorithmic colonialism and harm” (Mohamed et al. 2020: 672).

In diesem Zusammenhang finden sich weitere Ansätze für eine gerechte(re) KI-Entwicklung und -Gestaltung. Hierfür schlagen Mohamed und Kolleg:innen (2020) vor, die Critical Technical Practice of AI (CTP) nach Philip E. Agre (1998) mit Dekolonialität zu verbinden (Mohamed et al. 2020: 673). Daraus ergeben sich verschiedene taktische Maßnahmen wie das

- *Heterogenous Engineering* (Law 2012 [1987]), an die weitere Debatten anschließen zum Beispiel über Algorithmische Fairness (Barocas/Selbst 2016; Dwork et al. 2012; Nissenbaum 2001) technische KI Sicherheit (Amodei et al. 2016), Diversität als kritische Praxis (D’Ignazio/Klein 2020), KI Governance (Gray/Suri 2019) und KI als dekolonialisierendes Werkzeug zu verwenden zum Beispiel indem systematische Analysen erfolgen, die KI-Biases erkennen (Chen et al. 2019).
- Eine weitere Taktik benennen sie als *Reverse Tutelage*, die bei der Frage nach Wissensproduktion anhand bestimmter Datensets in den Vordergrund rückt. Was in den Datensets vorkommt oder unhinterfragt ausgelassen wird, ist eine relevante Form von Macht, die KI-Forscher:innen berücksichtigen müssen. Zur Reverse Tutelage gehört ein interkultureller Dialog, der entlang der Frage gestaltet wird, wie Technologien Gesellschaft und Kultur unterstützen können anstatt negative Effekte wie Algorithmic Oppression hervorzurufen (vgl. auch Capurro 2018). Dokumentation ist dabei zentral und erfordert Data Sheets zu erstellen, die Zusammenfassungen über verwendete Datensets enthalten (Geburu et al. 2018). Beim Design kommen partizipative Ansätze wie das Ethically Aligned Design (IEEE Global Initiative 2016), Diverse Voices – ein Technologie-Policy Design Framework (Young et al. 2019) und Co-Entwicklungsmechanismen für algorithmische Verantwortung durch Participatory Action Research (Katell et al. 2020) zur Anwendung. Auch Citizen’s Juries sind im Einsatz, um das öffentliche Verständnis der Rolle und Bedeutung von KI nachzuvollziehen (Mohamed et al. 2020: 675)
- Weitere Taktiken wie die *Contrapuntal Analysis* (Said 1993) tragen dazu bei Binaritäten wie Metropole und Peripherie, the West and the Rest, zwischen natürlich und künstlich, etc. zu überwinden. Auch Graswurzelbewegungen ernst zu nehmen und ihre Fähigkeit interkulturelle Dialoge hervorzubringen benennen Mohamed et al. (2020) als relevante Taktik. Zu den Graswurzelbewegungen im Bereich KI gehören zum Beispiel *Data for Black Lives* (Goyanes 2018) oder *The Deep Learning Indaba* (Gershgorn 2019) (Mohamed et al. 2020: 676).

All diese Ansätze verdeutlichen, dass Ideen zu partizipativer KI-Forschung und -Gestaltung (Participatory AI Design) aktuell an Schwung und Dynamik gewinnen. Dabei haben sich ein kontextbezogenes und nuanciertes Verständnis von KI und ML sowie die Überlegung, wer die

primären Nutznießer:innen partizipativer Aktivitäten sein sollten, als entscheidende Faktoren für die Verwirklichung der Vorteile und Möglichkeiten erwiesen (Birhane et al. 2022). Hierbei dürften zahlreiche Anknüpfungspunkte an Citizen Science und die transdisziplinäre Forschung bestehen, die weiterführend zu erforschen sind, insbesondere auch auf das Potential hin, die Zielkonflikte der SDGs zu analysieren.

Wie dieser Abschnitt zeigt, ist eine systematische Bearbeitung von SDG-Zielkonflikten (bisher) weder durch Citizen Science noch durch digitale Technologien erfolgt. Zugleich existieren einige transdisziplinäre Ansätze und Verfahren für die partizipative KI-Gestaltung, die das Potential beinhalten bestehende Barrieren beim Erreichen der SDGs zu bearbeiten. Die Beteiligung von Bürger:innen kann dazu beitragen, (die verschiedenen Dimensionen von) Nachhaltigkeit auf lokaler und regionaler Ebene zu definieren. Basierend darauf können Zielkonflikte ausgemacht werden, was ein erster Schritt ist, um Lösungen zu entwickeln oder Kompromisse einzugehen. KI spielt dabei einerseits eine Rolle, wenn sie einen Beitrag leistet um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Andererseits geht es darum, sozial und ökologisch nicht-nachhaltige Funktionsweisen von KI zu identifizieren und auszubessern.

5. Fazit

Ziel der vorliegenden Literaturstudie war es, herauszufinden, welchen Beitrag digitale Technologien, insbesondere in Form algorithmischer Systeme bzw. Künstlicher Intelligenz (KI), und (digitalisierte) Citizen Science zum Erreichen globaler Nachhaltigkeitsziele (SDGs) leisten. Zu diesem Zweck wurden zunächst die SDGs genauer in den Blick genommen. Dabei ergab sich, dass trotz vielfältiger Synergien grundlegende Konflikte zwischen den ökologischen, sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitszielen bestehen. Dies steht dem integrativen und transformativen Ansatz der Agenda 2030 entgegen. Was die digitalen Technologien betrifft, so konnte anhand ihrer Verwendung in den SDGs und Citizen Science gezeigt werden, dass Möglichkeiten gesehen werden und Chancen bestehen, dass diese Technologien dazu beitragen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Andererseits musste festgestellt werden, dass digitale Technologien auch Risiken wie einen erhöhten Energie- und Ressourcenverbrauch oder diskriminierende Auswirkungen durch algorithmische Systeme mit sich bringen.

Es bedarf also einer differenzierten Sichtweise auf die Ausgangsfrage. Erstens zeichnet sich ab, dass Zielkonflikte, die auch durch Priorisierung bestimmter SDGs zustande kommen, bisher weder durch Citizen Science noch durch digitale Technologien systematisch bearbeitet oder sogar gelöst werden. Zweitens bieten kollaborative und Co-Creation Citizen Science Forschungen die Möglichkeit, bestehende Zielkonflikte zunächst auf lokaler Ebene zu konkretisieren und, ggf. in Verbindung mit weiteren transdisziplinären Methoden, zu bearbeiten. Digitalen Technologien kommt in diesem Zusammenhang bislang eine marginale Rolle zu. Andererseits ist KI bei Contributory-Citizen Science Forschungen fest etabliert, die wiederum zum Monitoring und Reporting der SDGs beitragen können. Drittens finden sich in allen drei Themenfeldern Ungleichheitsproblematiken zu denen die Verfestigung globaler

Machtverhältnisse und Ungleichheiten bei den Aushandlungsprozessen der SDGs und im Zusammenhang mit algorithmischen Systemen gehören. Somit liefern digitale Technologien und algorithmische Systeme zwar einen Beitrag zu den SDGs. Ob die damit einhergehenden Risiken und Herausforderungen, allerdings bis 2030 bearbeitet und Lösungsansätze auch im Sinne der SDGs etabliert wurden, lässt sich aktuell nicht abschließend beantworten.

Die Literaturstudie leistet einen ersten Beitrag dazu, die drei in sich komplexen Themenfelder Nachhaltigkeit und SDGs, Digitalisierung und algorithmische Systeme und Citizen Science zusammenzubringen. Chancen und Risiken digitaler Technologien sowie aktuelle Lösungsansätze im Umgang mit Risiken werden aufgezeigt. Weiterführende Forschung könnte sich mit Zielkonflikten der SDGs auseinandersetzen und Rahmenprogramme (Frameworks) für deren Bearbeitung anhand von Citizen Science und algorithmischen Systemen entwickeln. Die Forschung könnte sich der Beantwortung folgender Fragen widmen: Was soll KI leisten können? Sind diese Ansprüche mit den SDGs vereinbar? Welche Rolle spielen digitale Technologien dabei, das (System, Ziel- und Gestaltungs-)Wissen von Bürger:innen einzubeziehen? Wofür wird KI vielleicht auch nicht gebraucht?

Die zunehmende Anwendung und Weiterentwicklung algorithmischer Systeme erfordert vor dem Hintergrund der Planetary Boundaries und weiterer Ansätze wie der Konsumkorridore (Blättel-Mink et al. 2013; Fuchs et al. 2021) schließlich Forschung zur sozial-ökologischen Gestaltung der Hardware algorithmischer Systeme mit dem Ziel, den Energie- und Ressourcenverbrauch zu reduzieren, auch im Sinne digitaler Suffizienz.

Literaturverzeichnis

- Agre, Philip E.** (1998): Toward a Critical Technical Practice: Lessons Learned in Trying to Reform AI. In: Bowker, Geoffrey C./Gasser, Les/Star, Susan Leigh/Turner, William (Hrsg.): Social Science, Technical Systems, and Cooperative Work. Beyond the Great Divide. New York: Psychology Press, S. 131–157.
- Alexander, Victoria N.** (2021): Free-Range Humans: Permaculture Farming as a Biosemiotic Model for Political Organization. In: Hendlin, Yogi Hale/Hope, Jonathan (Hrsg.): Food and Medicine, Biosemiotics. Cham: Springer International Publishing, S. 115–137. doi:10.1007/978-3-030-67115-0_7.
- Amodei, Dario/Olah, Chris/Steinhardt, Jacob/Christiano, Paul/Schulman, John/Mané, Dan** (2016): Concrete Problems in AI Safety. S. 1–29. doi:10.48550/arXiv.1606.06565.
- Antoniou, Vyron/Potsiou, Chryssy** (2020): A Deep Learning Method to Accelerate the Disaster Response Process. In: Remote Sensing, Jg. 12/3, S. 1–19, Artikel 544. doi:10.3390/rs12030544.
- Aoki, Paul M./Honicky, R.J./Mainwaring, Alan/Myers, Chris/Paulos, Eric/Subramanian, Sushmita/Woodruff, Allison** (2008): Common Sense: Mobile Environmental Sensing Platforms to Support Community Action and Citizen Science. In: Proceedings of the 10th Ubicomp 2008 Adjunct Programs. Gehalten auf der Ubicomp 2008, Seoul, Korea, S. 59–60.
- Asingizwe, Domina/Poortvliet, P. Marijn/Koenraad, Constantianus J.M./Vliet, Arnold J.H. van/Ingabire, Chantal M./Mutesa, Leon/Leeuwis, Cees** (2020): Why (Not) Participate in Citizen Science? Motivational Factors and Barriers to Participate in a Citizen Science Program for Malaria Control in Rwanda. In: PLOS ONE, Jg. 15/8, S. 1–25, Artikel e0237396. doi:10.1371/journal.pone.0237396.
- Bader, Pauline/Becker, Florian/Demirović, Alex/Dück, Julia** (2011): Die multiple Krise – Krisendynamiken im neoliberalen Kapitalismus. In: Demirović, Alex/Dück, Julia/Becker, Florian/Bader, Pauline (Hrsg.): VielfachKrise. Im finanzmarktdominierten Kapitalismus. Hamburg: VSA: Verlag, S. 11–28.
- Ballerini, Laura/Bergh, Sylvia I.** (2021): Using Citizen Science Data to Monitor the Sustainable Development Goals: A Bottom-Up Analysis. In: Sustainability Science, Jg. 16/6, S. 1945–1962. doi:10.1007/s11625-021-01001-1.
- Barocas, Solon/Selbst, Andrew D.** (2016): Big Data’s Disparate Impact. In: California Law Review, Jg. 104/3, S. 671–732. doi:10.15779/Z38BG31.
- Beblo, Miriam/Draude, Claude/Gegenhuber, Thomas/Höyng, Stephan/Nebe, Katja/Richter, Caroline/Send, Hendrik/Spiecker genannt Döhm, Indra** (2021): Dritter Gleichstellungsbericht. Digitalisierung geschlechtergerecht gestalten (Nr. 3). Berlin: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/themen/gleichstellung/gleichstellungsberichte-der-bundesregierung> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- Bennich, Therese/Weitz, Nina/Carlsen, Henrik** (2020): Deciphering the Scientific Literature on SDG Interactions: A Review and Reading Guide. In: Science of The Total Environment, Jg. 728, S. 1-19, Artikel 138405. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138405.
- Bergius, Mikael/Buseth, Jill Tove** (2019): Towards a Green Modernization Development Discourse: The New Green Revolution in Africa. In: Journal of Political Ecology, Jg. 26/1, S. 57–83. doi:10.2458/v26i1.22862.
- Bergmann, Matthias/Jahn, Thomas/Knobloch, Tobias/Krohn, Wolfgang/Pohl, Christian/Schramm, Engelbert** (2012): Methods for Transdisciplinary Research. A Primer for Practice. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Birhane, Abeba/Isaac, William/Prabhakaran, Vinodkumar/Diaz, Mark/Elish, Madeleine Clare/Gabriel, Iason/Mohamed, Shakir** (2022): Power to the People? Opportunities and

Challenges for Participatory AI. In: Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization. Gehalten auf der EAAMO '22, New York, USA: Association for Computing Machinery, S. 1–8, Artikel 6. doi:10.1145/3551624.3555290.

Bläsing, Lisa Marie/Draude, Claude (2020): Geschlechterforschungen zwischen Reflexion und Reproduktion bestehender Bilder von Informatik. In: Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation, Jg. 40/3, S. 276–295.

Blättel-Mink, Birgit (2010): Konsum und Nachhaltigkeit - ein Widerspruch? Wie soziokulturelle Milieus Lebensstil und Konsumverhalten bestimmen. In: Forschung Frankfurt, Jg. 3/2010, S. 26–30.

Blättel-Mink, Birgit/Brohmann, Bettina/Defila, Rico/Di Giulio, Antonietta/Fischer, Daniela/Fuchs, Doris/Gözl, Sebastian/Götz, Konrad/Homburg, Andreas/Kaufmann-Hayoz, Ruth/Matthies, Ellen/Michelsen, Gerd/Schäfer, Martina/Tews, Kerstin/Wassermann, Sandra/Zundel, Stefan (Hrsg.) (2013): Konsum-Botschaften: Was Forschende für die gesellschaftliche Gestaltung nachhaltigen Konsums empfehlen. Stuttgart: S. Hirzel Verlag.

Bonn, Aletta/Richter, Anett/Vohland, Katrin/Pettibone, Lisa/Brandt, Miriam/Feldmann, Reinart/Göbel, Claudia/Greife, Christiane/Hecker, Susanne/Hennen, Leonhard/Hofer, Heribert/Kiefer, Sarah/Klotz, Stefan/Kluttig, Thekla/Krause, Jens/Küsel, Kirsten/Liedtke, Christin/Mahla, Anika/Neumeier, Veronika/Premke-Kraus, Matthias/Rillig, Matthias C./Röller, Oliver/Schäffler, Livia/Schmalzbauer, Bettina/Schneidewind, Uwe/Schumann, Anke/Settele, Josef/Tochtermann, Klaus/Tockner, Klement/Vogel, Johannes/Volkman, Wiebke/Unger, Hella von/Walter, D./Weisskopf, Markus/Wirth, Christian/Witt, Thorsten/Wolst, Doris/Ziegler, David (2016): Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland. Berlin: Projekt „Bürger schaffen Wissen - Wissen schafft Bürger“ (GEWISS) https://www.buergerschaffewissen.de/sites/default/files/grid/2017/11/20/gewiss-gruenbuch_citizen_science_strategie.pdf (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).

Bonney, Rick/Cooper, Caren B./Dickinson, Janis/Kelling, Steve/Phillips, Tina/Rosenberg, Kenneth V./Shirk, Jennifer (2009): Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. In: BioScience, Jg. 59/11, S. 977–984. doi:10.1525/bio.2009.59.11.9.

Brand, Karl-Werner (Hrsg.) (2017): Die sozial-ökologische Transformation der Welt: ein Handbuch. Frankfurt: Campus Verlag.

Brand, Ulrich (2010): Sustainable Development and Ecological Modernization – The Limits to a Hegemonic Policy Knowledge. In: Innovation: The European Journal of Social Science Research, Jg. 23/2, S. 135–152. doi:10.1080/13511610.2010.522403.

Brand, Ulrich/Görg, Christoph (2002): „Nachhaltige Globalisierung“? Sustainable Development als Kitt des neoliberalen Scherbenhaufens. In: Görg, Christoph/Brand, Ulrich (Hrsg.): Mythen globalen Umweltmanagements. „Rio + 10“ und die Sackgassen nachhaltiger Entwicklung. Münster: Verlag Westfälisches Dampfboot, S. 12–47.

Brand, Ulrich/Schickert, Christine (2019): Ökosozialistische Strategien für eine sozial-ökologische Transformation. Postkapitalismus als wachstumskritische Praxis. In: Dörre, Klaus/Schickert, Christine (Hrsg.): Neosozialismus. Solidarität, Demokratie und Ökologie vs. Kapitalismus, Bibliothek der Alternativen. München: oekom, S. 165–183.

Capurro, Rafael (2018): Intercultural Information Ethics. In: Frühbauer, Johannes J./Hausmanninger, Thomas/Capurro, Rafael (Hrsg.): Localizing the Internet. Leiden, Niederlande: Brill/Fink, S. 19–38.

Ceccaroni, Luigi/Bibby, James/Roger, Erin/Flemons, Paul/Michael, Katina/Fagan, Laura/Oliver, Jessica L. (2019): Opportunities and Risks for Citizen Science in the Age of Artificial Intelligence. In: Citizen Science: Theory and Practice, Jg. 4/1, S. 1–14, Artikel 29.

doi:10.5334/cstp.241.

Chen, Irene Y./Szolovits, Peter/Ghassemi, Marzyeh (2019): Can AI Help Reduce Disparities in General Medical and Mental Health Care. In: *AMA Journal of Ethics*, Jg. 21/2, S. 167–179. doi:10.1001/amajethics.2019.167.

Coeckelbergh, Mark (2021): AI for Climate: Freedom, Justice, and Other Ethical and Political Challenges. In: *AI and Ethics*, Jg. 1/1, S. 67–72. doi:10.1007/s43681-020-00007-2.

Colaço, Irmela (2021): Digital Sufficiency as a Principle for Energy Transition Policies. In: *Ökologisches Wirtschaften*, Jg. 36/O1, S. 33–35.

Costanza, Robert/Ericksen, Jon/Fligger, Karen/Adams, Alan/Adams, Christian/Altschuler, Ben/Balter, Stephanie/Fisher, Brendan/Hike, Jessica/Kelly, Joe/Kerr, Tyson/McCauley, Megan/Montone, Keith/Rauch, Michael/Schmiedeskamp, Kendra/Saxton, Dan/Sparacino, Lauren/Tusinski, Walter/Williams, Laurel (2004): Estimates of the Genuine Progress Indicator (GPI) for Vermont, Chittenden County and Burlington, from 1950 to 2000. In: *Ecological Economics*, Jg. 51/1–2, S. 139–155. doi:10.1016/j.ecolecon.2004.04.009.

Curtis, Vickie (2015): Motivation to Participate in an Online Citizen Science Game: A Study of Foldit. In: *Science Communication*, Jg. 37/6, S. 723–746. doi:10.1177/1075547015609322.

Datenethikkommission der Bundesregierung (2018): Empfehlungen der Datenethikkommission für die Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Datenethikkommission der Bundesregierung.

https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/it-digitalpolitik/datenethikkommission/empfehlungen-datenethikkommission.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (zuletzt eingesehen am 31.01.2023),

Datenethikkommission der Bundesregierung (2019): Gutachten der Datenethikkommission der Bundesregierung. Berlin: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat. https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf;jsessionid=0E5508417F5BE728D560D2D92EB434F8.2_cid340?__blob=publicationFile&v=7 (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).

Deutsche Bundesregierung für die Wahlperiode 2021-2025 (2021): Koalitionsvertrag der Ampel-Koalition aus SPD, Grüne und FDP für die Wahlperiode 2021–2025. Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023)

Dickel, Sascha/Franzen, Martina (2015): Digitale Inklusion: Zur sozialen Öffnung des Wissenschaftssystems. In: *Zeitschrift für Soziologie*, Jg. 44/5, S. 330–347. doi:10.1515/zfsoz-2015-0503.

D’Ignazio, Catherine/Klein, Lauren F. (2020): *Data Feminism*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Dwork, Cynthia/Hardt, Moritz/Pitassi, Toniann/Reingold, Omer/Zemel, Rich (2012): Fairness Through Awareness. In: *Proceedings of the 3rd Innovations in Theoretical Computer Science Conference (ITCS ’12)*. Gehalten auf der ITCS’12, New York, USA: Association for Computing Machinery, S. 214–226. doi:10.1145/2090236.2090255.

Ebitu, Larmbert/Avery, Helen/Mourad, Khaldoun A./Enyetu, Joshua (2021): Citizen Science for Sustainable Agriculture – A Systematic Literature Review. In: *Land Use Policy*, Jg. 103, Artikel 105326. doi:10.1016/j.landusepol.2021.105326.

ECSA, (European Association of Citizen Science) (2015): Ten Principles of Citizen Science. doi:10.17605/OSF.IO/XPR2N

Eizaguirre, Almudena/García-Feijoo, María/Laka, Jon Paul (2019): Defining Sustainability Core Competencies in Business and Management Studies Based on

Multinational Stakeholders' Perceptions. In: *Sustainability*, Jg. 11/8, S. 1–21, Artikel 2303. doi:10.3390/su11082303.

Estellés-Arolas, Enrique/González-Ladrón-de-Guevara, Fernando (2012): Towards an Integrated Crowdsourcing Definition. In: *Journal of Information Science*, Jg. 38/2, S. 189–200. doi:10.1177/0165551512437638.

European Union (2011): The Landscape and Isobars of European Values in Relation to Science and New Technology (Value Isobars). <https://cordis.europa.eu/project/id/230557> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023)

Evans, Celia/Abrams, Eleanor/Reitsma, Robert/Roux, Karin/Salmosen, Laura/Marra, Peter P. (2005): The Neighborhood Nestwatch Program: Participant Outcomes of a Citizen-Science Ecological Research Project. In: *Conservation Biology*, Jg. 19/3, S. 589–594. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00s01.x.

Ferrari, Cristian Alarcon/Jönsson, Mari/Gebreyohannis Gebrehiwot, Solomon/Chiwona-Karlton, Linley/Mark-Herbert, Cecilia/Manushevich, Daniela/Powell, Neil/Do, Thao/Bishop, Kevin/Hilding-Rydevik, Tuija (2021): Citizen Science as Democratic Innovation That Renews Environmental Monitoring and Assessment for the Sustainable Development Goals in Rural Areas. In: *Sustainability*, Jg. 13/5, S. 2762. doi:10.3390/su13052762.

Floridi, Luciano/Cowls, Josh/Beltrametti, Monica/Chatila, Raja/Chazerand, Patrice/Dignum, Virginia/Luetge, Christoph/Madelin, Robert/Pagallo, Ugo/Rossi, Francesca/Schafer, Burkhard/Valcke, Peggy/Vayena, Effy (2018): AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. In: *Minds and Machines*, Jg. 28/4, S. 689–707. doi:10.1007/s11023-018-9482-5.

Fonseca, Luis Miguel/Domingues, José Pedro/Dima, Alina Mihaela (2020): Mapping the Sustainable Development Goals Relationships. In: *Sustainability*, Jg. 12/8, S. 1-15, Artikel 3359. doi:10.3390/su12083359.

Forestier, Oana/Kim, Rakhyun E. (2020): Cherry-Picking the Sustainable Development Goals: Goal Prioritization by National Governments and Implications for Global Governance. In: *Sustainable Development*, Jg. 28/5, S. 1269–1278. doi: 10.1002/sd.2082.

Fraisl, Dilek/Campbell, Jillian/See, Linda/Wehn, Uta/Wardlaw, Jessica/Gold, Margaret/Moorthy, Inian/Arias, Rosa/Piera, Jaume/Oliver, Jessica L./Masó, Joan/Penker, Marianne/Fritz, Steffen (2020): Mapping Citizen Science Contributions to the UN Sustainable Development Goals. In: *Sustainability Science*, Jg. 15/6, S. 1735–1751. doi:10.1007/s11625-020-00833-7.

Franzen, Martina/Hilbrich, Iris (2015): Forschen in Gesellschaft. Citizen Science als Modell für die Sozialwissenschaften? In: *WZB Mitteilungen*, Jg. 150.

Franzen, Martina/Kloetzer, Laure/Ponti, Marisa/Trojan, Jakub/Vicens, Julián (2021): Machine Learning in Citizen Science: Promises and Implications. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Marisa/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hrsg.): *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer, S. 183–198.

Fritz, Steffen/See, Linda/Carlson, Tyler/Haklay, Mordechai (Muki)/Oliver, Jessie L./Fraisl, Dilek/Mondardini, Rosy/Brocklehurst, Martin/Shanley, Lea A./Schade, Sven/Wehn, Uta/Abrate, Tommaso/Anstee, Janet/Arnold, Stephan/Billot, Matthew/Campbell, Jillian/Espey, Jessica/Gold, Margaret/Hager, Gerid/He, Shan/Hepburn, Libby/Hsu, Angel/Long, Deborah/Masó, Joan/McCallum, Ian/Muniafu, Maina/Moorthy, Inian/Obersteiner, Michael/Parker, Alison J./Weisspflug, Maike/West, Sarah (2019): Citizen Science and the United Nations Sustainable Development Goals. In: *Nature Sustainability*, Jg. 2/10, S. 922–930. doi:10.1038/s41893-019-0390-3.

Fuchs, Doris/Sahakian, Marlyne/Gumbert, Tobias/Di Giulio, Antonietta/Maniates,

- Michael/Lorek, Sylvia/Graf, Antonia** (2021): Consumption Corridors. Living a Good Life within Sustainable Limits. London: Routledge.
- Fukuda-Parr, Sakiko/Muchhala, Bhumika** (2020): The Southern Origins of Sustainable Development Goals: Ideas, Actors, Aspirations. In: World Development, Jg. 126, S. 1–11, Artikel 104706. doi:10.1016/j.worlddev.2019.104706.
- Gabizon, Sascha** (2016): Women’s Movements’ Engagement in the SDGs: Lessons Learned from the Women’s Major Group. In: Gender & Development, Jg. 24/1, S. 99–110. doi:10.1080/13552074.2016.1145962.
- Gasper, Des/Shah, Amod/Tankha, Sunil** (2019): The Framing of Sustainable Consumption and Production in SDG 12. In: Global Policy, Jg. 10/1, S. 83–95. doi:10.1111/1758-5899.12592.
- Gebru, Timnit/Morgenstern, Jamie/Vecchione, Briana/Wortman Vaughan, Jennifer/Wallach, Hanna/Daumé III, Hal/Crawford, Kate** (2018): Datasheets for Datasets. doi:arXiv:1803.09010.
- Gershgorn, Dave** (2019): Africa Is Building an A.I. Industry That Doesn’t Look Like Silicon Valley. Online verfügbar unter: <https://onezero.medium.com/africa-is-building-an-a-i-industry-that-doesnt-look-like-silicon-valley-72198eba706d> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- Goyanes, Rob** (2018): Data for Black Lives is an Organization Using Analytics as a Tool for Social Change. In: Garage Magazin. Online verfügbar unter: https://garage.vice.com/en_us/article/kzn4jn/data-for-black-lives-is-an-organization-using-analytics-as-a-tool-for-social-change (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- Gray, Mary L./Suri, Siddharth** (2019): Ghost Work: How to Stop Silicon Valley from Building a New Global Underclass. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Green, Ben** (2019): „Good“ Isn’t Good Enough. Gehalten auf dem AI for Social Good Workshop at NeurIPS, Vancouver, Canada, S. 1–7.
- Groneweg, Merle/Pilgrim, Hannah/Reckordt, Michael** (2017): Diesseits der Dematerialisierung. Der Ressourcenbedarf der Industrie 4.0. In: PROKLA. Zeitschrift für Kritische Sozialwissenschaft, Jg. 47/189, S. 623–633. doi:10.32387/prokla.v47i189.60.
- Groneweg, Merle/Reckordt, Michael** (2020): Zwischen ernsthaften Bemühungen und Greenwashing: Die Automobilindustrie als Treiber sauberer Lieferketten? In: Brunnengräber, Achim/Haas, Tobias (Hrsg.): Baustelle Elektromobilität: Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität, Edition Politik. Bielefeld: transcript Verlag, S. 255–278.
- Grunwald, Armin/Kopfmüller, Jürgen** (2022): Nachhaltigkeit. Campus Studium. Frankfurt New York: Campus Verlag.
- Gurin, Patricia/Foner, Eric/Camarillo, Albert/Sugrue, Thomas/Bowen, William/Steele, Claude/Bok, Derek/Syverud, Kent/Webster, Robert B.** (1999): The Compelling Need for Diversity in Higher Education. Ann Arbor: Michigan University.
- Hajer, Maarten/Nilsson, Måns/Raworth, Kate/Bakker, Peter/Berkhout, Frans/Boer, Yvo de/Rockström, Johan/Ludwig, Kathrin/Kok, Marcel** (2015): Beyond Cockpit-ism: Four Insights to Enhance the Transformative Potential of the Sustainable Development Goals. In: Sustainability, Jg. 7/2, S. 1651–1660. doi:10.3390/su7021651.
- Haklay, Muki** (2013): Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In: Sui, Daniel/Elwood, Sarah/Goodchild, Michael (Hrsg.): Crowdsourcing Geographic Knowledge. Dordrecht: Springer, S. 105–122.
- Hecker, Susanne/Haklay, Mordechai (Muki)/Bowser, Anne/Makuch, Zen/Vogel, Johannes/Bonn, Aletta (Hrsg.)** (2018): Citizen Science Innovation in Open Science, Society and Policy. London: UCL Press.
- Hecker, Susanne/Wicke, Nina/Haklay, Mordechai (Muki)/Bonn, Aletta** (2019): How Does

Policy Conceptualise Citizen Science? A Qualitative Content Analysis of International Policy Documents. In: *Citizen Science: Theory and Practice*, Jg. 4/1, S. 1–16, Artikel 32. doi:10.5334/cstp.230.

Hegre, Håvard/Petrova, Kristina/Uexkull, Nina von (2020): Synergies and Trade-Offs in Reaching the Sustainable Development Goals. In: *Sustainability*, Jg. 12/20, S. 1–24, Artikel 8729. doi:10.3390/su12208729.

Henderson, Peter/Hu, Jieru/Romoff, Joshua/Brunskill, Emma/Jurafsky, Dan/Pineau, Joelle (2020): Towards the Systematic Reporting of the Energy and Carbon Footprints of Machine Learning. In: *Journal of Machine Learning Research*, Jg. 21/1, S. 10039–10081. doi:arXiv:2002.05651.

Howe (2010): Crowdsourcing. Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business. Crowdsourcing. Online verfügbar unter: <https://crowdsourcing.typepad.com/> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).

Hsu, Yen-Chia/Cross, Jennifer/Dille, Paul/Tasota, Michael/Dias, Beatrice/Sargent, Randy/Huang, Ting-Hao (Kenneth)/Nourbakhsh, Illah (2020): Smell Pittsburgh: Engaging Community Citizen Science for Air Quality. In: *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, Jg. 10/4, S. 1–49, Artikel 32. doi:10.1145/3369397.

Humm, Bernhard G./Lingner, Stephan/Schmidt, Jan C./Wendland, Karsten (2021): KI-Systeme: Aktuelle Trends und Entwicklungen aus Perspektive der Technikfolgenabschätzung. In: *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, Jg. 30/3, S. 11–16. doi:10.14512/tatup.30.3.11.

Hutton, Craig W./Nicholls, Robert J./Lázár, Attila N./Chapman, Alex/Schaafsma, Marije/Salehin, Mashfiqus (2018): Potential Trade-Offs between the Sustainable Development Goals in Coastal Bangladesh. In: *Sustainability*, Jg. 10/4, S. 1–14, Artikel 1108. doi:10.3390/su10041108.

IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems (Hrsg.) (2016): Ethically Aligned Design. A Vision for Prioritizing Human Well-Being with Autonomous and Intelligent systems. IEEE Standards Version 1.

IPCC (2021): Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Assessment Report Nr. 6). Cambridge, United Kingdom/New York, USA.

Jacob, Michael (2019): Digitalisierung & Nachhaltigkeit: Eine unternehmerische Perspektive. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. doi:10.1007/978-3-658-26217-4.

Jobin, Anna/Ienca, Marcello/Vayena, Effy (2019): The Global Landscape of AI Ethics Guidelines. In: *Nature Machine Intelligence*, Jg. 1/9, S. 389–399. doi:10.1038/s42256-019-0088-2.

Jochum, Georg/Barth, Thomas/Brandl, Sebastian/Cárdenas Tomažič, Ana/Hofmeister, Sabine/Littig, Beate/Matuschek, Ingo/Ulrich, Stephan/Warsewa, Günter (2020): Nachhaltige Arbeit. Eine Forschungsagenda zur sozial-ökologischen Transformation der Arbeitsgesellschaft. In: *Arbeit*, Jg. 29/3–4, S. 219–233. doi:10.1515/arbeit-2020-0016.

Kaiser, Matthias (2015): Ethics of Science and a New Social Contract for Knowledge. In: Meisch, Simon/Lundershausen, Johannes/Bossert, Leonie/Rockoff, Marcus (Hrsg.): *Ethics of Science in the Research for Sustainable Development*. Baden-Baden: Nomos, S. 153–180.

Katell, Michael/Young, Meg/Dailey, Dharma/Herman, Bernease/Guetler, Vivian/Tam, Aaron/Bintz, Corinne/Raz, Daniella/Krafft, P.M. (2020): Toward Situated Interventions for Algorithmic Equity: Lessons from the Field. In: *Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. Gehalten auf der FAT* '20, Barcelona, Spain: Association for Computing Machinery, S. 45–55. doi:10.1145/3351095.3372874.

Kocagöz, Orhan (2020): Smart Mobility – Beitrag der KI zur Nachhaltigkeit. In: Buchkremer, Rüdiger/Heupel, Thomas/Koch, Oliver (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in Wirtschaft &*

- Gesellschaft, FOM-Edition. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 311–325.
- Kopfmüller, Jürgen** (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet: konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Global zukunftsfähige Entwicklung - Perspektiven für Deutschland. Berlin: Edition Sigma.
- Kubiszewski, Ida/Costanza, Robert/Franco, Carol/Lawn, Philip/Talberth, John/Jackson, Tim/Aylmer, Camille** (2013): Beyond GDP: Measuring and Achieving Global Genuine Progress. In: *Ecological Economics*, Jg. 93, S. 57–68. doi:10.1016/j.ecolecon.2013.04.019.
- Kythreotis, Andrew P./Mantyka-Pringle, Chrystal/Mercer, Theresa G./Whitmarsh, Lorraine E./Corner, Adam/Paavola, Jouni/Chambers, Chris/Miller, Byron A./Castree, Noel** (2019): Citizen Social Science for More Integrative and Effective Climate Action: A Science-Policy Perspective. In: *Frontiers in Environmental Science*, Jg. 7, S. 1–10, Artikel 10. doi:10.3389/fenvs.2019.00010.
- Law, John** (2012 [1987]): Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion. In: Bijker, Wiebe E./Hughes, Thomas P./Pinch, Trevor (Hrsg.): *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, Massachusetts/London, England: MIT Press, S. 105–128.
- Lecina, Karolina** (2020): Synergien und Zielkonflikte in der Agenda 2030 im Kontext des nachhaltigen Konsums - eine systemische Perspektive. In: Herlyn, Estelle/Lévy-Tödter, Magdalène (Hrsg.): *Die Agenda 2030 als Magisches Vieleck der Nachhaltigkeit*, FOM Hochschule für Oekonomie & Management. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 283–300.
- Leimeister, Jan Marco** (2014): *Collaboration Engineering. IT-gestützte Zusammenarbeitsprozesse systematisch entwickeln und durchführen*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Lemmens, Rob/Antoniou, Vyron/Hummer, Philipp/Potsiou, Chryssy** (2021): Citizen Science in the Digital World of Apps. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Marisa/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hrsg.): *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer, S. 461–474.
- Liu, Hai-Ying/Dörler, Daniel/Heigl, Florian/Grossberndt, Sonja** (2021): Citizen Science Plattformen. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Marisa/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hrsg.): *The Science of Citizen Science*. Cham, Schweiz: Springer Nature, S. 439–460.
- Lotfian, Maryam/Ingensand, Jens/Brovelli, Maria Antonia** (2020): A Framework for Classifying Participant Motivation that Considers the Typology of Citizen Science Projects. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Jg. 9/12, S. 1–26, Artikel 704. doi:10.3390/ijgi9120704.
- Lusseau, David/Mancini, Francesca** (2019): Income-Based Variation in Sustainable Development Goal Interaction Networks. In: *Nature Sustainability*, Jg. 2/3, S. 242–247. doi:10.1038/s41893-019-0231-4.
- Marcus, Gary** (2018): Deep Learning: A Critical Appraisal. doi:arXiv:1801.00631.
- Miller, Jon D.** (1998): The Measurement of Civic Scientific Literacy. In: *Public Understanding of Science*, Jg. 7/3, S. 203–223. doi:10.1088/0963-6625/7/3/001.
- Mitchell, Margaret/Wu, Simone/Zaldivar, Andrew/Barnes, Parker/Vasserman, Lucy/Hutchinson, Ben/Spitzer, Elena/Raji, Inioluwa Deborah/Gebru, Timnit** (2019): Model Cards for Model Reporting. In: *Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. Gehalten auf der FAT* '19, New York, USA: Association for Computing Machinery, S. 220–229. doi:10.1145/3287560.3287596.
- Mohamed, Shakir/Png, Marie-Therese/Isaac, William** (2020): Decolonial AI: Decolonial Theory as Sociotechnical Foresight in Artificial Intelligence. In: *Philosophy & Technology*, Jg. 33/4, S. 659–684. doi:10.1007/s13347-020-00405-8.
- Nissenbaum, Helen** (2001): How Computer Systems Embody Values. In: *Computer*, Jg. 34/3,

S. 120–119. doi:10.1109/2.910905.

Noordwijk, Toos (C.G.E.), van/Bishop, Isabel/Staunton-Lamb, Sarah/Oldfield, Alice/Loiselle, Steven/Geoghegan, Hilary/Ceccaroni, Luigi (2021): Creating Positive Environmental Impact Through Citizen Science. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Marisa/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hrsg.): *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer, S. 373–396.

OECD (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. PISA. Paris: OECD Publishing.

OECD (2016): What Does Organic Farming Mean for Green Growth? In: *Farm Management Practices to Foster Green Growth*, OECD Green Growth Studies. Paris: OECD Publishing, S. 45–66. doi:10.1787/9789264238657-5-en.

Ohde, Franziska/Blättel-Mink, Birgit/Draude, Claude/Spiecker genannt Döhmman, Indra (2023): Geschlechtergerechtigkeit im Spannungsfeld von nachhaltiger und digitaler Transformation – eine interdisziplinäre Annäherung. In: *GENDER Zeitschrift für Geschlecht, Kultur und Gesellschaft* (Im Erscheinen).

Oliveira, Agatha/Calili, Rodrigo/Almeida, Maria Fatima/Sousa, Manuel (2019): A Systemic and Contextual Framework to Define a Country's 2030 Agenda from a Foresight Perspective. In: *Sustainability*, Jg. 11/22, S. 1–28, Artikel 6360. doi:10.3390/su11226360.

Paleco, Carole/García Peter, Sabina/Salas Seoane, Nora/Kaufmann, Julia/Argyri, Panagiota (2021): Inclusiveness and Diversity in Citizen Science. In: Vohland, Katrin/Land-Zandstra, Anne/Ceccaroni, Luigi/Lemmens, Rob/Perelló, Josep/Ponti, Marisa/Samson, Roeland/Wagenknecht, Katherin (Hrsg.): *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer, S. 261–281.

Pandya, Rajul E. (2012): A Framework for Engaging Diverse Communities in Citizen Science in the US. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, Jg. 10/6, S. 314–317. doi:10.1890/120007.

Pateman, Rachel M./Bruin, Annemarieke de/Piirsalu, Evelin/Reynolds, Christian/Stokeld, Emilie/West, Sarah E. (2020): Citizen Science for Quantifying and Reducing Food Loss and Food Waste. In: *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Jg. 4, S. 1–18, Artikel 589089. doi:10.3389/fsufs.2020.589089.

Pettibone, Lisa/Blättel-Mink, Birgit/Balázs, Bálint/Giulio, Antonietta Di/Göbel, Claudia/Heubach, Katja/Hummel, Diana/Lundershausen, Johannes/Lux, Alexandra/Potthast, Thomas/Vohland, Katrin/Wyborn, Carina (2018): Transdisciplinary Sustainability Research and Citizen Science: Options for Mutual Learning. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, Jg. 27/2, S. 222–225. doi:10.14512/gaia.27.2.9.

Phillips, Tina/Porticella, Norman/Constas, Mark/Bonney, Rick (2018): A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. In: *Citizen Science: Theory and Practice*, Jg. 3/2, S. 1–19, Artikel 3. doi:10.5334/cstp.126.

Polanyi, Karl (1944): *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. New York: Farrar & Rinehart.

Pradhan, Prajal/Costa, Luís/Rybski, Diego/Lucht, Wolfgang/Kropp, Jürgen P. (2017): A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. In: *Earth's Future*, Jg. 5/11, S. 1169–1179. doi:10.1002/2017EF000632.

Pradhan, Prajal/Subedi, Daya Raj/Khatiwada, Dilip/Joshi, Kirti Kusum/Kafle, Sagar/Chhetri, Raju Pandit/Dhakal, Shobhakar/Gautam, Ambika Prasad/Khatiwada, Padma Prasad/Mainaly, Jony/Onta, Sharad/Pandey, Vishnu Prasad/Parajuly, Keshav/Pokharel, Sijal/Satyal, Poshendra/Singh, Devendra Raj/Talchabhadel,

Rocky/Tha, Rupesh/Thapa, Bhesh Raj/Adhikari, Kamal/Adhikari, Shankar/Chandra Bastakoti, Ram/Bhandari, Pitambar/Bharati, Saraswoti/Bhusal, Yub Raj/Bahadur BK, Man/Bogati, Ramji/Kafle, Simrin/Khadka, Manohara/Khatiwada, Nawa Raj/Lal, Ajay Chandra/Neupane, Dinesh/Neupane, Kaustuv Raj/Ojha, Rajit/Regmi, Narayan Prasad/Rupakheti, Maheswar/Sapkota, Alka/Sapkota, Rupak/Sharma, Mahashram/Shrestha, Gitta/Shrestha, Indira/Shrestha, Khadga Bahadur/Tandukar, Sarmila/Upadhyaya, Shyam/Kropp, Jürgen P./Bhuj, Dinesh Raj (2021): The COVID-19 Pandemic Not Only Poses Challenges, but Also Opens Opportunities for Sustainable Transformation. In: *Earth's Future*, Jg. 9/7, S. 1–14, Artikel e2021EF001996. doi:10.1029/2021EF001996.

Queiruga-Dios, Miguel Ángel/López-Iñesta, Emilia/Diez-Ojeda, María/Sáiz-Manzanares, María Consuelo/Vázquez Dorrío, José Benito (2020): Citizen Science for Scientific Literacy and the Attainment of Sustainable Development Goals in Formal Education. In: *Sustainability*, Jg. 12/10, S. 1–18, Artikel 4283. doi:10.3390/su12104283.

Radermacher, Walter J. (2020): Official Statistics 4.0: The Era of Digitisation and Globalisation. In: *Official Statistics 4.0*. Cham: Springer International Publishing, S. 119–156. doi:10.1007/978-3-030-31492-7_4.

Ricaurte, Paola (2019): Data Epistemologies, The Coloniality of Power, and Resistance. In: *Television & New Media*, Jg. 20/4, S. 350–365. doi:10.1177/1527476419831640.

Richter, Anett/Turrini, Tabea/Ulbrich, Karin/Mahla, Anika/Bonn, Aletta (2016): Citizen Science-Perspektiven in der Umweltbildung. In: Bittner, Alexander/Pyhel, Thomas/Bischoff, Vera (Hrsg.): *Nachhaltigkeit erfahren: Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*, DBU-Umweltkommunikation. München: oekom, S. 95–115.

Rockström, Johann/Steffen, Will/Noone, Kevin/Persson, Åsa/Chapin, F. Stuart III/Lambin, Eric/Lenton, Timothy M./Scheffer, Marten/Folke, Carl/Schellnhuber, Hans Joachim/Nykvist, Björn/Wit, Cynthia A. de/Hughes, Terry/Leeuw, Sander van der/Rodhe, Henning/Sörlin, Sverker/Snyder, Peter K./Costanza, Robert/Svedin, Uno/Falkmark, Malin/Karlberg, Louise/Corell, Robert W./Fabry, Victoria J./Hansen, James/Walker, Brian/Liverman, Diana/Richardson, Katherine/Crutzen, Paul/Foley, Jonathan (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In: *Ecology and Society*, Jg. 14/2, ohne Seitenzahlen, Artikel 32. Online verfügbar unter: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).

Roy, Helen E./Pocock, Michael J.O./Preston, Chris D./Roy, David B./Savage, Joana/Tweddle, John C./Robinson, Lucy Danielle (2012): Understanding Citizen Science & Environmental Monitoring. Final Report on Behalf of UK-EOF. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum.

Sachin, Nikunj/Rajesh, Rajagopal (2022): An Empirical Study of Supply Chain Sustainability with Financial Performances of Indian Firms. In: *Environment, Development and Sustainability*, Jg. 24/5, S. 6577–6601. doi:10.1007/s10668-021-01717-1.

Sætra, Henrik Skaug (2021): AI in Context and the Sustainable Development Goals: Factoring in the Unsustainability of the Sociotechnical System. In: *Sustainability*, Jg. 13/4, S. 1–19, Artikel 1738. doi:10.3390/su13041738.

Said, Edward W. (1993): *Culture and Imperialism*. Vintage.

Saner, Raymond/Yiu, Lichia/Nguyen, Melanie (2019): Monitoring the SDGs: Digital and Social Technologies to Ensure Citizen Participation, Inclusiveness and Transparency. In: *Development Policy Review*, Jg. 38/4, S. 483–500. doi:10.1111/dpr.12433.

Santarius, Tilman (2015): *Der Rebound-Effekt: Ökonomische, psychische und soziale Herausforderungen für die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch*. Wirtschaftswissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung. Marburg: Metropolis-Verlag.

Santarius, Tilman (2019): *Auf dem Weg in die vernetzte (Verbraucher-)Zukunft –*

Widersprüche der Digitalisierung für den nachhaltigen Konsum. In: Blättel-Mink, Birgit/Kenning, Peter (Hrsg.): Paradoxien des Verbraucherverhaltens. Dokumentation der Jahreskonferenz 2017 des Netzwerks Verbraucherforschung. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 101–111.

Scharlemann, Jörn P.W./Brock, Rebecca C./Balfour, Nicholas/Brown, Claire/Burgess, Neil D./Guth, Miriam K./Ingram, Daniel J./Lane, Richard/Martin, Juliette G.C./Wicander, Sylvia/Kapos, Valerie (2020): Towards Understanding Interactions Between Sustainable Development Goals: The Role of Environment–Human Linkages. In: Sustainability Science, Jg. 15, S. 1573–1584. doi:10.1007/s11625-020-00799-6.

Scheffer, Thomas (2022): Soziologie im Klimawandel. Protokoll des Revisionsbedarfs. In: WestEnd. Neue Zeitschrift für Sozialforschung, Jg. 19/2, S. 3–27.

Schleicher, Katharina/Schmidt, Constanze (2020): Citizen Science in Germany as Research and Sustainability Education: Analysis of the Main Forms and Foci and Its Relation to the Sustainable Development Goals. In: Sustainability, Jg. 12/15, S. 1–12, Artikel 6044. doi:10.3390/su12156044.

Schneider, Flurina/Kläy, Andreas/Zimmermann, Anne B./Buser, Tobias/Ingalls, Micah/Messerli, Peter (2019): How Can Science Support the 2030 Agenda for Sustainable Development? Four Tasks to Tackle the Normative Dimension of Sustainability. In: Sustainability Science, Jg. 14/6, S. 1593–1604. doi:10.1007/s11625-019-00675-y.

Schor, Juliet (1998): Time, Labour and Consumption: Guest Editor's Introduction. In: Time & Society, Jg. 7/1, S. 119–127. doi:10.1177/0961463X98007001007.

Sharma, Sugam/Shandilya, Ritu/Tim, U. Sunday/Wong, Johnny (2018): eFeed-Hungers.com: Mitigating Global Hunger Crisis Using Next Generation Technologies. In: Telematics and Informatics, Jg. 35/2, S. 446–456. doi:10.1016/j.tele.2018.01.003.

Shove, Elizabeth/Pantzar, Mika/Watson, Matt (2012): The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and How it Changes. London: SAGE Publications

Shulla, Kalterina/Leal Filho, Walter/Sommer, Jan Henning/Salvia, Amanda Lange/Borgemeister, Christian (2020): Channels of Collaboration for Citizen Science and the Sustainable Development Goals. In: Journal of Cleaner Production, Jg. 264, Artikel 121735. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121735.

Smith, Richard J./Rey, Sergio J. (2018): Spatial Approaches to Measure Subnational Inequality: Implications for Sustainable Development Goals. In: Development Policy Review, Jg. 36/S2, S. O657–O675. doi:10.1111/dpr.12363.

Spitzner, Meike/Hummel, Diana/Gotelind, Alber/Röhr, Ulrike/Stieß, Immanuel (2020): Interdependente Genderaspekte der Klimapolitik. Gendergerechtigkeit als Beitrag zu einer erfolgreichen Klimapolitik: Wirkungsanalyse, Interdependenzen mit anderen sozialen Kategorien, methodische Aspekte und Gestaltungsoptionen. Abschlussbericht (Umweltforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit Nr. 30/2020). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Sprinks, James/Woods, Sasha Marie/Parkinson, Stephen/Wehn, Uta/Joyce, Hannah/Ceccaroni, Luigi/Gharesifard, Mohammad (2021): Coordinator Perceptions When Assessing the Impact of Citizen Science towards Sustainable Development Goals. In: Sustainability, Jg. 13/4, S. 1–15, Artikel 2377. doi:10.3390/su13042377.

Stengel, Oliver (2011): Suffizienz. Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise. Jena: Universität Jena.

Stieß, Immanuel/Sunderer, Georg/Raschewski, Luca/Stein, Melina/Götz, Konrad/Belz, Janina/Follmer, Robert/Hölscher, Jana/Birzle-Harder, Barbara (2022): Repräsentativumfrage zum Umweltbewusstsein und Umweltverhalten im Jahr 2020. Klimaschutz und sozial-ökologische Transformation. (Nr. 20/2022). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

- Südekum, Jens** (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit. In: WPZ Analyse, Jg. /19, S. 1–23.
- Suomela, Todd/Johns, Erica** (2012): Citizen Participation in the Biological Sciences: A Literature Review of Citizen Science. Library and Information Science Commons. Knoxville: University of Tennessee.
- Sutter, Barbara** (2005): Von Laien und guten Bürgern: Partizipation als politische Technologie. In: Bogner, Alexander/Torgersen, Helge (Hrsg.): Wozu Experten? Ambivalenzen der Beziehung von Wissenschaft und Politik. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 220–240.
- Tauginienė, Loreta/Butkevičienė, Eglė/Vohland, Katrin/Heinisch, Barbara/Daskolia, Maria/Suškevičs, Monika/Portela, Manuel/Balázs, Bálint/Prüse, Baiba** (2020): Citizen Science in the Social Sciences and Humanities: The Power of Interdisciplinarity. In: Palgrave Communications, Jg. 6/1, S. 1–11, Artikel 89. doi:10.1057/s41599-020-0471-y.
- Toomey, Anne H./Domroese, Margret C.** (2013): Can Citizen Science Lead to Positive Conservation Attitudes and Behaviours? In: Human Ecology Review, Jg. 20/1, S. 50–62.
- Türkeli, Serdar** (2020): Complexity and the Sustainable Development Goals: A Computational Intelligence Approach to Support Policy Mix Designs. In: Journal of Sustainability Research, Jg. 2/1, Artikel e200006. doi:10.20900/jsr20200006.
- UN** (2019): The Sustainable Development Goals Report. New York, USA. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- UN General Assembly** (2015): Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development (Nr. A/RES/70/1). <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement> (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- UN Women** (2013): UN Women Ad Series Reveals Widespread Sexism. Online verfügbar unter: www.unwomen.org/en/news/stories/2013/10/women-should-ads (zuletzt eingesehen am 31.01.2023).
- Vicente-Saez, Ruben/Martinez-Fuentes, Clara** (2018): Open Science Now: A Systematic Literature Review for an Integrated Definition. In: Journal of Business Research, Jg. 88, S. 428–436. doi:10.1016/j.jbusres.2017.12.043.
- Vinuesa, Ricardo/Azizpour, Hossein/Leite, Iolanda/Balaam, Madeline/Dignum, Virginia/Domisch, Sami/Felländer, Anna/Langhans, Simone Daniela/Tegmark, Max/Fuso Nerini, Francesco** (2020): The Role of Artificial Intelligence in Achieving the Sustainable Development Goals. In: Nature Communications, Jg. 11/1, S. 1–10, Artikel 233. doi:10.1038/s41467-019-14108-y.
- Warchold, Anne/Pradhan, Prajal/Kropp, Jürgen P.** (2020): Variations in Sustainable Development Goal Interactions: Population, Regional, and Income Disaggregation. In: Sustainable Development, Jg. 29/2, S. 285–299. doi:10.1002/sd.2145.
- Warner, Kimberly A./Lowell, Beth/Timme, Walker/Shaftel, Emily/Hanner, Robert H.** (2019): Seafood Sleuthing: How Citizen Science Contributed to the Largest Market Study of Seafood Mislabeling in the U.S. and Informed Policy. In: Marine Policy, Jg. 99, S. 304–311. doi:10.1016/j.marpol.2018.10.035.
- WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen** (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin: WBGU.
- WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen** (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Berlin: WBGU.
- West, Sarah/Pateman, Rachel** (2017): How Could Citizen Science Support the Sustainable Development Goals? Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Willer, Helga/Trávníček, Jan/Meier, Claudia/Schlatter, Bernhard (Hrsg.)** (2022): The

World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2022. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International.

Wolters, Teun (2022): Why Is Ecological Sustainability So Difficult to Achieve? An In-context Discussion of Conceptual Barriers. In: Sustainable Development, Jg. 30/6, S. 2025–2039. doi:10.1002/sd.2326.

Wuebben, Daniel/Romero-Luis, Juan/Gertrudix, Manuel (2020): Citizen Science and Citizen Energy Communities: A Systematic Review and Potential Alliances for SDGs. In: Sustainability, Jg. 12/23, S. 1–24, Artikel 10096. doi:10.3390/su122310096.

Wynsberghe, Aimee van (2021): Sustainable AI: AI for Sustainability and the Sustainability of AI. In: AI and Ethics, Jg. 1/3, S. 213–218. doi:10.1007/s43681-021-00043-6.

Young, Meg/Magassa, Lassana/Friedman, Batya (2019): Toward Inclusive Tech Policy Design: A Method for Underrepresented Voices to Strengthen Tech Policy Documents. In: Ethics and Information Technology, Jg. 21/2, S. 89–103. doi:10.1007/s10676-019-09497-z.

Zahn, Eva Maria/Söllner, Matthias/Ohde, Franziska/Blättel-Mink, Birgit (2023): Collaboration Engineering and Citizen Science for Overcoming Sustainability Challenges. Gehalten auf der Special Interest Group on Green Information Systems SIGGreen Pre-ICIS 2022 Workshop, (im Erscheinen).